



Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Ingeniería Industrial

Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial
con énfasis en mejora continua

**Uso de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno
en una línea de producción de bebidas no carbonatadas**

Autor:

Pedro Carlos Álvarez Melchor

Tutor:

Heredia, II semestre 2019

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Utilización de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno en una línea de producción de Bebidas No Carbonatadas, por el estudiante: Pedro Carlos Alvarez Melchor , fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial



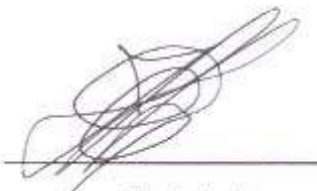
Ing. Alberto Zúñiga

TUTOR



Ing. Eduardo Muñoz

LECTOR



Ing. Zindy León

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

COMITÉ ASESOR

Ing. Alberto Zúñiga

TUTOR

Ing. Eduardo Muñoz

LECTOR

Ing. Zindhy León

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

Heredia, Lunes 6 de Enero de 2020

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Utilización de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno en una línea de producción de Bebidas No Carbonatadas ", elaborada por el estudiante Pedro Carlos Alvarez Melchor, cedula de identidad 344788504. Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular



Ing. Alberto Zúñiga
Tutor


Heredia, Lunes 6 de Enero de 2020

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Utilización de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno en una línea de producción de Bebidas No Carbonatadas", elaborada por el estudiante Pedro Carlos Alvarez Melchor, cedula de identidad 344788504. Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular



Ing. Eduardo Muñoz
Lector

CARTA DEL FILÓLOGO

Cartago, 18 de enero de 2020

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, cédula de identidad número 1 1345 0416, vecinos de Quebradilla de Cartago, en calidad de filólogos revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que se titula: *Uso de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno en una línea de producción de bebidas no carbonatadas*, sustentado por Pedro Carlos Álvarez Melchor.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. La originalidad y la validez del contenido son responsabilidad exclusiva del autor y de sus asesores.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Latina.



Elena Redondo Camacho
eredondo@boreacr.com
Filóloga
Carné Acfil 0247



Daniel González Monge
dgonzalez@boreacr.com
Filólogo
Carné Acfil 0245



“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con “;”

Pedro Carlos Alvarez Melchor

De la Carrera / Programa: Ingeniería Industrial énfasis en Mejora Continua

autor (es) del (de la) *(Indique tipo de trabajo):* Trabajo Final de Graduación
titulado:

Uso de la Metodología Six Sigma para establecer la gestión de inventario del nitrógeno en una línea de producción de bebidas no carbonatadas

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día *(Día, fecha)* lunes, 20 del mes enero del año 2020 a las 3:00 pm. Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjurio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de mención al inicio de esta carta:*

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, un agradecimiento a la Universidad Latina, la cual consigue, a travez de sus profesores profesionales, el transmitir todos los conocimientos requeridos que permitieron desarrollar este trabajo final de graduacion, y asi mismo, cumplir el objetivo de finalizar la etapa de mi carrera profesional.

Al tutor asignado, Ing. Alberto Zúñiga, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos ingenieriles, así como de todo el seguimiento, consejos, interés y soporte durante todo el proyecto.

Al gerente de producción de la embotelladora, Ing. Elvis Alvarez, agradecerle el apoyo incondicional, la confianza brindada para contar con acceso a información para la elaboración del trabajo y, asimismo, el esfuerzo proporcionado con lo que se requiriera.

Por último, a la embotelladora, agradecerle la apertura mostrada para llevar a cabo todo el proyecto, además del acceso a datos requeridos y la ayuda facilitada para visitas y extracción de datos.

DEDICATORIA

Este trabajo final de graduación está dedicado primeramente a Dios por darme sabiduría, fortaleza y entendimiento para poder completar con éxito las distintas fases de mi carrera profesional.

A mis padres y hermano, que me han apoyado incondicionalmente en el transcurso de mi carrera universitaria y con esto lograr concretar uno de los objetivos propuestos en mi vida.

RESUMEN

El proyecto se desarrolló en la empresa de bebidas refrescantes, en una de sus embotelladoras más importantes de Centroamérica, debido a la participación en el mercado, la exportación de productos a otros países como Guatemala, Nicaragua y Panamá, la calidad de sus productos y la alta demanda. La embotelladora está compuesta por más de 1500 trabajadores de diferentes áreas de la empresa, con 6 líneas de producción en las cuales se producen bebidas carbonatadas que utilizan como parte de la fórmula gas carbónico y, en otras líneas, bebidas no carbonatada, que usan nitrógeno en el proceso.

En este proyecto se enfocó en las bebidas no carbonatadas de la embotelladora. El problema es la gestión de inventarios de nitrógeno en la línea de producción 3 y para su solución en el desarrollo del proyecto se aplicó la metodología Six Sigma (DMAIC). En la fase de Definir se conoció el problema, procesos y utilización del nitrógeno en la línea de producción para después pasar a la fase de Medir, en la que se midieron los consumos reales para averiguar la situación actual de la embotelladora.

Después de la medición se pasó a la fase de Análisis en la que se utilizaron herramientas ingenieriles para averiguar la causa raíz del problema y, por consiguiente, pasar a la fase de Mejorar. En esta fase se llevó a cabo la propuesta de un sistema de gestión de inventarios de nitrógeno para la línea de producción. Por último, en la fase de Control se le propuso a la embotelladora indicadores de gestión que les permitirá a los involucrados de la línea de producción monitorear su proceso y mejorarlo continuamente.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I. Introductorio	22
1.1. Introducción	22
1.2. Antecedentes del problema	23
1.3. Justificación del problema	26
1.4. Planteamiento del problema.....	29
1.5. Pregunta de investigación	30
1.6. Objetivo general.....	30
1.7. Objetivos específicos	31
1.8. Alcances del proyecto.....	31
1.9. Limitaciones del proyecto.....	32
Capítulo II. Marco teórico	33
2.1. Filosofía y conocimientos.....	33
2.1.1. Metodología Six Sigma.....	33
2.1.2. Lluvia de ideas	35
2.1.3. Capacitación de personal.....	36
2.2. Herramientas ingenieriles	36
2.2.1. 5 por qué.....	36
2.2.2. Diagrama de flujo.....	37
2.2.3. Sipoc.....	38

2.2.4. Diagrama de recorrido.....	39
2.2.5. Diagrama Pareto.....	40
2.2.6. Ratio de consumo sobre ventas.....	41
2.2.7. Diagrama Ishikawa.....	42
2.2.8. Sistema de inventarios Q/R.....	43
2.2.9. Modelo determinista de inventario.....	44
2.2.10. Lote óptimo de pedido	44
2.2.11. Punto de pedido.....	45
2.2.12. Stock de seguridad	45
2.2.13. Costes de mantenimiento del stock en el almacén	45
2.2.14. Costes de rotura de stock.....	46
2.2.15. Diagrama de control.....	47
2.2.16. Control visual del proceso.....	47
Capítulo III. Marco metodológico	49
3.1. Tipo de investigación.....	49
3.2. Alcance de la Investigación	49
3.3. Fuentes de información.....	50
3.3.1. Fuentes primarias	50
3.3.2. Fuentes secundarias.....	50
3.3.3. Fuentes terciarias.....	50

3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos	51
3.5. Procedimientos metodológicos de la investigación	52
Capítulo IV. Marco situacional	53
4.1. Historia de la compañía	53
4.2. Localización	53
4.3. Área estrategia	54
4.3.1. Visión	54
4.3.2. Misión	54
4.4. Valores	54
4.4.1. FODA	55
4.5. Organigrama	56
4.6. Productos	57
4.6.1. Bebidas carbonatadas	57
4.6.2. Bebidas no carbonatadas	57
4.7. Clientes	58
4.8. Mercado	58
4.8.1. México	59
4.8.2. Latincentro	59
4.8.3. Mercosur	59
4.9. Competencia	60

4.10. Macroproceso.....	60
Capítulo V. Análisis de la situación actual.....	62
5.1. Proceso del manejo de nitrógeno	63
5.1.1. Tanque.....	63
5.1.2. Dewars.....	66
5.2. Identificación de uso de nitrógeno en la línea de producción.....	68
5.2.1. Tanque.....	68
5.2.2. Dewars.....	69
5.3. Mediciones de consumo de nitrógeno	70
5.3.1. Tanque.....	70
5.3.2. Dewars.....	73
5.4. Medición de presión interna en el producto terminado	74
5.5. Análisis de las gestiones de nitrógeno en la línea de producción de bebidas no carbonatadas.....	75
Capítulo VI. Diseño de la propuesta.....	79
6.1. Mapeo del proceso del manejo de nitrógeno en la línea tres de producción	79
6.1.1. Nitrógeno gaseoso.....	79
6.1.2. Nitrógeno líquido	79
6.2. Identificar los consumos reales de nitrógeno por SKU	80
6.2.1. Consumo de nitrógeno gaseoso.....	80

6.2.2. Consumo de nitrógeno líquido	81
6.3. Proponer un sistema de control de gestión de inventarios para el consumo de nitrógeno, de acuerdo con el plan de producción de bebidas no carbonatadas	82
6.3.1. Sistema de gestión de inventario nitrógeno gaseoso	82
6.3.2. Sistema de gestión de inventario nitrógeno líquido	83
6.4. Crear un indicador adecuado para el monitoreo de la propuesta de control de gestión de inventario para el consumo del nitrógeno propuesto	85
6.4.1. Indicador de consumo de nitrógeno gaseoso	86
6.4.2. Indicador de consumo de nitrógeno líquido	88
6.5. Monitorear la variable de presión interna del producto	89
Capítulo VII. Evaluación financiera	91
7.1. Costes de almacenamiento	91
7.1.1. Costes de capital	91
7.1.2. Costes de espacio de almacenamiento	92
7.1.3. Costes de servicios de inventario	92
7.1.4. Costes de riesgo de inventario	92
7.2. Costo de rotura de stock	93
7.3. Valor actual neto (VAN)	94
7.3.1. Fórmula del Valor Actual Neto (VAN)	95
7.3.2. Ventajas e inconvenientes del VAN	95
7.3.3. Desventajas del valor actual neto	96

7.4. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	96
7.4.1. Criterio de selección de proyectos, según la Tasa Interna de Retorno	97
7.4.2. Representación gráfica de la TIR.....	97
7.4.3. Inconvenientes de la Tasa Interna de Retorno	98
7.5. Payback del proyecto	99
Capítulo VIII. Conclusiones y recomendaciones	102
8.1. Conclusiones.....	102
8.2. Recomendaciones	102
Bibliografía.....	104
Glosario	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. SKU	28
Tabla 2. Fuentes de información	51
Tabla 3. FODA	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Volumen de Producción MCU (miles de caja unidad)	27
Figura 2. Importe de nitrógeno US\$.....	27
Figura 3. Producto terminado defectuoso.....	29
Figura 4. Ciclo DMAIC.....	33
Figura 5. Lluvia de ideas	35
Figura 6. Capacitación de personal.....	36
Figura 7. 5 por qué.....	37
Figura 8. Diagrama de flujo.....	38
Figura 9. Sipoc.....	39
Figura 10. Diagrama de recorrido.....	40
Figura 11. Diagrama Pareto.....	41
Figura 12. Diagrama Ishikawa.....	42
Figura 13. Sistema de inventario Q/R	43
Figura 14. Modelo determinista de inventarios	44
Figura 15. Diagrama de control.....	47
Figura 16. Control visual	48
Figura 17. Localización de embotelladora	54
Figura 18. Organigrama Manufactura General.....	56
Figura 19. Organigrama Manufactura (Campo de estudio).....	57
Figura 20. Diagrama de flujo de nitrógeno.....	60
Figura 21. Línea de producción de bebidas no carbonatadas	61

Figura 22. Tanque nitrógeno gaseoso.....	63
Figura 23. Diagrama de flujo manejo de nitrógeno tanque	65
Figura 24. Dewars nitrógeno líquido.....	66
Figura 25. Diagrama de flujo manejo de nitrógeno dewars	67
Figura 26. Mezcladora.....	68
Figura 27. Válvula de llenado.....	69
Figura 28. Nitrogenador	70
Figura 29. Medidor en el tanque.....	71
Figura 30. Formato consumos y convertidor.....	71
Figura 31. SKU.....	72
Figura 32. Cajas físicas.....	72
Figura 33. Cajas unidad	72
Figura 34. Gráfica litros de nitrógeno/miles cajas unidad.....	73
Figura 35. Pesa para dewars	74
Figura 36. Gráfica litros de nitrógeno/ Miles CF	74
Figura 37. Gráfica presión interna	75
Figura 38. Ishikawa	77
Figura 39. 5 por qué.....	78
Figura 40. Factor nitrógeno gaseoso	80
Figura 41. Factor nitrógeno gaseoso \$	80
Figura 42. Factor nitrógeno líquido.....	81
Figura 43. Factor nitrógeno líquido \$.....	82
Figura 44. Indicador antes y después Ingreso de nitrógeno gaseoso.....	83

Figura 45. Gestión de inventario tanque.....	83
Figura 46. Indicador antes y después Ingreso nitrógeno líquido.....	84
Figura 47. Gestión de inventario dewars.....	85
Figura 48. Indicador nitrógeno gaseoso.....	86
Figura 49. Gráfico consumo litros de nitrógeno gaseoso.....	87
Figura 50. Indicador nitrógeno líquido.....	88
Figura 51. Gráfico kg de nitrógeno líquido.....	89
Figura 52. Propuesta monitoreo presión interna.....	90
Figura 53. Reducción de costes de almacenamiento.....	93
Figura 54. Costes de rotura de stock.....	94
Figura 55. Representación gráfica TIR.....	98
Figura 56. Ahorro y costos incrementales.....	100
Figura 57. FNC.....	100
Figura 58. Van, TIR, PAY BACK.....	100
Figura 59. Gráfico VAN, TIR.....	101

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Consumo ventas.....	41
Ecuación 2. Consumo Real.....	42
Ecuación 3. Punto de pedido	45
Ecuación 4. Stock de seguridad.....	45
Ecuación 5. Coste de mantenimiento de stock en el almacén	46
Ecuación 6. Stock medio	46
Ecuación 7. Coste de rotura de stock.....	46

Capítulo I. Introductorio

1.1. Introducción

El proyecto se desarrolla en la empresa de bebidas refrescantes, en una de sus embotelladoras más importantes de Centroamérica, debido a la participación en el mercado, la exportación de productos a otros países como Guatemala, Nicaragua y Panamá, la calidad de sus productos y la alta demanda. La embotelladora está ubicada en Calle Blancos, San José, Costa Rica y está compuesta por más de 1500 trabajadores de diferentes áreas de la empresa. Cuenta con 6 líneas de producción en las cuales se producen bebidas carbonatadas, debido a que utilizan como parte de la fórmula gas carbónico y en otras líneas bebidas no carbonatada, que usan nitrógeno en el proceso.

La embotelladora divide su producción en dos tipos de productos, bebidas carbonatadas, las cuales contienen gas carbónico, y bebidas no carbonatadas, las cuales utilizan nitrógeno para el proceso de llenado. Entre las bebidas carbonatadas se pueden mencionar las marcas Sprite, Coca-Cola, Fanta. Fresca, Club Soda, Ginger Ale, estas presentaciones se producen en las líneas 1, 2, 4, 5 y 6.

Las bebidas no carbonatadas requieren un gas inerte y en este caso se usa nitrógeno, el cual es requerido para desplazar el oxígeno de las bebidas, llevar a cabo una contrapresión en el proceso de llenado y generar una presión interna para la estabilidad de los productos en el Área de Almacenamiento. Entre las bebidas no carbonatadas se pueden mencionar Fuze Tea, Powerade, Agua, Jugos del Valle, estas se producen en las líneas 1 y 3.

El nitrógeno es considerado como un gas inerte, debido a las presiones y temperaturas en las cuales se maneja, no tiene sabor por lo que no afecta las características de los productos. Debido a que es un gas poco reactivo se emplea industrialmente en grandes volúmenes por destilación criogénica en forma de gas o líquido con un alto grado de pureza para crear atmósferas protectoras.

Las bebidas carbonatadas tienen la ventaja de que en su fórmula está contenido el gas carbónico que les da sabor, además, la presión interna permite darle estabilidad y facilita el

almacenamiento hasta por ocho niveles, lo que optimiza el Área de Almacenamiento. Las bebidas no carbonatadas utilizan nitrógeno para generar presión interna y lograr estabilidad en el almacenamiento. El nitrógeno evita deformaciones en el envase y soporta la carga vertical provocada por el peso del producto que se coloca en cuatro niveles.

En la empresa no se tienen establecidos los consumos estándar de nitrógeno para los SKU de tamaño: 0.6, 1.75, 2 y 3 litros. Por esto, se hace difícil calcular el consumo del gas y líquido de nitrógeno, esto genera incumplimiento en el plan de producción, costos altos por paros no programados y falta producto para la venta.

El proyecto se enfocará en la línea 3 de producción, la cual produce tamaños mayores a 0.5 litros y menores o iguales a tres litros. Conforme se avance en la elaboración de los capítulos del proyecto de graduación se aplicará la Metodología Six Sigma como herramienta para estudiar el problema y observar opciones para la propuesta final del proyecto. En la metodología se aplicarán conocimientos estadísticos, se utilizará información de la empresa y se estimará el consumo de nitrógeno en los diferentes SKU a estudiar y así planificar el consumo de nitrógeno para las presentaciones definidas. Se establecerán máximos y mínimos y puntos de reorden para abastecer de nitrógeno y cumplir con el plan de producción de bebidas no carbonatadas.

Este proyecto le permitirá que la empresa responda a la demanda de producción planteada en el pronóstico de ventas, a través de una gestión adecuada del inventario de nitrógeno la cual evitará paros operativos y reducir los costos, a través de la mejora continua en los procesos. El uso de las herramientas adquiridas en los diferentes cursos de la carrera de Ingeniería Industrial, permitirán responder a las principales interrogantes del proyecto.

1.2. Antecedentes del problema

- a. Diseño de un plan de acción para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en el estado Miranda.

El trabajo especial de grado que se presenta a continuación tiene como finalidad diseñar planes de acciones para la mejora del proceso productivo de la empresa embotelladora de agua Distribuidora Ali Benz C. A. ubicada en el estado Miranda. Se utilizaron herramientas como la observación directa, entrevistas no estructuradas y mediciones de tiempo, las cuales permitieron determinar las principales fallas que se generaban en los procesos, evidenciándose estas, en el personal de trabajo, la materia prima y en los equipos de producción. Por su naturaleza, el estudio se caracterizó por ser una investigación

de campo, proyectiva, con un nivel descriptivo. La unidad de análisis fueron los procesos de producción. La metodología que se utiliza para el análisis del proceso productivo se divide en cinco (5) fases con la finalidad de contar con una guía sistemática para resolver el problema en estudio. En la primera fase, familiarización con la empresa y sus productos, se realizaron visitas a la planta para conocer las distintas áreas de producción que la misma posee. A su vez se realizaron entrevistas con trabajadores relacionados con el área y personal administrativo. Para la segunda fase del proyecto, levantamiento de información, se recolectaron los datos suministrados por la empresa y se realizaron mediciones propias y entrevistas no estructuradas. En la tercera fase, se analizaron los datos y se realizó un diagnóstico de la situación actual, para que, en una cuarta fase, se revisaran los resultados para determinar las fallas existentes en la empresa actualmente. Por último, se elaboraron propuestas enfocadas a las fallas más críticas en el proceso productivo que además de generar pérdidas de tiempo generan menos ingresos para la empresa. Ante esto, se realizó un análisis de los costos involucrados en las propuestas y los beneficios al implementar las mismas, con lo que la empresa puede aumentar su producción (según el formato) hasta en un 60 % (Medina, 2013, s. p.).

En esta investigación se diseñó un plan de acción para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en el estado Miranda, esto aumentó su producción a un 60 %. Es importante guiarse con esta investigación en la elaboración de este proyecto para aplicar la metodología Six Sigma (DMAIC), las herramientas que se utilizaron en cada fase para utilizarlas en el proyecto y generar niveles óptimos de inventario de nitrógeno, reducción de costos. Lo anterior a través de la mejora continua y aumentos en el volumen de producción MCU (miles de cajas unidad) en la línea de bebidas no carbonatadas.

- b. Diseño de un control de inventarios de artículos de alto impacto y mejoras para la optimización de la bodega para la empresa de bebidas gaseosas, Femsa.

En el presente informe de EPS se encontrará un diseño para el control de inventarios y optimización de la bodega, estos serán aplicados dentro del área de bodega de materias primas de la Embotelladora La Mariposa, empresa que se dedica a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, dado que en la actualidad carece de un sistema adecuado que ayude a mantener un *stock* de materiales reales para la producción de sus productos. Para encontrar las deficiencias que existen en la bodega se utilizaron técnicas de ingeniería que permitieron de forma más clara comprender el grado de la problemática entre las que destacan: FODA, diagrama Ishikawa, inventarios ABC, aplicaciones para cálculos de materiales, entre otros. El informe también incluye la creación de formatos y procedimientos para el manejo de inventarios, así como el mejoramiento de los actuales, además, se realizó un estudio de desechos sólidos e identificación de los mismos que afectan tanto a la bodega de materiales como a toda la planta. La optimización de la bodega es importante para Embotelladora La Mariposa ya que es uno de los puntos críticos dentro de la planta donde se debe mejorar en orden, limpieza y el manejo adecuado

de los procedimientos por parte del personal que labora dentro de ella (Velásquez, 2007, s. p.).

En esta investigación se diseñó un control de inventarios de artículos de alto impacto y mejoras para la optimización de la bodega para la empresa de bebidas gaseosas. Se logró mejorar los pedidos de compras de material, disminuir la cantidad de materiales defectuosos y reducir el costo de operación entre las líneas de producción. Para la elaboración de este proyecto es importante guiarse sobre cómo se llevó a cabo el manejo de inventarios, qué métodos utilizaron (para aplicarlos en el proyecto) y establecer punto de reorden para que se mejore el manejo de inventario de nitrógeno en la línea de producción de bebidas no carbonatadas.

- c. Estrategias para la utilización de nitrógeno en proceso de embotellado de bebidas no carbonatadas con el fin de reducir la contaminación ambiental.

Ante el constante incremento de la contaminación ambiental y su impacto en nuestro medioambiente los autores identificaron que uno de los problemas de mayor incidencia y crecimiento es la contaminación generada por envases plásticos, producto del consumo y comercialización de bebidas no carbonadas (agua y jugos refrescantes). Es por ello que en el presente trabajo investigativo se propone el aprovechamiento de los recursos abundantes con el fin de aportar positivamente en el mejoramiento de los procesos, utilizando envases PET de menor gramaje y con ello generar menos desperdicios plásticos, los plásticos demoran en promedio 700 años para degradarse. El nitrógeno abundante en el aire (78 %), por sus propiedades físicas tiene un amplio campo de aplicación en los alimentos, al ser un gas inerte desplaza al oxígeno creando atmósferas modificadas libres de oxígeno lo que evita que ciertos alimentos se oxiden lo que alarga la vida útil y su duración en las perchas. Otra aplicación del nitrógeno líquido es en la congelación rápida de alimentos principalmente carnes y frutas. Una de las propiedades del nitrógeno líquido es que a temperatura ambiente vuelve a su estado gaseoso natural expandiendo ochocientas veces de su tamaño original, este trabajo trata de inducir el aprovechamiento de esta propiedad específicamente que al momento del envasado de bebidas no carbonatadas, antes del sellado se inyecte en una concentración determinada una gota de nitrógeno líquido, de tal manera que al volver el nitrógeno a su estado natural tengamos una botella perfectamente presurizada de buena presentación y resistente al empaçado y estivado lo que nos permite utilizar un envase PET más liviano, aproximadamente 20 % menos plástico (Barrera Tandazo y Hernández Mero, 2011, s. p.).

En esta investigación se elaboraron estrategias para utilizar el nitrógeno en un proceso de embotellado de bebidas no carbonatadas. Esto con el fin de reducir la contaminación ambiental, con lo cual se logró tener una botella perfectamente presurizada de buena presentación y resistente al empaçado y estivado lo que permite utilizar un envase PET más liviano. Esto es

importante para la elaboración de este proyecto porque servirá de guía para identificar mejores formas de utilizar el nitrógeno, lo que reduce costos por utilización de menores pesos del envase de PET. Esto evita desperdicios en el proceso y aumenta la capacidad de almacenaje en las bodegas.

1.3. Justificación del problema

En la embotelladora se fabrican dos tipos de productos que son bebidas carbonatadas y las no carbonatadas. El proyecto se enfocará a estudiar las bebidas no carbonatadas que en su fórmula no llevan gas carbónico. En el proceso de producción de bebidas no carbonatadas se utiliza nitrógeno, el cual permite crear una atmósfera interna que tiene como objetivo desplazar el oxígeno y darle estabilidad al envase para su almacenaje y traslado a los puntos de venta, a través de una presión interna del producto controlada. La empresa hace pedidos sin contar con un plan estructurado a sus proveedores de nitrógeno y sin estandarizar sus puntos de reorden de nitrógeno, esto produce un riesgo de paros de línea por falta de nitrógeno.

El nitrógeno se manda a pedir de forma líquida y es trasladado de la planta de fabricación por medio de tanques diseñados especialmente para el manejo y depositado posteriormente en el tanque de almacenaje de la embotelladora el cual tiene una capacidad de 11,000 litros. El nitrógeno hace un recorrido por medio de una red de tuberías para utilizarse en estado gaseoso en la llenadora y en la mezcladora, a una presión menor a 50 psi. Cuando se mezcla el jarabe del producto y el agua se incluye también el nitrógeno, debido a que es inerte no le agrega sabor y su función en esta parte del proceso es apoyar el trasiego de la bebida mezclada a la llenadora.

Los procesos se describirán a medida que se avance en los capítulos del proyecto. Por otra parte, la empresa utiliza un equipo llamado nitrogenador, el equipo es alimentado de nitrógeno por un tanque adicional el cual contiene 144 libras de nitrógeno líquido a una presión de 22 psi. La función principal del nitrogenador es añadir una gota del material al llenado de la bebida y antes de que se tapen los envases en el capsulador, esto genera una presión interna en los envases.

Al identificar los puntos del proceso en los que se consume el nitrógeno se entenderá el estudio que llevó a cabo la empresa a finales de mayo en el que midieron y analizaron estos consumos en la línea de producción de bebidas no carbonatadas y obtuvieron los siguientes

resultados (Figura 1).

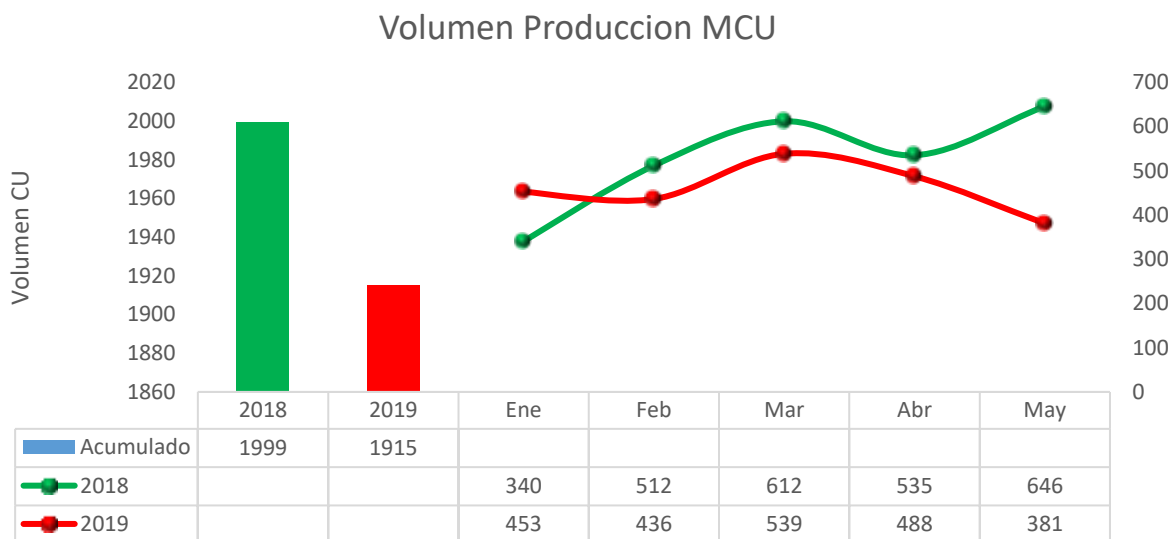


Figura 1. Volumen de Producción MCU (miles de caja unidad)

Fuente: elaboración propia.

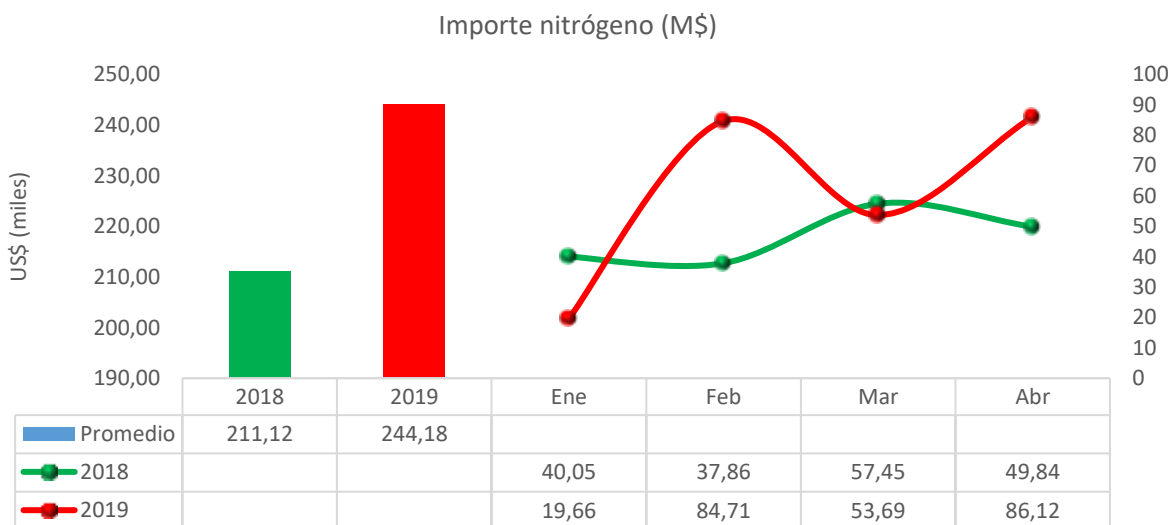


Figura 2. Importe de nitrógeno US\$

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo este gráfico se tomaron en cuenta las presentaciones que se estudiarán durante el proyecto las cuales se representan en la Tabla 1.

Tabla 1. *SKU*

PRESENTACIONES (LITROS)	PRODUCTO (SABOR)
0,6	Powerade
1,75	Fuze Tea
2,5	Fuze Tea
2,5	Jugo del Valle
3	Jugo del Valle

Fuente: elaboración propia.

El volumen de producción, se demuestran en *Figura 1*, en los primeros cinco meses de 2018 es mayor al volumen de producción de 2019 del mismo periodo, pero en los mismos gráficos se aprecia que el costo de nitrógeno en 2019 es mayor al costo de nitrógeno de 2018.

La empresa, al obtener los resultados anteriores de nitrógeno y compararlos contra el volumen producido, vio que al hacer pedidos de nitrógeno sin contar con un plan estructurado a sus proveedores, sin contar con consumos reales por cada SKU y un control de las presiones internas de cada SKU. Esto produce problemas como descontrol en la medición de sus consumos, cambios en el programa de producción debido a falta de nitrógeno, altos niveles de inventario, bajo aprovechamiento de la bodega por la pérdida de estabilidad de las tarimas y productos terminados con problemas de calidad, debido a que son incapaces de resistir el peso en las tarimas. Esto se presenta en la *Figura 3*.



Figura 3. Producto terminado defectuoso

Fuente: elaboración propia.

Para la solución de este problema se utilizará la metodología Six Sigma. Se estudiarán los consumos reales de nitrógeno líquido y gaseoso en las diferentes presentaciones establecidas en el alcance. Con estos consumos estándar se establecerán los niveles óptimos de inventario, de acuerdo con la proyección de ventas, lo que le permitirá a la empresa el cumplimiento de los planes de producción, reducir el costo de capital debido al exceso de inventarios, un monitoreo y control de acuerdo con los requerimientos de la empresa de las presiones internas de cada SKU y eliminar los problemas de calidad en las tarimas de producto terminado.

1.4. Planteamiento del problema

En la actualidad, la embotelladora de la empresa no tiene estandarizada la gestión del inventario de nitrógeno para la producción de bebidas no carbonatadas. El problema que genera es incumplimientos en el plan de producción, en muchos casos alto costo de inventarios, debido a que se protegen para evitar paros de producción y, como consecuencia, desabasto en el mercado y problemas de calidad de producto debido a un adecuado monitoreo y control de las especificaciones de presión interna de los productos. Estos problemas se han experimentado durante 2019 por lo que se quiere conocer el consumo real de nitrógeno por SKU para estandarizarlo y así proponer un sistema de gestión de inventario de nitrógeno.

Es necesario identificar cuáles son los consumos reales del nitrógeno en las diferentes

presentaciones a estudiar para así establecer mínimos y máximos, de manera que se puedan observar puntos en los que es necesario pedir nitrógeno para evitar que la producción se detenga y afecte la capacidad de producir las bebidas no carbonatadas. Cuando se determine el punto de reorden se podrá satisfacer la demanda de producción debido a una gestión adecuada de inventario de nitrógeno. Para esto, en el desarrollo del proyecto se utilizará la metodología Six Sigma la cual tiene diferentes etapas que permiten estudiar el problema para identificar las posibles soluciones que generarán el incremento en el costo de producción en la línea tres.

En cada una de estas etapas se utilizarán herramientas estadísticas que permitirán desarrollar el proyecto con datos reales y obtener un análisis para generar una propuesta para la empresa.

Con el historial de consumo de nitrógeno de la empresa y con las mediciones que se harán del consumo de nitrógeno real, de manera preventiva, se establecerá un control de pedidos de nitrógeno en función del plan de producción de la empresa. Además de la gestión de inventario de nitrógeno, se podrá proponer un indicador para monitorear el consumo real y se podrá comparar con el consumo estándar. Adicionalmente, se analizará el monitoreo y control del proceso en la variable de presión interna del producto.

1.5. Pregunta de investigación

¿Cuál es la cantidad óptima requerida de nitrógeno a almacenar en los tanques de nitrógeno, tanto gaseoso como líquido, para cumplir con el plan de producción de cada una de los SKU a estudiar? Para responder la pregunta anterior se plantean los siguientes objetivos, los cuales tienen un orden para cumplir con el propósito de la investigación.

1.6. Objetivo general

Analizar el consumo de nitrógeno en la línea tres de producción de bebidas no carbonatadas, para la gestión de inventarios de nitrógeno y reducción de capital de trabajo, de acuerdo con el plan de producción, mediante la metodología Six Sigma (DMAIC), en la embotelladora de bebidas refrescantes, durante el segundo semestre de 2019.

1.7. Objetivos específicos

1. Mapear el proceso del manejo de nitrógeno líquido y gaseoso para que se establezcan los puntos de consumo en la línea tres de producción en los meses de junio, julio y agosto.
2. Identificar los consumos reales de nitrógeno para los SKU de 0,60 litros; 1,75 litros; 2,5 litros y 3 litros.
3. Proponer un sistema de control de gestión de inventarios para el consumo de nitrógeno líquido (kg) y gaseoso (litros), de acuerdo con el plan de producción de bebidas no carbonatadas.
4. Crear un indicador para el monitoreo y mejora de la propuesta de control de gestión de inventario para el consumo del nitrógeno líquido (kg/mil cajas físicas) y consumo de nitrógeno gaseoso (litros/mil cajas unidad).
5. Monitorear la variable de presión interna del producto para mantenerla mayor o igual 7 psi y menor o igual a 9 psi.
6. Determinar los costos de implementación de la propuesta para que se definan los ahorros en dólares y posibles inversiones para que se alcancen niveles Six Sigma en el proceso.

1.8. Alcances del proyecto

El proyecto en general se desarrollará para el consumo de nitrógeno de las bebidas no carbonatas que se producen en la línea tres. Se estudiarán las siguientes presentaciones, 0.60 litros, 1.75 litros, 2,5 litros y 3 litros, que son las más representativas en lo que a producción se refiere. Se establecerán rangos de consumo de nitrógeno, con base en las mediciones de consumo reales, obtenidas en la investigación de estas presentaciones. Con base en las mediciones y el análisis se podrá proponer un sistema de gestión de inventario de nitrógeno, esto para abastecer los planes de producción de la línea tres y su costo de implementación.

1.9. Limitaciones del proyecto

Para la medición del consumo de nitrógeno que abastece la línea de producción tres, se depende de instrumentos de medición y de su funcionamiento correcto, por lo que se considera como una limitante la falta de calibración de estos instrumentos. Además, se considera que las visitas a la empresa podrían ser afectadas por auditorías internas o externas en alguna de las líneas de producción de la embotelladora, en la línea tres. Como consecuencia de esto, no se podría llevar a cabo alguna toma de muestra para el análisis. Por último, el mantenimiento correctivo no programado de la línea de producción afectaría la toma de datos.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Filosofía y conocimientos

2.1.1. Metodología Six Sigma

Esta metodología es una de muchas utilizadas en las industrias para la elaboración de proyectos, ayuda a llevar un orden por fases que va generando resultados en cada una de estas, lo que permite mejorar continuamente el proyecto. Para el presente proyecto se harán uso de las fases de esta metodología, por lo que es importante definir Six Sigma. Según Herrera (2011):

Six Sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes (p. 4).

Para lograr esto se necesitan cumplir una serie de pasos que van generando un ciclo de mejoramiento continuo cada vez en el proceso. Este ciclo se denomina DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). A continuación, se definirá cada una de estas fases y cómo se aplicarán para el desarrollo del proyecto.



Figura 4. Ciclo DMAIC

Fuente: Minetto, 2019.

Definir, según Herrera (2011), es “definir el proyecto o problema de calidad, tomando la información suficiente que permita obtener las necesidades del cliente” (p. 6). En el comienzo

de un proyecto de mejora, esta primera fase es la más importante porque se define el problema por resolver. Antes de comenzar el proyecto, en la embotelladora se hicieron estudios previos de las causas que provocaban la problemática, tanto de paros de línea como falta de abastecimiento del producto para la venta. Una de estas causas el proyecto se enfocó en una de las más críticas que es la falta de nitrógeno para producción de sus bebidas no carbonatadas. Con el problema definido se pasa a la siguiente fase.

Medir, según Herrera (2011) es “medir las condiciones del problema, evaluando la capacidad SPC, según la información suministrada por el proceso” (p. 6).

Para medir el problema definido en la fase anterior se deben llevar a cabo estudios que describan las condiciones actuales del problema. En el proyecto se llevarán a cabo estos estudios en la línea de producción de bebidas no carbonatadas con algunas herramientas ingenieriles como el Sipoc, diagramas de recorrido, ratio de consumo sobre ventas, diagrama Pareto, entre otras. Estas ayudarán a identificar los puntos de consumo de nitrógeno y se consume más en la línea para después pasar a la siguiente fase.

Analizar, según Herrera (2011) es “analizar las causas del problema, aplicando técnicas estadísticas consistentes, tales como el Diseño Experimental, Contraste de hipótesis, Modelos Lineales” (p. 6). Al obtener la información en la fase anterior se analizan los datos para determinar las causas que producen el problema y después solucionarlas en la siguiente fase. Con la información que se obtendrá de las herramientas aplicadas en la fase medición se hará una lluvia de ideas con el personal de la línea de producción para llevar a cabo el diagrama Ishikawa y determinar las posibles causas que generan el inconveniente para que en la siguiente fase se proponga una solución.

Mejorar, según Herrera (2011) es “mejorar las condiciones del proceso, identificando y cuantificando las variables críticas del proceso. Implementando soluciones adecuadas a cada una de las causas encontradas y valorando los resultados, AMEF”. (p. 6). Después de haber identificado las posibles causas del problema se propone una solución que elimine cada una de estas. Además, se hará una reunión con los ingenieros encargados de la línea de producción para proponerles las soluciones que eliminarán cada una, el impacto financiero de aplicarlas y su rentabilidad, para que se decida si es aceptable aplicar la propuesta.

Controlar, según Herrera (2011) es: “controlar las variables críticas del proceso, para que el problema de calidad no sea recurrente” (p. 6). Por último, esta fase controlará la mejora implementada, verá constantemente el proceso e identificará oportunidades de mejora para tener cada vez más un mejor proceso. En la misma reunión se propondrán las soluciones, se les enseñará un diagrama de control como indicador adecuado para monitorear el proceso, controles visuales para su entendimiento y se les recomendará capacitar al personal de la línea de producción para que se familiaricen con la propuesta.

2.1.2. Lluvia de ideas

La lluvia de idea o en otros libros llamados tormenta de ideas es una dinámica práctica que influye en todos los miembros de un equipo de trabajo, con el objetivo de generar ideas que aborden un tema en específico. Es importante que todos participen y den ideas sin importar lo simples que sean, porque al final se llegarán a discutir y tomar una decisión para aplicarla en una herramienta ingenieril. Según UNIT (2009) es “una metodología para encontrar e identificar posibles soluciones a los problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad” (p. 17).



Figura 5. Lluvia de ideas

Fuente: Caram, s. f.

En el presente proyecto, para aplicar esta metodología llevarán a cabo reuniones con los trabajadores conocedores de la línea de producción de bebidas no carbonatadas. Esto con el objetivo de recolectar información que servirá para la elaboración de un diagrama Ishikawa y observar las posibles causas de un problema.

2.1.3. Capacitación de personal

Toda empresa que se dedica a mejorar constantemente sus procesos necesita usar esta metodología para entrenar y formar no solo los trabajadores de un área, sino a todos los miembros de la empresa. Su uso es muy importante porque permite desarrollar y adaptar a todo un personal al cambio continuo que ha tenido la empresa en los últimos años. Según Siliceo (2006) la capacitación de personal “consiste en una actividad planeada y basada en necesidades reales de una empresa u organización orientada hacia un cambio en los conocimientos, habilidades y actitudes del colaborador” (p. 25).



Figura 6. Capacitación de personal

Fuente: empresarial, s. f.

En este proyecto, esta metodología será importante para instruir y formar al personal de la línea de producción de bebidas no carbonatadas, en el uso y control de la propuesta implementada y permitirle a la embotelladora tener un mejor desempeño en el uso de la propuesta.

2.2. Herramientas ingenieriles

2.2.1. 5 por qué

Los miembros de una empresa están acostumbrados a reunirse y discutir sobre la situación actual de la empresa. Para esto, utilizan varias herramientas ingenieriles entre esas los 5 por qué. Según Muñoz (s. f.) los 5 por qué es “una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema” (s. p.).

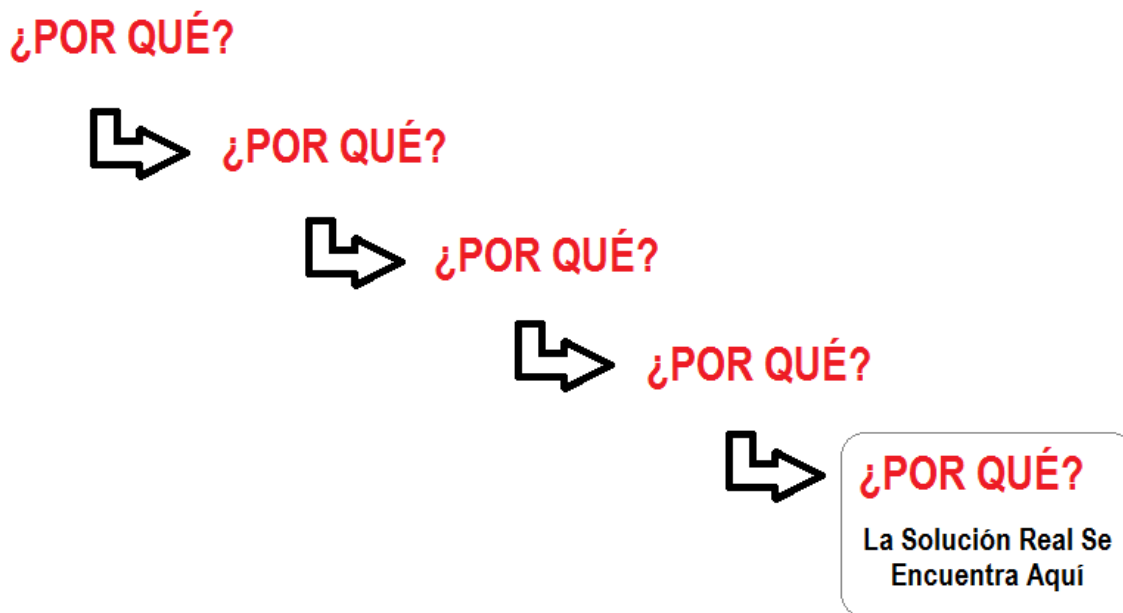


Figura 7. 5 por qué

Fuente: Kafevisa Consulting, s. f.

La aplicación de esta herramienta en el proyecto permitirá llegar a una causa raíz del problema de gestión de inventarios de nitrógeno de la empresa. A partir de esto se puede adoptar un plan de acción para su mejoramiento y control de manejo de inventarios de nitrógeno en la producción de bebidas no carbonatadas.

2.2.2. Diagrama de flujo

Según Castro (2017) un diagrama de flujo es “representación gráfica de un proceso o procedimiento que permite la observación sistémica de su ejecución, mostrando la lógica y dinámica de la secuencia de un trabajo” (p. 5).








SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Inicio/ Final	Indica fin o inicio de un procedimiento.
	Acción	Representa la ejecución de una o más tareas dentro de un procedimiento.
	Decisión	Representa una actividad de decisión o conmutación.
	Conector interno	Representa una entrada o una salida de una parte del diagrama de flujo a otra, dentro de la misma página.
	Conector externo	Representa el enlace en hojas diferentes de un procedimiento.
	Documento	Simboliza cualquier documento que intervenga en el proceso y que aporte información para que este se pueda desarrollar.
	Dirección del flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que deben ejecutarse las tareas en el proceso o procedimientos.

Figura 8. Diagrama de flujo

Fuente: Castro 2017.

2.2.3. Sipoc

Según el Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno de Chile (2015):

El Diagrama SIPOC (por sus siglas en inglés Supplier, Input, Process Output, Customer) es una excelente herramienta para la determinación de procesos. Se resume como una visión rápida de todos los procesos de una organización. A través de una herramienta, permite identificar todos los elementos que conforman el proceso (p. 43).

Significado de las siglas, según Guerra (s. f.):

- S: Supplier (proveedor): el que proporciona las entradas al proceso; puede ser una persona u otro proceso.
- I: Input (entrada): material, información, datos, documentación, servicio que se necesita para llevar a cabo las actividades del proceso.
- P: Process (proceso): una secuencia de actividades que añaden valor a las entradas para producir las salidas.
- O: Output (salida): producto, servicio, información, documentación que es importante para el cliente.
- C: Customer (cliente): el usuario de la salida del proceso.

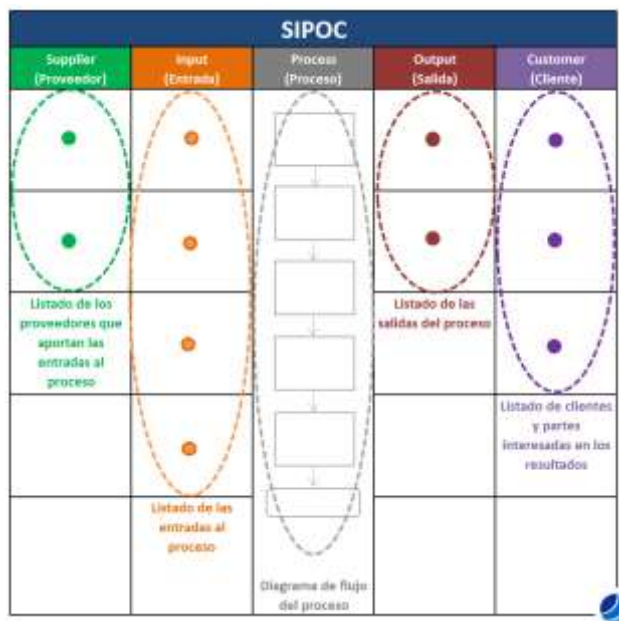


Figura 9. Sipoc

Fuente: Seizer, 2017.

2.2.4. Diagrama de recorrido

Según Sandoval (2013) es “una representación objetiva de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta y en donde se marcan las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material, equipo o trabajadores de una actividad a otra” (p. 4).

SIMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso Agrega, modifica, montaje, etc.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y cantidad. En general no agrega valor.
	TRANSPORTE	Indica el movimiento de materiales. Traslado de un lugar a otro.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentaneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultáneas

Figura 10. Diagrama de recorrido

Fuente: Ochoa Ávila, 2013.

2.2.5. Diagrama Pareto

Según el Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno de Chile (2015) el diagrama de Pareto es:

Una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barra. Las barras representan los factores que provocan un efecto o un problema. Al asignar un orden de prioridad a los factores se puede identificar las causas principales que originan el problema (p. 107).

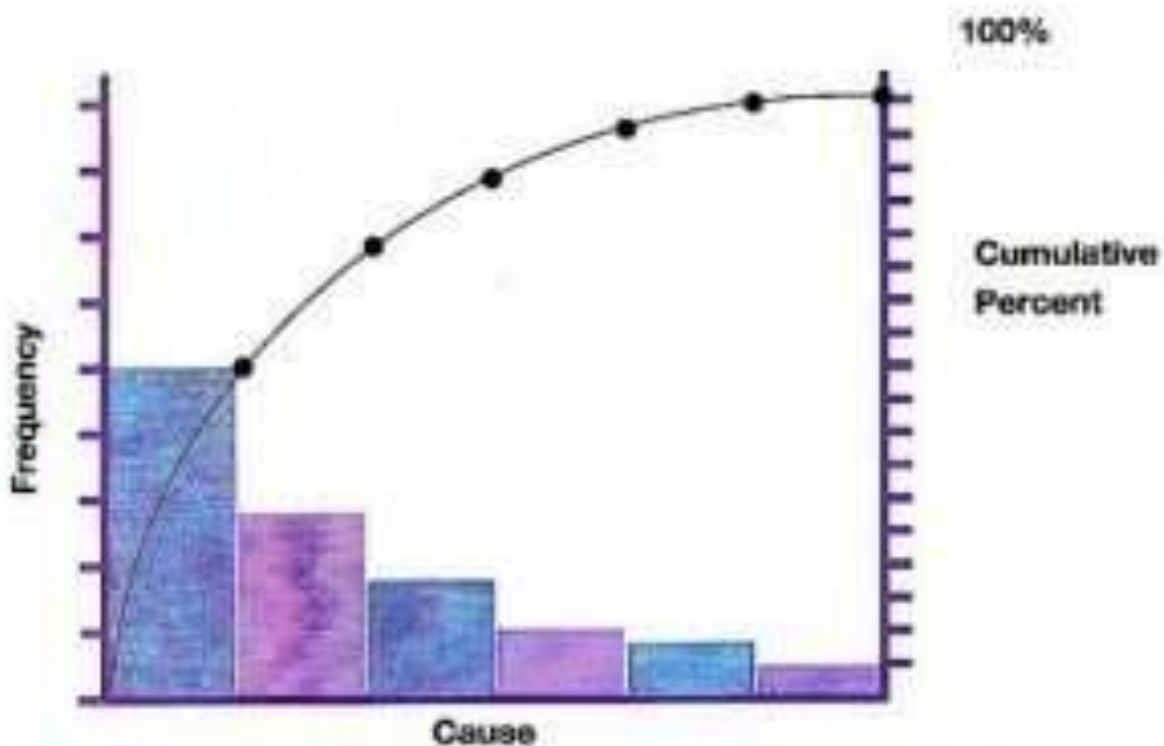


Figura 11. Diagrama Pareto

Fuente: Armando, 2012.

2.2.6. Ratio de consumo sobre ventas

Según La divisa del nuevo milenio (2014) #el ratio de consumo sobre las ventas es: el ratio obtenido de consumo de materias primas en función de las ventas realizadas [...] se calcula: dividiendo el costo de todos los productos en un periodo por el total de ventas alcanzadas en el mismo periodo” (s. p.).

Ecuación 1. *Consumo ventas*

$$\text{consumo ventas} = \frac{\text{consumoreal}}{\text{ventas}}$$

Fuente: La divisa del nuevo milenio, 2014.

Según La divisa del nuevo milenio (2014) “el consumo real se calcula de la siguiente forma” (s. p.).

Ecuación 2. Consumo Real

$$\text{consumo real} = \text{existencias iniciales} + \text{compras} - \text{existencias finales}$$

Fuente: La divisa del nuevo milenio, 2014.

Donde:

El valor monetario del inventario al inicio del periodo en cuestión. Las existencias finales son el valor monetario del inventario al final del periodo en cuestión. Las compras son la suma de las facturas de productos recibidos dentro del periodo en cuestión.

2.2.7. Diagrama Ishikawa

Según el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (2009) es “un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables” (p. 22).

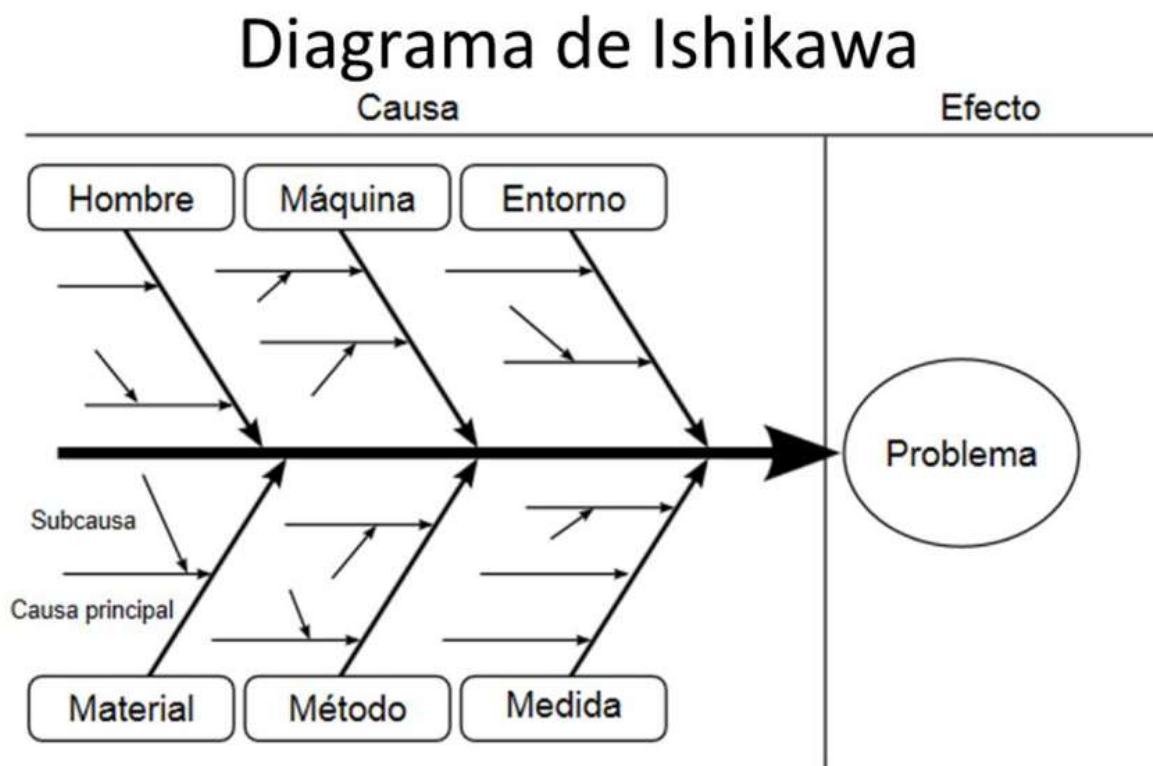


Figura 12. Diagrama Ishikawa

Fuente: serviconsulting.es, s. f.

2.2.8. Sistema de inventarios Q/R

Según Everett y Adam (s. f.) es “una doctrina de operación de reabastecimiento de existencias ordenando una cantidad económica cuando se alcanza el punto de re orden” (p. 506).

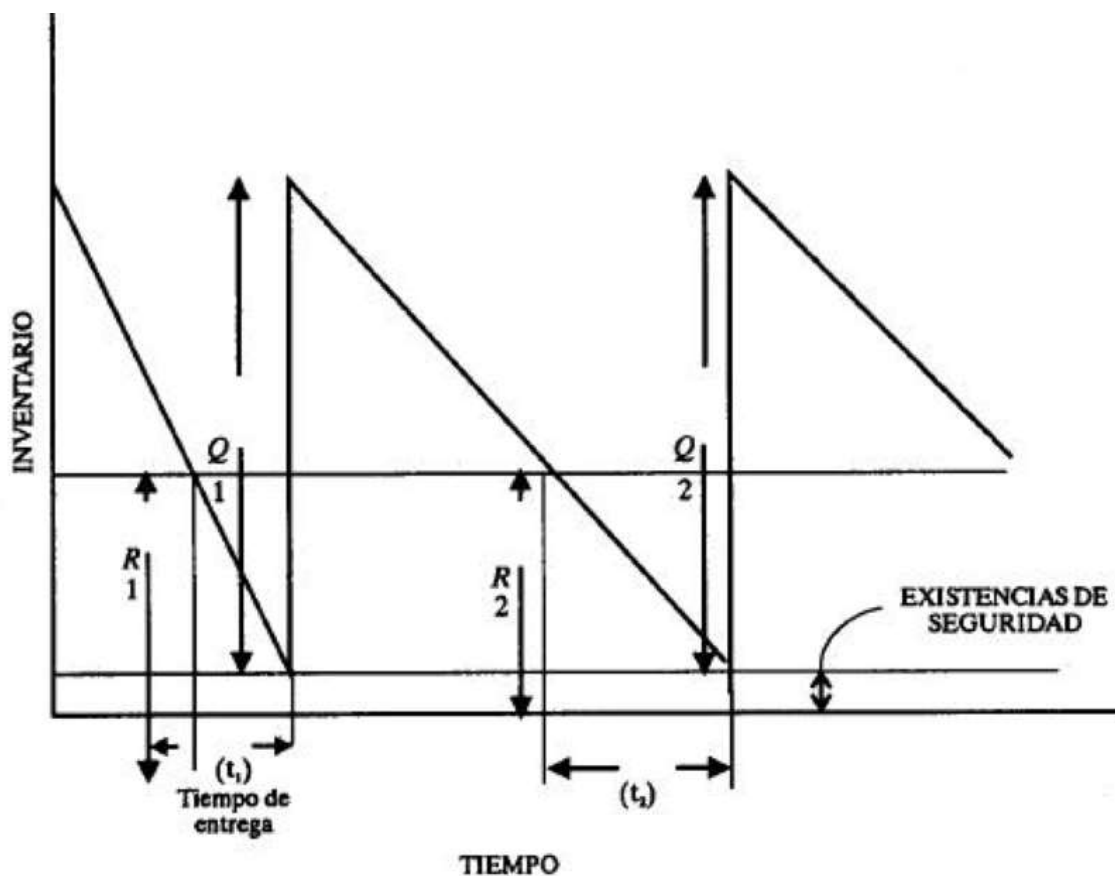


Figura 13. Sistema de inventario Q/R

Fuente: Gerencia de Mantenimiento, s. f.

Según Gerencia de Mantenimiento (s. f.):

En este sistema, la demanda es conocida y es constante. El inventario se va agotando uniformemente hasta que se alcanza un nivel R_1 (nivel de re orden). En R_1 , se coloca un pedido por una cantidad Q_1 . Se supone que estas cantidades llegarán después de un tiempo fijo y conocido, que generalmente se denomina tiempo de entrega. El patrón de demanda se repite entonces y, en el punto R_2 , se ordena la cantidad Q_2 . En tal sistema, $R_1 = R_2$ y $Q_1 = Q_2$.

En el proyecto la propuesta será aplicar un sistema de inventarios QR en donde se establecerán los mínimos y máximos y se describirán las variables más importantes para la gestión de inventario.

2.2.9. Modelo determinista de inventario

Según Ingenioempresa (s. f.) los modelos deterministas de inventarios son: “aquellos donde se toma como supuesto que tenemos certeza la demanda. Esta puede estar dada por pronósticos de demanda o pedidos reales de los clientes” (s. p.).

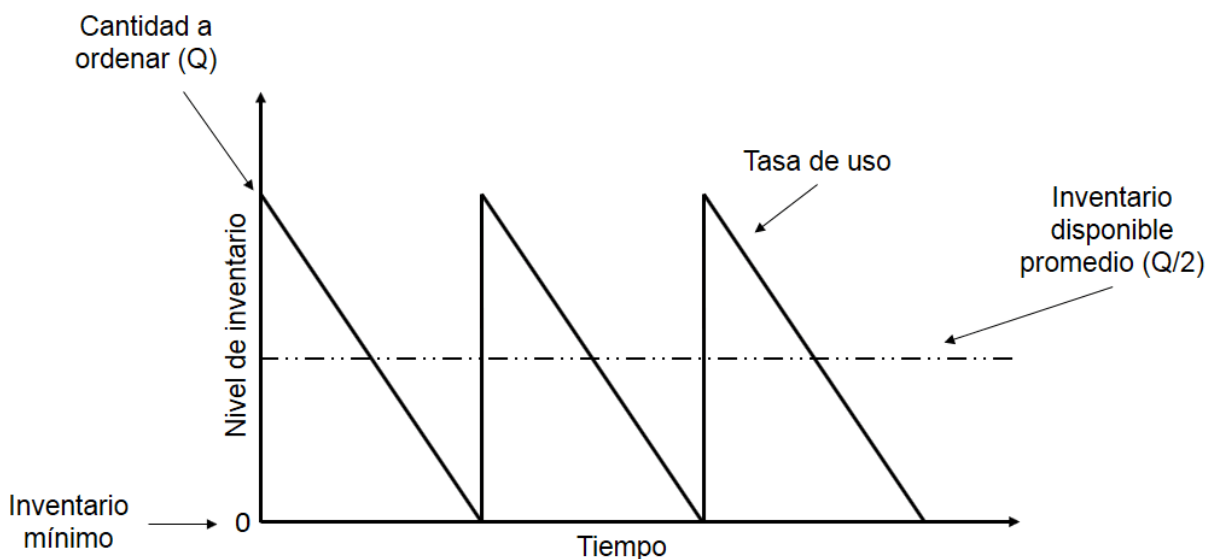


Figura 14. Modelo determinista de inventarios

Fuente: Investigación de operaciones, 2017.

2.2.10. Lote óptimo de pedido

Según Controlgroup (s. f.), el lote de pedido es: “el número de unidades que hay que encargar para optimizar el coste del pedido” (s. p.). Según Bernal (2013) se calcula:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * e * D}{a + P * i}}$$

Donde:

e = coste de emisión por pedido.

D = demanda anual.

a = coste unitario por unidad almacenada.

P= precio por unidad del artículo almacenado.

i= tasa de interés.

P*i= coste de oportunidad causado por tener el producto en el almacén.

2.2.11. Punto de pedido

Según McGraw-Hill (s. f.):

Es el nivel de *stock* que nos indica que debemos realizar un nuevo pedido si no queremos quedarnos desabastecidos y que se produzca una rotura de *stock* [...] hay que tener en cuenta el plazo de entrega del proveedor y la media de las ventas previstas, esto es, la demanda media. De este modo, el punto de pedido se calcula según la siguiente fórmula (p. 55).

Ecuación 3. *Punto de pedido*

$$\text{punto de pedido} = \text{stock seguridad} + (\text{plazo de entrega del proveedor} * \text{demanda media})$$

2.2.12. Stock de seguridad

Según McGraw-Hill (s. f.) *stock* de seguridad es:

Es el previsto para demandas inesperadas de clientes o retrasos en las entregas de los proveedores. Funciona como un «colchón» complementario al *stock* de ciclo. Ayuda a evitar las roturas de *stock* [...] Para calcular el valor de este último debemos considerar el plazo máximo de entrega, es decir, cuanto tardarían en llegar las mercancías en caso de que se produjera un retraso. El *stock* de seguridad deberá ser lo bastante grande para cubrir la demanda media en esos días; de este modo, el *stock* de seguridad se calculará según la siguiente fórmula (pp. 46-55).

Ecuación 4. *Stock de seguridad*

$$\text{stock seguridad} = (\text{plazo máximo de entrega} - \text{entrega del proveedor}) * \text{demanda media}$$

2.2.13. Costes de mantenimiento del stock en el almacén

Según McGraw-Hill (s. f.) estos costes son: “los que se generan por mantener las mercancías y las instalaciones en buen estado: contratos de mantenimiento de las máquinas, de los sistemas informáticos, etcétera” (p. 54). Según Bernal (2013) los costes de mantenimiento del *stock* en el almacén se calculan de la siguiente forma.

Ecuación 5. *Coste de mantenimiento de stock en el almacén*

$$Ca = (a + P * i) * stock\ medio$$

Donde:

a = coste unitario por unidad almacenada.

P= precio por ítem.

i= tasa de interés.

P*i= coste de oportunidad por tener el producto en el almacén.

Ecuación 6. *Stock medio*

$$stock\ medio = stock\ seguridad + \left(\frac{lote\ de\ pedido}{2}\right)$$

Fuente: Bernal, 2013.

2.2.14. Costes de rotura de stock

Según Riquelme (2017) estos costes son: “los costos que se ocasionan cuando no se consigue atender la demanda, debido a la falta de existencias de producto en el almacén” (s. p.).

Según Bernal (2013) los costes de rotura del *stock* se calculan de la siguiente forma:

Ecuación 7. *Coste de rotura de stock*

$$cr = Cs * \left(\frac{D}{Q}\right) * (1 - NS)$$

Donde:

Cs= coste de rotura unitario asociado al *stock* seguridad elegido.

D= demanda anual.

Q= lote óptimo.

NS= nivel de servicio expresado entre cero y uno (% por 1).

1-NS= rotura media (% por 1).

2.2.15. Diagrama de control

En todo proceso o proyecto es importante tener en cuenta un indicador que controle y vea continuamente el proceso para mejorarlo. Una herramienta utilizada por los ingenieros industriales es el diagrama de control. Según Gutiérrez (2014) un gráfico de control es “la comparación gráfica y cronológica de las características de calidad de muestras seleccionadas y medidas del producto o del proceso, con unos límites basados en la experiencia pasada” (p. 56).

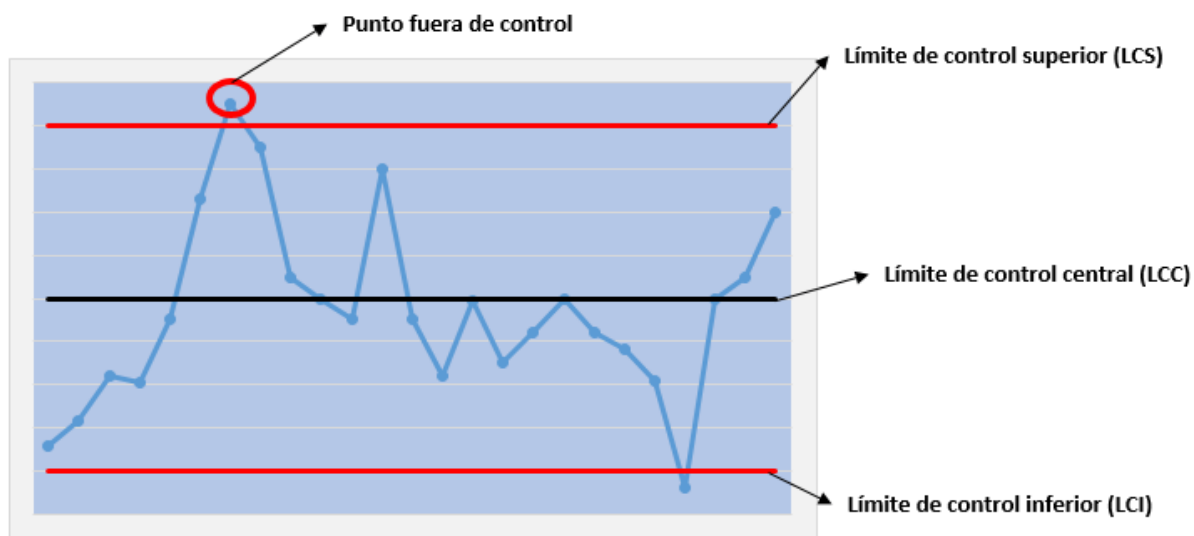


Figura 15. Diagrama de control

Fuente: Ingenioempresa, 2016.

En el desarrollo de la metodología Six Sigma en este proyecto, esta herramienta se implementará en la etapa de control. Se les entrega un diagrama de control que permite observar los límites, tanto superiores como inferiores, para el monitoreo de pedidos de materia prima de nitrógeno, su punto de reorden y puntos críticos a los que no deberían llegar.

2.2.16. Control visual del proceso

En toda implementación de un proyecto es importante tener un indicador que vea y monitoree su comportamiento durante un periodo para mejorarlo continuamente. Una de las herramientas más utilizadas por su facilidad es la de control visual. Según Hernández Matías (2013) los controles visuales son:

Un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros. El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora (p. 52).

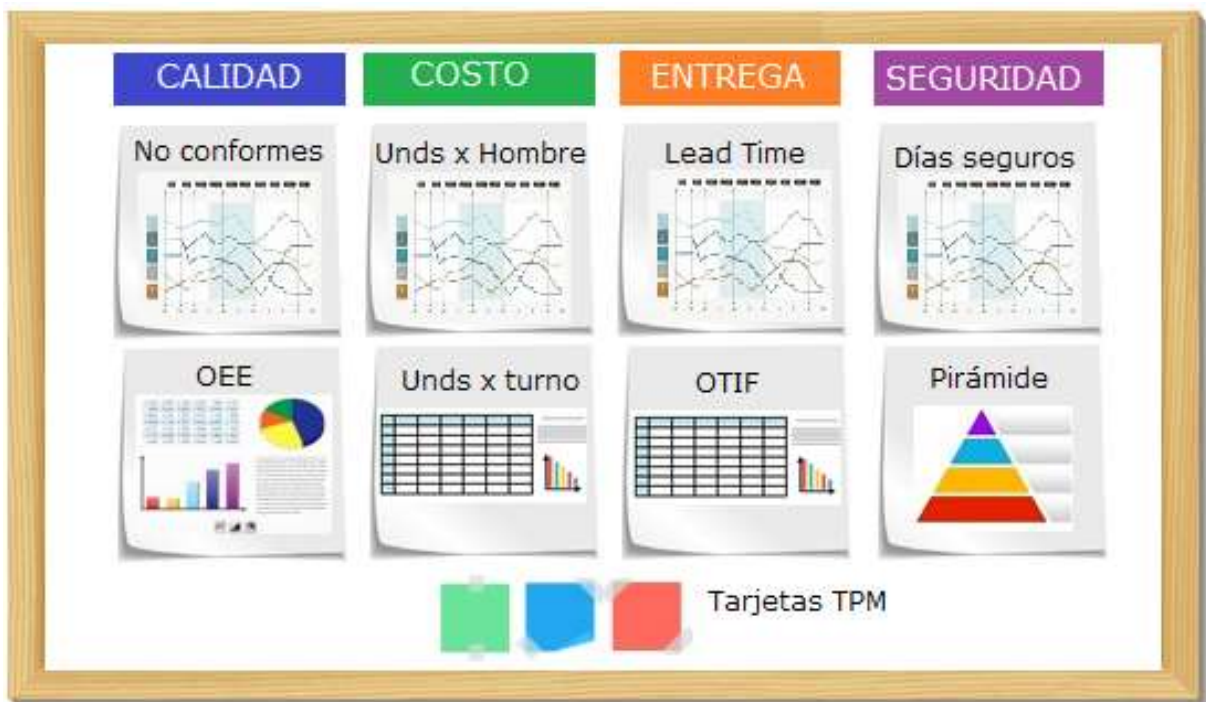


Figura 16. Control visual

Fuente: López, s. f.

En el desarrollo de la metodología Six Sigma, esta herramienta se implementará en la etapa de control. Se le entregará a la empresa un instructivo que informará sobre el uso adecuado de la propuesta recomendada para que se guíen, generen un mayor desempeño y vean mejoras futuras.

Capítulo III. Marco metodológico

3.1. Tipo de investigación

En el presente proyecto se desarrollará una investigación mixta. Según Cedeño (s. f.), estas logran una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno a investigar, se sustentan en las fortalezas de las cuantitativas y cualitativas y no en sus debilidades. Además, permiten formular el planteamiento del problema con mayor claridad, así como las maneras más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de la investigación, producir datos más ricos y variados mediante la multiplicidad de observaciones, ya que se considera diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis.

Asimismo, ayudan a potenciar la creatividad teórica por medio de suficientes procedimientos críticos de valoración, efectuar indagaciones más dinámicas. También permiten apoyar con mayor solidez las inferencias científicas, facilitan la exploración de los datos y el desarrollo nuevas destrezas o competencias en materia de investigación, o bien reforzarlas. Se utilizará este tipo de investigación debido a contrasta datos para confirmar los resultados y descubrimientos en áreas de una mayor interna y externa del estudio.

Al utilizar estos datos se pueden contrarrestar las debilidades potenciales de algunos de los dos métodos y robustecer las fortalezas de cada uno, para obtener una visión más comprensiva sobre el planteamiento. Esto permite examinar los procesos más holísticamente (descripción de su estructura y sentido de entendimiento) con una mayor capacidad de explicación mediante la recolección y análisis de los datos obtenidos.

3.2. Alcance de la Investigación

El alcance de esta investigación tendrá un enfoque de estudio descriptivo cuyo objetivo es describir un fenómeno, una situación, un contexto o un evento, es decir, detalla cómo se manifiestan. Según la autora García Salinero (s. f.), este tipo de estudios también pueden denominarse transversales, de corte, de prevalencia, etc. Independientemente, de la denominación utilizada, todos son observacionales, en los cuales no interviene o se manipula el factor de estudio. Es decir, se observa lo que ocurre con el fenómeno en estudio en condiciones naturales en la realidad. A la vez, pueden clasificarse en transversales si se analiza el fenómeno en un periodo

corto y longitudinales si se hace en un lapso más largo. Este tipo de estudios pretende identificar y describir fenómenos, mediante la observación y medición de estos, para responder a las siguientes preguntas básicas:

- ¿Qué pasa?
- ¿A quién le pasa eso?
- ¿Dónde ocurre ese fenómeno?
- ¿Cuándo sucede?

3.3. Fuentes de información

Existen tres tipos de fuentes de información, según su nivel informativo, estas son primarias, secundarias y terciarias.

3.3.1. Fuentes primarias

Contienen información nueva u original y cuya disposición no sigue habitualmente ningún esquema predeterminado. Se accede a estas directamente o por medio de las fuentes de información secundarias.

3.3.2. Fuentes secundarias

Contienen material conocido, pero organizado según un esquema determinado. La información que contiene referencia a documentos primarios. Son el resultado de aplicar las técnicas de análisis documental sobre las fuentes primarias y de la extracción, condensación u otro tipo de reorganización de los datos que estas contienen, con el fin de hacerla accesible a los usuarios.

3.3.3. Fuentes terciarias

Contienen información de las secundarias. Son fuentes que no están muy tratadas incluso en su conceptualización y naturaleza. Son consecuencia de las fuentes secundarias, sirven para hacer frente a la proliferación de los documentos secundarios. Para desarrollar esta investigación se identificaron las siguientes fuentes, según su nivel informativo:

Tabla 2. *Fuentes de información*

Fuentes Primarias	Fuentes Secundarias	Fuentes Terciarias
Información de plan de producción, producciones y consumos proporcionada por la embotelladora	Plan de producción Inventario de consumos de nitrógeno Registro de producciones por día	Formato en Microsoft Excel que ve las cantidades a producir Informe de inventario del nivel de nitrógeno y cantidad de dewars Registro en Microsoft Excel de producción por hora, presentación y por día
Información de campo recabada en los puntos del proceso	Diagrama de proceso Diagrama del macroproceso	Manual de procesos y procedimientos
Registros de inventarios proporcionados por la embotelladora	Formato de inventarios diarios Ajustes de inventario mensual	Información enviada por correo electrónico al analista de información diaria y mensualmente
Diagrama de proceso proporcionado por la empresa	Diagrama del proceso del manejo del nitrógeno	Localización de puntos de consumo de nitrógeno gaseoso y líquido
Sistema de medición de nitrógeno gaseoso y líquido	Procedimiento de medición de nitrógeno gaseoso y líquido	Información escrita en Microsoft Word que incluye el procedimiento de medición gaseoso y líquido
Algoritmo de medición de consumos de nitrógeno	Procedimiento de utilización de la variable	Información escrita en Microsoft Word que incluye el procedimiento de medición gaseoso y líquido

Fuente: elaboración propia.

3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Según Cedeño (s. f.), una investigación mixta logra una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno a investigar, se sustenta en las fortalezas de las cuantitativas y cualitativas y no en sus debilidades. Además, permite formular el planteamiento del problema con mayor

claridad, así como las maneras más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de la investigación. Asimismo, da la posibilidad de producir datos más ricos y variados, mediante la multiplicidad de observaciones, ya que se considera diversas fuentes y tipos de datos, contextos o ambientes y análisis.

La presente investigación tiene dos enfoques, tanto como cuantitativo, debido a que el proyecto se basa en el análisis de la producción real, consumo real e ingresos reales. Toda esta información será proporcionada en bases de datos y hojas de Microsoft Excel. Por otro lado, se tendrá un enfoque cualitativo para recolectar información sobre el manejo y los puntos en donde se utiliza el nitrógeno en la línea de producción para entender el proceso e implantar adecuadamente la solución del problema.

3.5. Procedimientos metodológicos de la investigación

El proyecto por desarrollar será manejado con la metodología de mejora continua Six Sigma. Esta se aplicará al problema de la gestión del nitrógeno que tiene la embotelladora para abastecer a la línea de producción

En el proyecto se desea averiguar, tanto los consumos como los costos de nitrógeno y, a la vez, el plan de producción de las bebidas no carbonatadas de los SKU por estudiar. Asimismo, se busca analizar la situación actual sobre el manejo de la gestión del nitrógeno para el abastecimiento de la línea de producción. Seguidamente se explican los puntos más importantes:

- Población de interés: se enfocará en las bebidas no carbonatadas que brinda la embotelladora, las cuales en su fórmula complementaria del producto lleva incluido nitrógeno.
- Tipo de muestreo: se usará de la técnica a juicio o por conveniencia la cual, según Ulate (2016), consiste en seleccionar una muestra por el hecho de que sea accesible.
- Tamaño de la muestra: se tomarán muestras en los días hábiles de los meses: julio, agosto y agosto. Esto de acuerdo con el plan de producción de la embotelladora, esto representa 55 producciones de los diferentes SKU a estudiar de las bebidas no carbonatadas en total.

Capítulo IV. Marco situacional

4.1. Historia de la compañía

La historia del Grupo FEMSA se remonta al año de 1890, cuando el grupo VISA (Valores Industriales S. A. – ahora FEMSA) fundó Cervecería Cuauhtémoc en Monterrey, primera productora de cerveza de la República Mexicana.

Casi 90 años después, en 1979, FEMSA adquiere las franquicias de The Coca-Cola Company para producir y comercializar refrescos en el Valle de México y en la mayor parte del sureste de la República Mexicana.

En 1993 se consolida la sociedad entre The Coca-Cola Company y Grupo FEMSA, dando origen a Coca-Cola Femsa S. A. de C.V. Un año después, Coca-Cola Femsa rebasa las fronteras mexicanas al adquirir a Coca-Cola Sociedad Anónima, Industrial, Comercial y Financiera de Argentina, convirtiéndose en Coca-Cola Femsa de Buenos Aires, e iniciando así la expansión latinoamericana.

En mayo de 2003, después de 24 años de experiencia en la comercialización de bebidas gaseosas, Coca-Cola Femsa da el gran salto en términos de expansión internacional, adquiriendo la totalidad de las operaciones de Panamerican Beverages Company (PANAMCO) en América Latina. De esta manera, se constituye en la principal empresa embotelladora de productos de Coca-Cola en América Latina, con presencia en nueve países.

Actualmente, Grupo FEMSA es una de las organizaciones más importantes de México y la mayor empresa del ramo de alimentos y bebidas. Cotiza sus acciones en las Bolsas de Valores de México (Bolsa Mexicana de Valores) y de Nueva York (The New York Stock Exchange) (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

4.2. Localización

El presente trabajo se está llevando a cabo en una embotelladora de la Coca-Cola Femsa ubicada en Centroamérica, específicamente en Costa Rica. Esta sede cuenta con una ubicación accesible para la distribución de sus productos a todo el país y a Centroamérica. En la *Figura 17* se puede observar su localización, en San José, Calle blancos, un área de alto comercio en el país. Esto les permite tener puntos de venta beneficiosos y una ventaja competitiva.



Figura 17. Localización de embotelladora

Fuente: elaboración propia.

4.3. Área estrategia

4.3.1. Visión

El enfoque hacia el cumplimiento de nuestra misión solo se compara con la pasión por alcanzar nuestros objetivos estratégicos:

- a. Ser el mejor tenedor, socio y operador de largo plazo de nuestros negocios.
- b. Aspirar a duplicar el valor del negocio cada 5 años.
- c. Ser líderes en nuestros mercados.
- d. Ser el mejor empleador y vecino de las comunidades en las que operamos (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

4.3.2. Misión

Generar valor económico y social por medio de empresas e instituciones.

- a) Generamos valor económico a través del diseño, construcción y escalamiento de modelos de negocio masivos, que habilitan de manera diferenciada y eficiente a nuestros clientes en sus necesidades cotidianas.
- b) Generamos valor social contribuyendo a mejorar las comunidades que servimos con nuestro actuar, con el desarrollo integral de nuestros colaboradores, y con propuestas de valor que generen bienestar (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

4.4. Valores

Un colaborador FEMSA genera un gran impacto, siempre busca trascender, antepone el bien mayor de la organización por encima de sus objetivos profesionales y se destaca por su:

- a) **Integridad y Respeto:** Es íntegro en sus comportamientos y mantiene un trato respetuoso y digno con todas las personas.
- b) **Sentido de Responsabilidad:** Es comprometido. Mide, reconoce y se hace cargo de sus acciones.
- c) **Sencillez y Actitud de Servicio:** Percibe que todos son valiosos e importantes y siempre está dispuesto a colaborar y servir para beneficio de nuestra organización.
- d) **Pasión por Aprender:** Está en búsqueda constante del aprendizaje y de nuevos retos que le permitan desarrollarse continuamente en un entorno dinámico (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.)

4.4.1. FODA

En la Tabla 4 se presenta un análisis FODA actual de la embotelladora, es importante tomarlo en cuenta para el desarrollo del presente proyecto e identificar aspectos que puedan servir de ayuda a la elaboración de la propuesta.

Tabla 3. *FODA*

Fortalezas (F)		Debilidades (D)	
a)	Sistema de información	a)	Apego a Disciplina operativa
b)	Sistemas de gestión certificados	b)	Bajo estándar de almacenamiento
c)	Capacidad de procesos	c)	Desempeño de contratistas
d)	Planta modelo en operación de procesos	d)	Cultura sistémica y pensamiento con base en riesgos
e)	Procesos diferenciados, alto número de SKU	e)	Administración del conocimiento
f)	Capacidad instalada, incremento de <i>output</i> .	f)	Nivel del sistema de gestión de mantenimiento
Oportunidades (O)		Amenazas (A)	
a)	Profundizar cultura de seguridad	a)	Temas ambientales con los vecinos (Planta de tratamiento, amoniaco, transporte)
b)	Administración de alto número de SKU producidos	b)	Proveedores únicos
c)	Profundidad en el análisis estadístico	c)	Movimiento creciente de organización sindical en el sector de industria privada
d)	Administración de proceso multiempaques	d)	Contracción del mercado
e)	Fortalecimiento del Clima Laboral		

Fuente: elaboración propia.

En un análisis FODA como estos, el proyecto se debería enfocar en el recuadro de las debilidades, para tomarlas como una oportunidad de mejora para la embotelladora. Una debilidad que podría afectar la elaboración de este proyecto es la falta de administración del conocimiento, para esto, en la propuesta se instruirá al gerente de Producción, para que se capacite y disperse el conocimiento a todo su personal.

4.5. Organigrama

Coca-Cola Femsa de Costa Rica S. A. cuenta con un grupo de colaboradores conformado por más de 1200 personas, con una edad promedio de 30 años y una antigüedad promedio de 8 años. La presencia de la embotelladora (antes Embotelladora Tica S. A.) data de hace más de 60 años, época en la que revolucionó el mercado de bebidas costarricense. En la *Figura 18*, se demuestra el organigrama de manufactura de la embotelladora, enfocado en el Área de Producción.

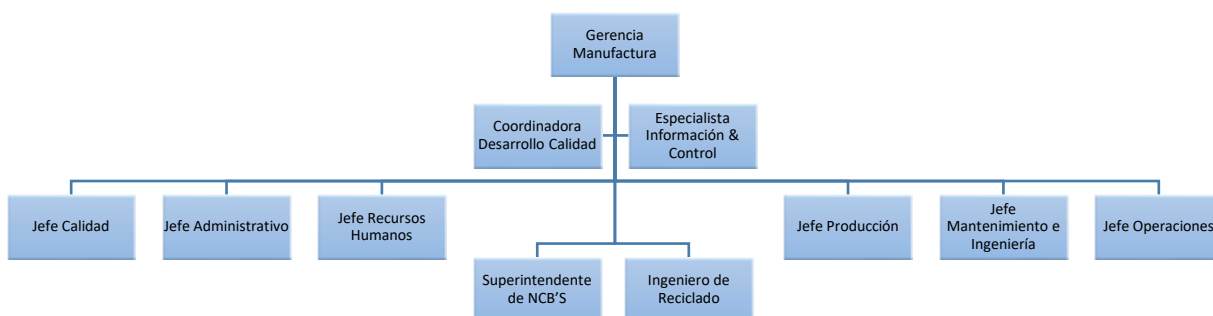


Figura 18. Organigrama Manufactura General

Fuente: elaboración propia.

El área en la que se elaborará el presente proyecto será enfocada en el Área de Producción de la embotelladora, su organigrama se presenta en la *Figura 19*.

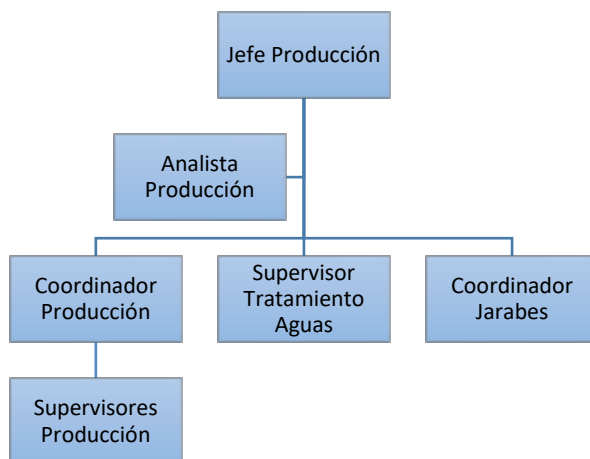


Figura 19. Organigrama Manufactura (Campo de estudio)

Fuente: elaboración propia.

Esta Área de Producción cuenta con varias líneas. Este trabajo solo se enfocará en una de ellas, la que consume nitrógeno en algunas de sus puntos del proceso y produce bebidas no carbonatadas.

4.6. Productos

4.6.1. Bebidas carbonatadas

Son bebidas que se hacen por medio de una relación de mezcla de jarabe simple, agua y CO₂, entre estos están:

- a. Coca-Cola.
- b. Coca-Cola Light.
- c. Fanta.
- d. Fresca.
- e. Sprite.

4.6.2. Bebidas no carbonatadas

Son productos que no necesitan CO₂ como preservante y se producen con agua tratada entre las que están:

- a. Powerade.
- b. Fuze Té.
- c. Del Valle Fresh.
- d. Naranjanada.

4.7. Clientes

La Embotelladora Coca-Cola Femsa tiene clasificados sus clientes en:

- a. Cadenas de supermercados como PriceSmart, Walmart, Mas por Menos; supermercados individuales.
- b. Tiendas de conveniencia como Fresh Market, tiendas de misceláneos, cadenas de restaurantes, restaurantes individuales.

Los clientes se tienen divididos en dos canales:

- c. Canal *on*: son los que consumen dentro de un negocio.
- d. Canal *off*: son los que se llevan las bebidas para consumirlas fuera del negocio.

4.8. Mercado

Coca-Cola Femsa cuenta con los derechos de preparación, envase, distribución y venta de las bebidas de The Coca-Cola Company, y es uno de sus diez embotelladores ancla a nivel mundial. El 45.7 % de su capital social es propiedad del Grupo FEMSA, el 39.6 % es propiedad de subsidiarias de The Coca-Cola Company y el 17.4 % restante es propiedad del público inversionista.

Con la adquisición de Panamerican Beverages, Inc. (Panamco). en mayo de 2003, Coca-Cola FEMSA S. A. de C.V. es ahora la segunda embotelladora de Coca-Cola más grande del mundo (la más grande después de Coca-Cola Enterprise, embotellador propio de The Coca-Cola Company en EE. UU.), vendiendo uno de cada diez productos Coca-Cola comercializados en el planeta.

Actualmente es la embotelladora más grande de Latinoamérica, distribuyendo a través de nueve países aproximadamente 1.8 billones de cajas unidad al año, equivalentes aproximadamente al 40 % del volumen de ventas de Coca-Cola en la región.

Cuenta con una red de distribución única en la región, que consiste en 30 plantas embotelladoras y 244 Centros de Distribución, los cuales atienden a casi 1.7 millones de clientes (puntos de venta), para asegurar el abastecimiento a los más de 179 millones de consumidores. Actualmente, el número total de empleados supera los 56,000 colaboradores, incluyendo terceros. Actualmente tiene presencia en:

- a) México: una parte sustancial del centro de México (incluyendo la Ciudad de México) y el sureste de México (incluyendo la región del Golfo).
- b) Centroamérica: la Ciudad de Guatemala y los alrededores, Nicaragua (todo el país), Costa Rica (todo el país) y Panamá (todo el país).
- c) Colombia: la mayor parte del país.
- d) Venezuela: todo el país.
- e) Brasil: el área de São Paulo, Campinas, Santos, parte del estado de Mato Grosso do Sul y parte del estado de Goias.
- f) Argentina: Buenos Aires, Capital Federal y los alrededores.
- g) Uruguay (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

Las operaciones de Coca-Cola Femsa en Latinoamérica están organizadas en tres grandes regiones geográficas o divisiones.

4.8.1. México

Representa el mayor volumen de ventas de la región, absorbiendo el 53 % de las ventas totales de la empresa. Alberga las oficinas corporativas de la empresa, ubicadas en la ciudad de Monterrey.

El alcance de la operación de México se extiende a una parte sustancial del centro de México (incluyendo la Ciudad de México) y el sureste de México (incluyendo la región del Golfo) (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.)

4.8.2. Latincentro

Está conformada por las operaciones de Centroamérica (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), Colombia y Venezuela. Cuenta con un equipo de más de 21.000 colaboradores.

Cerca de 3.000 rutas de reparto atienden la demanda de más de 90 millones de consumidores a través de más de 732.000 puntos de venta, generando para la División Latincentro un 24 % de las ventas de la región (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

4.8.3. Mercosur

La División más al sur del continente está conformada por las operaciones de Brasil y Argentina, y genera el 23 % del volumen de ventas de la región.

En Brasil, Coca-Cola Femsa tiene presencia en el área de São Paulo, Campinas, Santos, el Estado de Mato Grosso do Sul y parte del Estado de Goias. Por su parte, la operación de Argentina se extiende a lo largo de Buenos Aires Capital Federal y sus alrededores (Coca-Cola Femsa, s. f., s. p.).

4.9. Competencia

Los principales competidores de la Embotelladora Coca-Cola Femsa son:

- Fifco que produce y distribuye las marcas de Pepsi y tiene una fuerte participación en segmento de té tropical.
- Dos Pinos con participación en la categoría de té.
- Pequeñas embotelladoras que lanzan productos no carbonatados al mercado.

4.10. Macroproceso

Para la elaboración de este proyecto uno de los objetivos es conocer el proceso que lleva a cabo la embotelladora desde que recibe el nitrógeno hasta que lo utiliza en su producto terminado. La *Figura 20* demuestra el proceso para la aceptación y recibo del nitrógeno a la embotelladora. En los capítulos siguientes se detallarán cada uno de estos procesos.

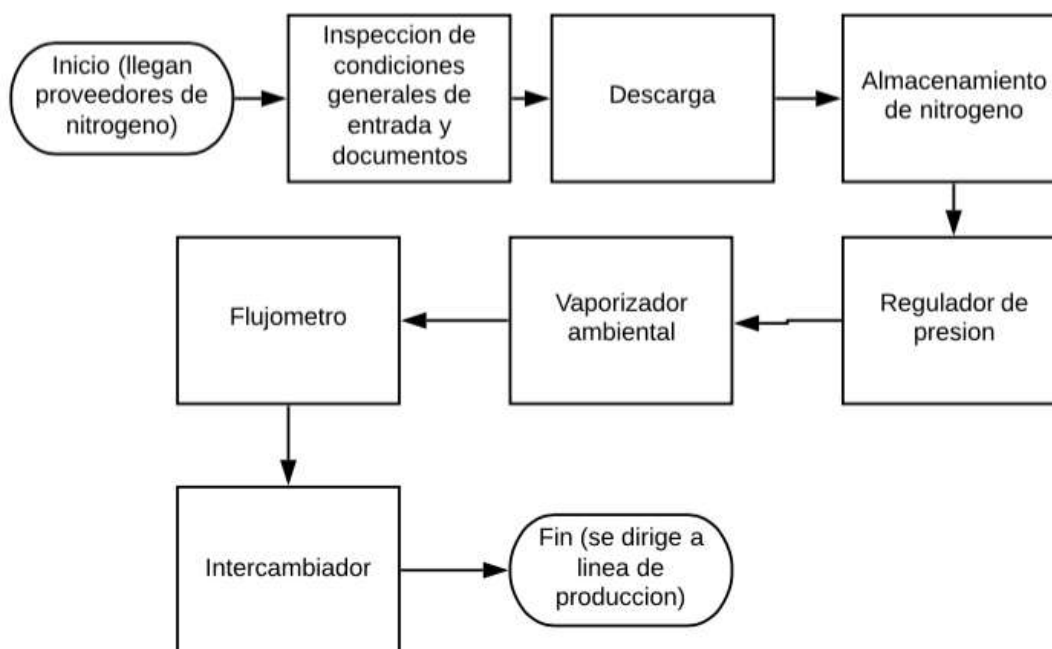


Figura 20. Diagrama de flujo de nitrógeno

Fuente: elaboración propia.

En este proceso se tienen que considerar el almacenamiento de nitrógeno, este se descarga del camión especial del proveedor, en un estado líquido y se almacena en un tanque de 11,000 litros para después utilizarlo en la línea de producción. Después de almacenarse en el tanque pasa por un proceso de cambio de estado con el vaporizado ambiental. Para saber cuánto nitrógeno se está utilizando se necesita observar el medidor digital el cual mide presión y mm de H₂O. Con esos datos se utiliza un convertidor el cual permite determinar el consumo de nitrógeno que se envía a las líneas de producción de bebidas no carbonatadas.

En la *Figura 21* se presenta el proceso de una línea de producción en la cual señala los puntos a los que llega el nitrógeno para utilizarlo en la producción de las bebidas. En los capítulos siguientes se detallará cada uno de estos procesos.

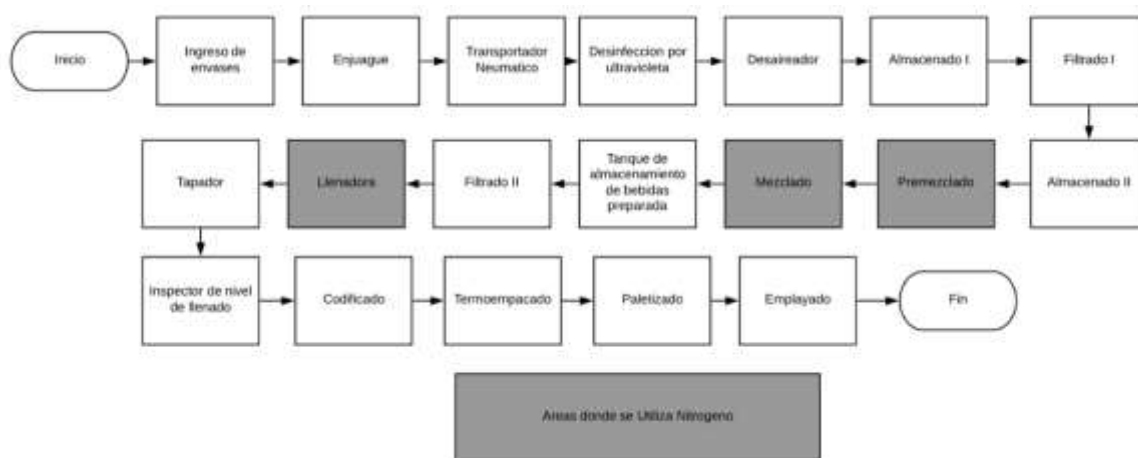


Figura 21. Línea de producción de bebidas no carbonatadas

Fuente: elaboración propia.

Las áreas en las que se debe enfocar el estudio de este proyecto son las de las máquinas de premezclado, mezclado y llenadora. El cálculo de consumo real se presentará en los siguientes capítulos. Con toda la información se pueden determinar los consumos reales y observar oportunidades de mejora para el abastecimiento de nitrógeno, el cumplimiento del plan de producción y evitar productos defectuosos.

Capítulo V. Análisis de la situación actual

Con el propósito de analizar la situación actual de la embotelladora de bebidas de refrescos en Costa Rica, con respecto al uso del nitrógeno, se desarrollará una evaluación del proceso utilizado actualmente. El nitrógeno se maneja de dos formas, en estado gaseoso el cual es almacenado en tanque y la segunda en estado líquido en *dewars*. A continuación se describe el proceso de cada uno.

5.1. Proceso del manejo de nitrógeno

5.1.1. Tanque



Figura 22. Tanque nitrógeno gaseoso

Fuente: elaboración propia.

Proceso	Descripción
Inspección de condiciones generales de entrada y documentos	En esta etapa del proceso se realiza una revisión e inspección de la documentación tal es el caso de certificados de calidad de cada uno de los lotes que ingresan y se efectúa la inspección de los contenedores de envío, con el fin de garantizar que no hay signos de deterioro ni de contaminación (olores a pintura, humedad excesiva, materia extraña, olores químicos u otros malos olores que puedan afectar la calidad del material de entrada. Esta inspección se realiza por parte del encargado de bodega.
Descarga	Si el lote cumple con todas las especificaciones de calidad, el nitrógeno en su estado líquido se descarga al tanque por medio de una cisterna. Esta operación está a cargo del proveedor del producto.
Almacenamiento	A una alta presión el nitrógeno es contenido en un tanque presurizado. Con un regulador de presión mantiene la presión dentro del tanque en caso de que la misma baje el nitrógeno pasa por ese intercambiador para que vuelva al estado gaseoso y, aumente, la presión.
Vaporizador Ambiental	Una vez que se requiere el envío de nitrógeno hasta el punto de uso, el vaporizador utiliza el aire caliente del ambiente y realiza el cambio de fases del estado líquido al gaseoso. Posteriormente, pasa por un medidor de flujo que abre la válvula para el envío. Por medio de un flujómetro se mide el consumo de nitrógeno en general que es enviado hacia la línea de producción.
Intercambiador	Se utiliza para subir la presión de nitrógeno para enviarlo con suficiente presión al sistema para su uso en la línea de producción; por medio del cambio de temperatura para que aumente la presión. A estos puntos de uso llega por medio de las tuberías.
Línea de Producción	Por medio de las tuberías se distribuye el nitrógeno y llega a utilizarse en las máquinas mezcladora y llenadora de la línea de producción.

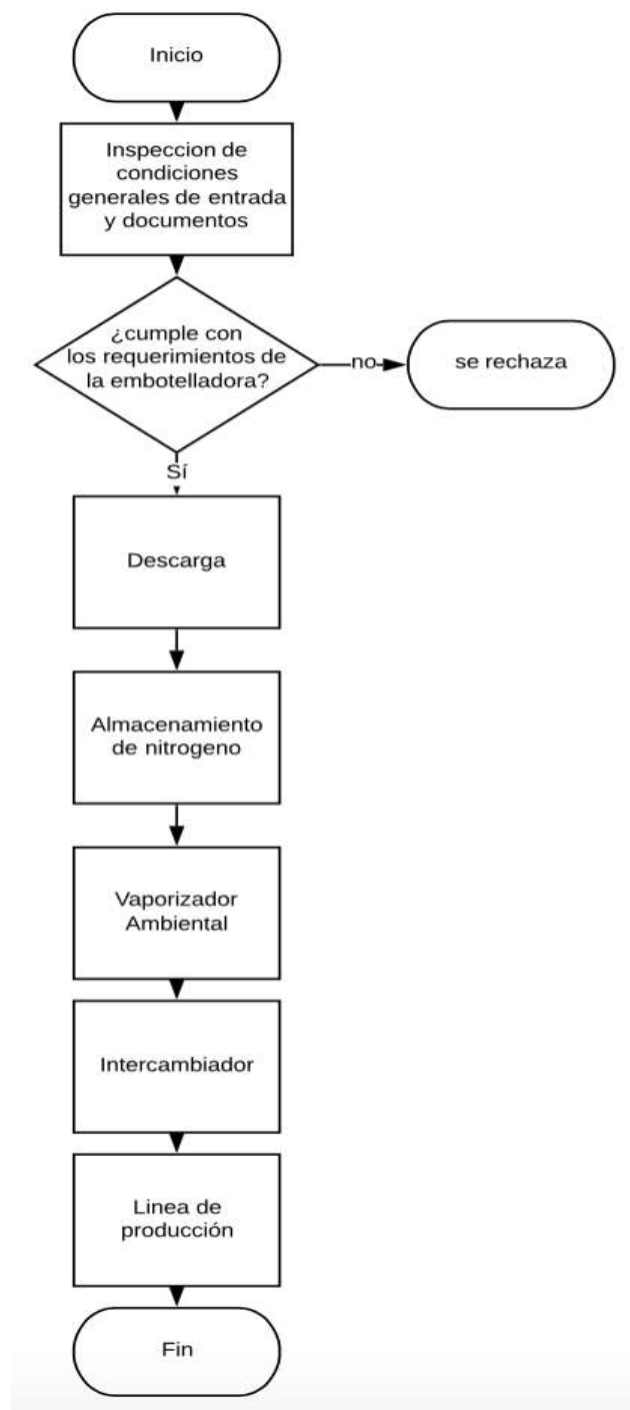


Figura 23. Diagrama de flujo manejo de nitrógeno tanque

Fuente: elaboración propia.

5.1.2. Dewars



Figura 24. Dewars nitrógeno líquido

Fuente: elaboración propia.

Proceso	Descripción
Inspección de condiciones generales de entrada y documentos	En esta etapa del proceso se realiza una revisión e inspección de la documentación tal es el caso de certificados de calidad de cada uno de los lotes que ingresan y se efectúa la inspección de los contenedores de envío, con el fin de garantizar que no hay signos de deterioro ni de contaminación (olores a pintura, humedad excesiva, materia extraña, olores químicos u otros malos olores que puedan afectar la calidad del material de entrada. Esta inspección se realiza por parte del encargado de bodega.
Descarga	Si el lote cumple con todas las especificaciones de calidad, los dewars de nitrógeno se descargan. Esta operación está a cargo del proveedor del producto.
Almacenamiento	Los dewars de nitrógeno se almacenan en un área cerca de la línea de producción para su pronto utilización

Línea de Producción	Se escoge un dewar y se lleva al nitrogenador para su utilización en la línea de producción.
---------------------	--

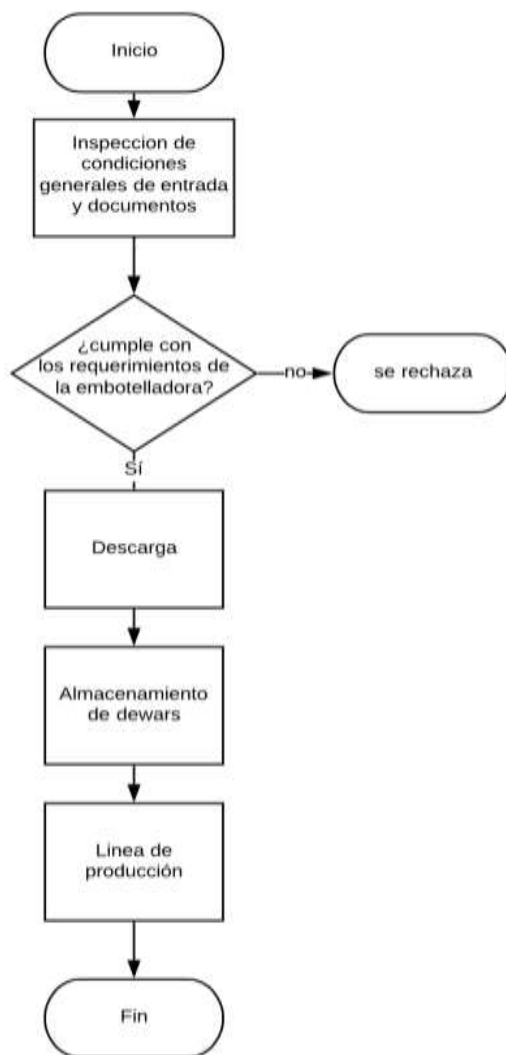


Figura 25. Diagrama de flujo manejo de nitrógeno dewars

Fuente: elaboración propia.

5.2. Identificación de uso de nitrógeno en la línea de producción

5.2.1. Tanque

5.2.1.1. Máquina mezcladora

En esta máquina se hace una mezcla proporcional de agua y jarabe, de acuerdo con cada una de las fórmulas de los productos. Estos ingresan simultáneamente al tanque de mezcla, por medio de válvulas, las cuales se abren automáticamente, según la receta que requiera el producto que se elaborará. La mezcla de agua con jarabe terminado es impulsada por medio de una presión controlada de nitrógeno, a través de una bomba centrífuga que se encarga de mezclar ambos líquidos de forma homogénea.



Figura 26. Mezcladora

Fuente: elaboración propia.

5.2.1.2. Máquina llenadora

En esta máquina, el nitrógeno se utiliza para generar una contrapresión, lo que facilita el llenado de las botellas. Las válvulas se abren por medio de mecanismos de mariposas lo que permite el paso de nitrógeno a presión del tazón de la llenadora a la botella, a través del tubo de venteo, hasta obtener un equilibrio de presiones. Este proceso trabaja normalmente en rangos de 20 a 30 libras de presión.

De forma automática, el resorte de compresión de la válvula de líquido y el producto comienza a descender por gravedad conducido por los espaciadores a las paredes interiores de

la botella. Su finalidad es evitar turbulencias y no obstruir el regreso de nitrógeno al tazón. El llenado finaliza cuando el líquido en la botella ha alcanzado el borde inferior del tubo de venteo. En este momento se impide el regreso de aire al tazón, lo que produce una presión de superficie en el cuello de la botella que interrumpe automáticamente el llenado. Posteriormente se cierran las válvulas que permitieron crear la contrapresión y el llenado. Al cerrarlas válvulas se libera la presión que se encuentra dentro del cuello de la botella, a través del SNIFFT.



Figura 27. Válvula de llenado

Fuente: Femsa, s. f.

5.2.2. Dewars

5.2.2.1. Nitrogenadora

Esta máquina se encarga de agregarle proporcionalmente una gota de nitrógeno, de acuerdo con el tamaño de la bebida no carbonatadas, la cual genera una presión interna y logra

estabilidad en el almacenamiento del producto. El nitrógeno, al generar presión interna controlada, evita deformaciones en el envase y soporta la carga vertical provocada por el peso del producto al colocarse en cuatro niveles. La presión interna del producto, de acuerdo con especificaciones del proceso, debe ser mayor a 7 psi, no mayor a 10 psi.



Figura 28. Nitrogenador

Fuente: Femsa s. f.

5.3. Mediciones de consumo de nitrógeno

Se tomaron varias muestras para analizar el consumo, se consideraron los días que hubo producción entre los meses julio, agosto y setiembre. En la medición se considera las cajas producidas como los litros y kilos de nitrógeno consumidos, estos son cuadrados con los ingresos obtenidos en el Área de Suministros que es la encargada de la recepción de los materiales.

5.3.1. Tanque

Para llevar a cabo las mediciones se utilizó la herramienta digital que está conectada con el tanque de nitrógeno, esta indica dos variables, presión en (psi) y nivel de nitrógeno en mm H₂O.



Figura 29. Medidor en el tanque

Fuente: elaboración propia.

Estas variables son importantes para determinar el nivel de nitrógeno que queda en el tanque cada vez que se produce bebidas no carbonatadas en la línea de producción 3. Para determinar el consumo se utilizó un convertidor proporcionado por la empresa, el cual indica el consumo en litros en función de las variables mencionadas.

Fecha	Ingreso de Nitrogeno	Nivel de Nitrogeno	Presion Nivel de Nitrogeno
1/7/19		83	114
2/7/19		77	115
3/7/19		75	119
4/7/19		73	117
5/7/19		69	117

DATOS DE REMISION DE LLENADO	
Valores Iniciales	Valores Finales
Presion (PSIG)	114
Pulgadas de Agua (inH2O)	83
Volumen (LT)	8469,62
Volumen total entregado (LT)	INSERTAR DATOS

Fecha	Nivel en el tanque	consumo (dia presente - dia anterior)
1/7/19	8469,62	
2/7/19	7796,34	673,28
3/7/19	7602,40	193,94
4/7/19	7355,69	246,71
5/7/19	6897,48	458,21

Figura 30. Formato consumos y convertidor

Fuente: elaboración propia.

Los formatos anteriores se usan para los registros de las presiones los cuales se ingresan al convertidos y da como resultado el consumo en litros. Posteriormente, se convierten las cajas físicas a un estándar de caja unidad (5,7 litros por caja) que utiliza la empresa para tener una medida en litros producidos. Los detalles de la conversión de la caja física a caja unidad se mencionan a continuación:

- Existen varios tamaños de productos (SKU).



Figura 31. SKU

Fuente: elaboración propia.

- Una caja física pueda estar compuesta de 6, 8 y 12 unidades.



Figura 32. Cajas físicas

Fuente: elaboración propia.

- Una caja unidad equivale a 5.7 litros de bebida, este factor es proporcionado por la empresa y sirve para convertir las cajas físicas a cajas unidad.



Figura 33. Cajas unidad

Fuente: elaboración propia.

- Las máquinas que utilizan el nitrógeno gaseoso producen en litros por minuto. Por

eso, es necesario convertir a litros de bebida producido para posteriormente convertirla a cajas unidad. Esta decisión se tomó para encontrar una de las variables de consumo real en las dimensiones de litros de nitrógeno/miles cajas unidad.

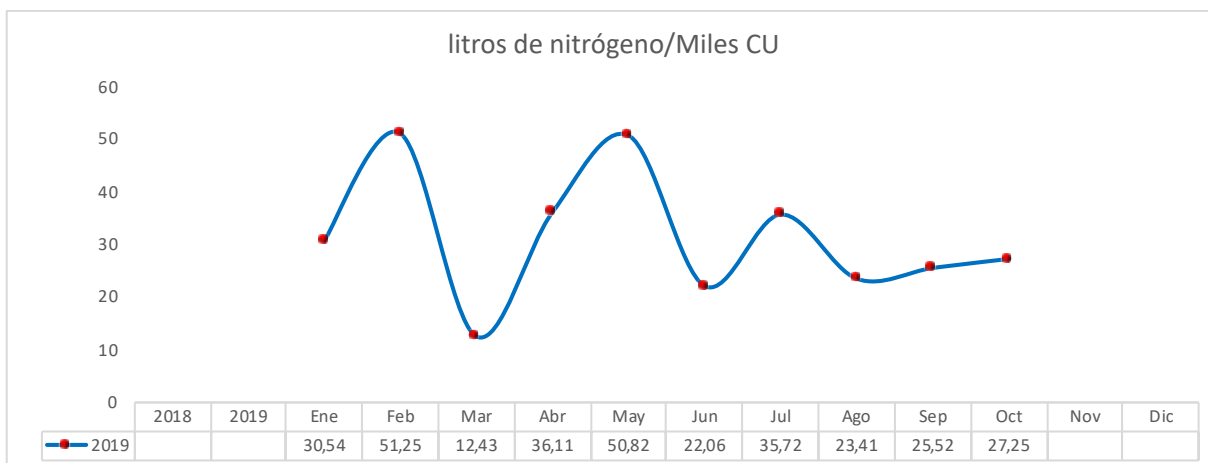


Figura 34. Gráfica litros de nitrógeno/miles cajas unidad

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Dewars

Un dewars es un tanque diseñado para contener nitrógeno en estado líquido a temperaturas igual o menor a su temperatura de ebullición que es de -195.8 grados centígrados a una presión de una atmósfera (14,7 psi) la característica del nitrógeno líquido es incoloro e inodoro. Las dimensiones que se utilizarán para el cálculo real del consumo del nitrógeno líquido son kilogramos de nitrógeno/miles de cajas físicas. A diferencia del nitrógeno gaseoso este se pesa en una balanza como se muestra en la *Figura 33* y, posteriormente, se divide entre las cajas físicas producidas. En este caso, se utilizan cajas físicas porque la presión interna depende del tamaño del producto.



Figura 35. Pesa para dewars

Fuente: elaboración propia.



Figura 36. Gráfica litros de nitrógeno/ Miles CF

Fuente: elaboración propia.

5.4. Medición de presión interna en el producto terminado

Para garantizar la calidad del producto y el manejo adecuado en la bodega, es necesario mantener las especificaciones de presión interna del producto establecidas por la embotelladora. En la actualidad, se tiene establecido un límite mínimo de 7 psi y no existe un límite máximo de presión interna en el producto como se observa en la *Figura 37*.

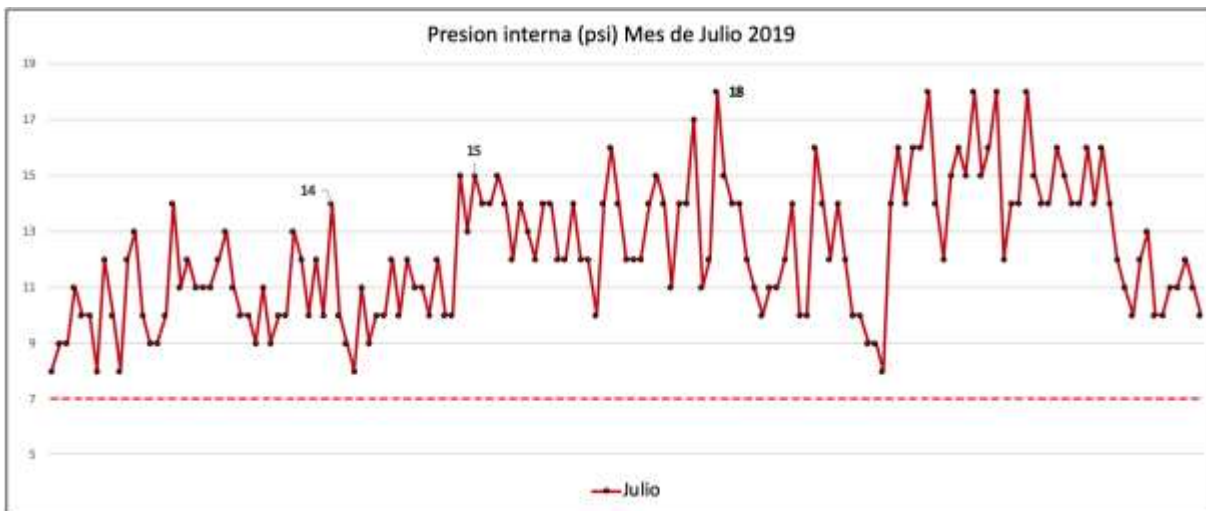


Figura 37. Gráfica presión interna

Fuente: elaboración propia.

Se observa que en el proceso existe mucha variabilidad que causa problemas de calidad en el producto terminado.

5.5. Análisis de las gestiones de nitrógeno en la línea de producción de bebidas no carbonatadas

Para analizar la falta de gestión del nitrógeno en el proceso de bebidas no carbonatadas se utiliza la metodología de lluvia de ideas para la elaboración del Ishikawa.

- Lluvia de ideas:
 - Falta de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos.
 - La red de nitrógeno con bajo estándar de instalación.
 - Fugas en los accesorios de la instalación.
 - Fallas en el procedimiento de recepción de materiales.
 - Fallas en la captura de información de ingresos.
 - Sistema de pedidos de material no estructurado.
 - Falta de conocimiento de los consumos.

- Medición de las existencias del nitrógeno, de forma empírica.
- Falta de consumos estándar por SKU.
- Falta de recepción de materiales por parte de aseguramiento de calidad.
- Falta conocimiento del manejo dentro del tanque del nitrógeno.
- Falta de conocimiento del estándar a utilizar en los dewars.
- Falta de capacitación del personal.
- Falta de procedimientos estándar de operación.
- Falta de ayudas visuales del proceso de nitrógeno.

Posteriormente, estas ideas se clasificaron por categorías utilizando las 5 M para llevar a cabo el diagrama.

a. Máquinas.

- Falta de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos.
- La red de nitrógeno con bajo estándar de instalación.

b. Método.

- Fallas en el procedimiento de recepción de materiales.
- Fallas en la captura de información de ingresos.
- Sistema de pedidos de material no estructurado.
- Falta de conocimiento de los consumos.
- Medición de las existencias del nitrógeno, de forma empírica.
- Falta de consumos estándar por SKU.

c. Materiales.

- Falta de recepción de materiales por parte de aseguramiento de calidad.
- Falta conocimiento del manejo dentro del tanque del nitrógeno.

- Falta de conocimiento del estándar a utilizar en los dewars.
- d. Mano de obra.
- Falta de capacitación del personal.
 - Falta de procedimientos estándar de operación.
 - Falta de ayudas visuales del proceso de nitrógeno.

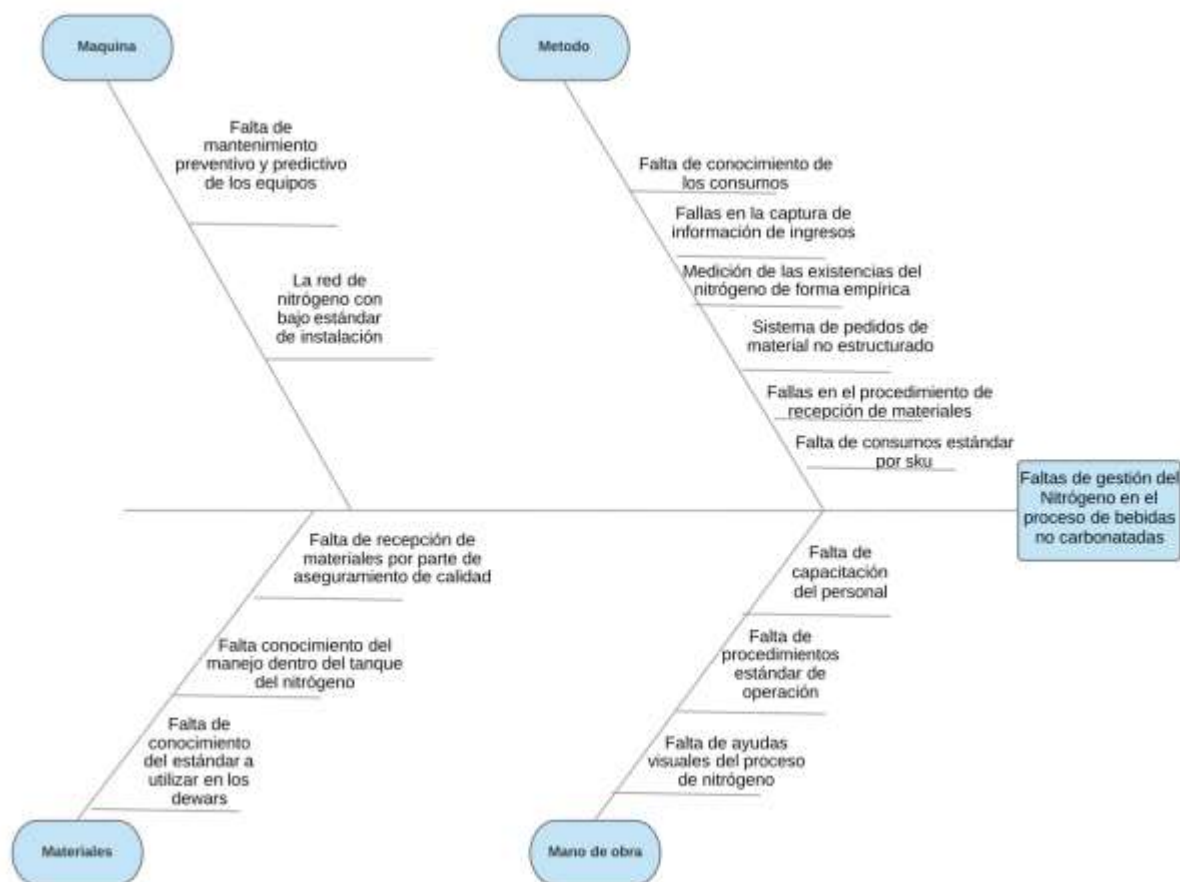


Figura 38. Ishikawa

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizado el Ishikawa se continua con la metodología de los 5 por qué. Esto para determinar la causa raíz y elaborar un plan de acción que permitirá determinar y mejorar el consumo estándar por SKU.



Figura 39. 5 por qué

Fuente: elaboración propia.

Capítulo VI. Diseño de la propuesta

De acuerdo con la metodología Six Sigma este capítulo representa la etapa de las mejoras que se presentarán como propuesta de diseño a la empresa para resolver los objetivos específicos planteados.

6.1. Mapeo del proceso del manejo de nitrógeno en la línea tres de producción

Después de obtener la información sobre el proceso para el uso de nitrógeno, se sabe que el nitrógeno se utiliza en dos fases gaseoso (dewars) y líquido (tanque).

6.1.1. Nitrógeno gaseoso

Los lugares en los que se utiliza nitrógeno en fase gaseosa el cual viene del tanque de almacenamiento son:

- Premezclado.
- Mezclado.
- Llenadora (parte interna).

Para los efectos de esta investigación el consumo estará en litros.

6.1.2. Nitrógeno líquido

El lugar en el que se utiliza nitrógeno en fase líquida el cual viene de los dewars es:

- Nitrogenador (parte externa de la llenadora).

Para los efectos de esta investigación el consumo estará dándose en kilogramos. La embotelladora tiene un manual de procesos, en el que se incluye el proceso del manejo del nitrógeno, este sirvió para analizar los puntos de uso del nitrógeno. Una vez analizado se puede determinar que los diferentes procesos cumplen con el diseño, de acuerdo con las normas estándar internacionales (ISO:9001 2015), además, no se encontraron oportunidades de mejora.

6.2. Identificar los consumos reales de nitrógeno por SKU

De acuerdo con el análisis del proceso se pudieron identificar y medir dos puntos de consumo, los cuales se describen, a continuación.

6.2.1. Consumo de nitrógeno gaseoso

De acuerdo con el análisis de la información los factores obtenidos en los meses de julio, agosto y setiembre que fueron analizados son los siguientes.

Nitrogeno Gaseoso en litros por cada 1000 caja unidad				
Mes	Julio	Agosto	Setiembre	Promedio
Consumo	35,72	23,41	25,52	28,22

Figura 40. Factor nitrógeno gaseoso

Fuente: elaboración propia, 2019.

Se toma la decisión de utilizar el promedio de los meses analizados para calcular los consumos de nitrógeno por caja unidad, de acuerdo con el plan de producción. La embotelladora trabaja en procesos de mejora continua por lo que se recomienda ajustar el factor con la misma metodología con 6 meses de información.

Con el factor de 28,22 litros por cada mil cajas unidad producidas, se determina fácilmente el consumo de nitrógeno gaseoso, de acuerdo con el plan de producción anual, mensual, semana y diario. Se efectúa una multiplicación de las cajas unidad a producir por el factor calculado. Adicionalmente, se puede calcular el costo del nitrógeno a utilizar de acuerdo con el plan de producción utilizando el factor de 62,36 dólares por cada mil cajas unidad el cual aparece en la *Figura 41*.

Nitrogeno Gaseoso en \$USS por cada 1000 caja unidad (\$2,21cu de N2)				
Mes	Julio	Agosto	Setiembre	Promedio
Consumo	78,94	51,74	56,40	62,36

Figura 41. Factor nitrógeno gaseoso \$

Fuente: elaboración propia, 2019.

Los factores obtenidos pueden incluirse en el sistema de planificación de la producción de la embotelladora. Esto permitirá tener visibilidad de los consumos y comparar los inventarios para garantizar la continuidad de la producción y, como consecuencia, una buena gestión de inventarios.

6.2.2. Consumo de nitrógeno líquido

De acuerdo con el análisis de la información aplicado a los diferentes SKU, los factores obtenidos en los meses de julio, agosto y setiembre que fueron analizados son los siguientes.

Nitrogeno liquido en kilogramos por caja fisica				
SKU	Consumo X Caja kg Julio	Consumo X Caja kg Agosto	Consumo X Caja kg Setiembre	Promedio tres meses (factores por sku)
0,600 pet	0,0142	0,0129	0,0118	0,0130
1,75 pet	0,0103	0,0093	0,0091	0,0095
2,5 pet	0,01430	0,01126	0,01126	0,0123
3,0 pet	0,01745	0,01145	0,01145	0,0135

Figura 42. Factor nitrógeno líquido

Fuente: elaboración propia, 2019.

Se toma la decisión de utilizar el promedio de los meses analizados por cada SKU, para calcular los consumos de nitrógeno por caja física, de acuerdo con el plan de producción. La embotelladora trabaja en procesos de mejora continua, por lo que se recomienda ajustar el factor con la misma metodología con 6 meses de información.

Con los factores obtenidos de los diferentes SKU se determina el consumo de nitrógeno líquido, de acuerdo con el plan de producción anual, mensual, semana y diario. Se efectúa una multiplicación de las cajas físicas a producir por los factores calculados, de acuerdo con el SKU por producir. Adicionalmente, se puede calcular el costo del nitrógeno de acuerdo con el plan de producción por medio de los factores de costo de la siguiente figura y multiplicándolos por caja física, de acuerdo con el SKU por producir en el plan de producción.

Nitrogeno liquido \$USS por caja fisica (\$3,20 cu dewars)				
SKU	Consumo X Caja kg Julio	Consumo X Caja kg Agosto	Consumo X Caja kg Setiembre	Promedio tres meses (factores por sku)
0,600 pet	0,0453	0,0412	0,0379	0,0415
1,75 pet	0,0328	0,0296	0,0290	0,0305
2,5 pet	0,0457	0,0360	0,0360	0,0393
3,0 pet	0,0558	0,0366	0,0366	0,0430

Figura 43. Factor nitrógeno líquido \$

Fuente: elaboración propia, 2019.

Los factores obtenidos por cada SKU pueden ser incluidos en el sistema de planificación de la producción de la embotelladora y le permitirá tener visibilidad de los consumos y comparar con los inventarios para garantizar la continuidad de la producción y una buena gestión de inventarios.

6.3. Proponer un sistema de control de gestión de inventarios para el consumo de nitrógeno, de acuerdo con el plan de producción de bebidas no carbonatadas

De acuerdo con el análisis de la información y a la frecuencia de las producciones y consumos se propone sistema de inventarios Q/R de reabastecimiento de existencias al ordenar una cantidad económica cuando se alcanza el punto de reorden. De la información analizada y de los cálculos realizados se propone el siguiente sistema de gestión de inventarios para el nitrógeno gaseoso y el nitrógeno líquido.

6.3.1. Sistema de gestión de inventario nitrógeno gaseoso

El lote óptimo de pedido que es el número de unidades que hay que cargar para optimizar el costo de pedido es de $Q = 4969$ litros. El punto de pedido o de reorden que es el nivel de *stock* que indica que se debe llevar a cabo un nuevo pedido si no se quiere quedar desabastecido y que produzca una rotura de *stock* es de $ROP = 2123,90$ litros. El *stock* de seguridad que es el previsto para demandas inesperadas de clientes o retrasos en las entregas de los proveedores es de $=2150,37$ litros.

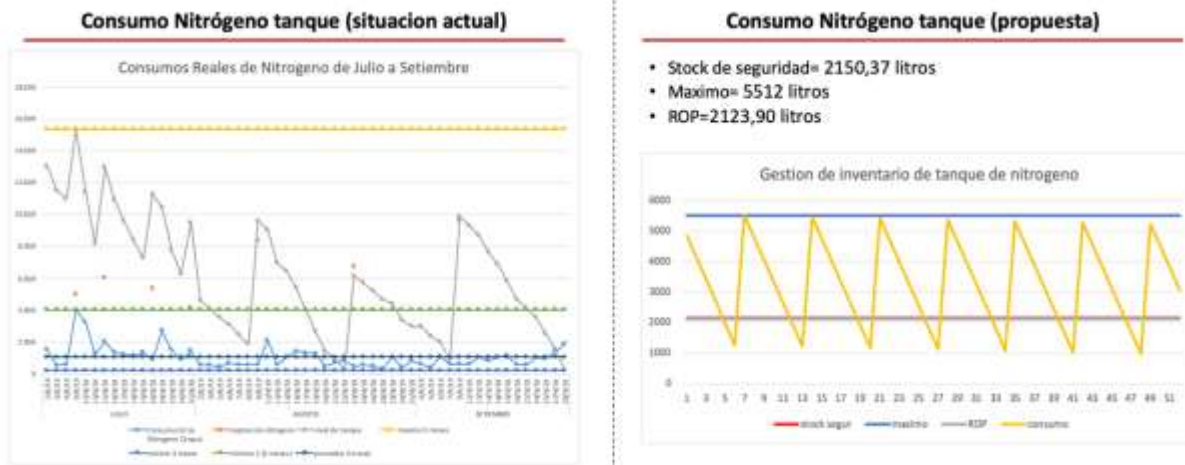


Figura 44. Indicador antes y después Ingreso de nitrógeno gaseoso

Fuente: elaboración propia.

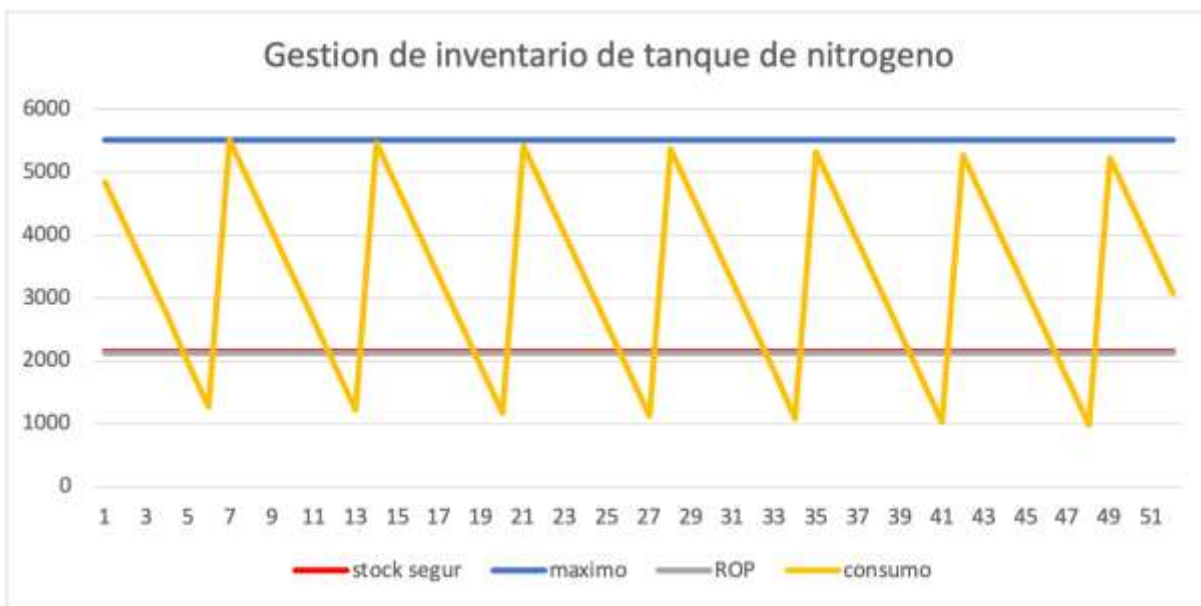


Figura 45. Gestión de inventario tanque

Fuente: elaboración propia.

El nivel máximo de inventario de diseño es de 5512 litros, el diseño produce una reducción de 5844 litros con respecto al manejo de nitrógeno actual.

6.3.2. Sistema de gestión de inventario nitrógeno líquido

El lote óptimo de pedido que es el número de unidades que hay que cargar para optimizar el costo de pedido es de $Q = 5$ dewars. El punto de pedido o de reorden que es el nivel de *stock*

(que indica que se debe llevar a cabo un nuevo pedido si no se quiere enfrentar el desabasto y que se produzca una rotura de *stock*) es de $ROP = 4$ dewars. El *stock* de seguridad que es el previsto para demandas inesperadas de clientes o retrasos en las entregas de los proveedores es de *stock* de seguridad = 3 dewars.

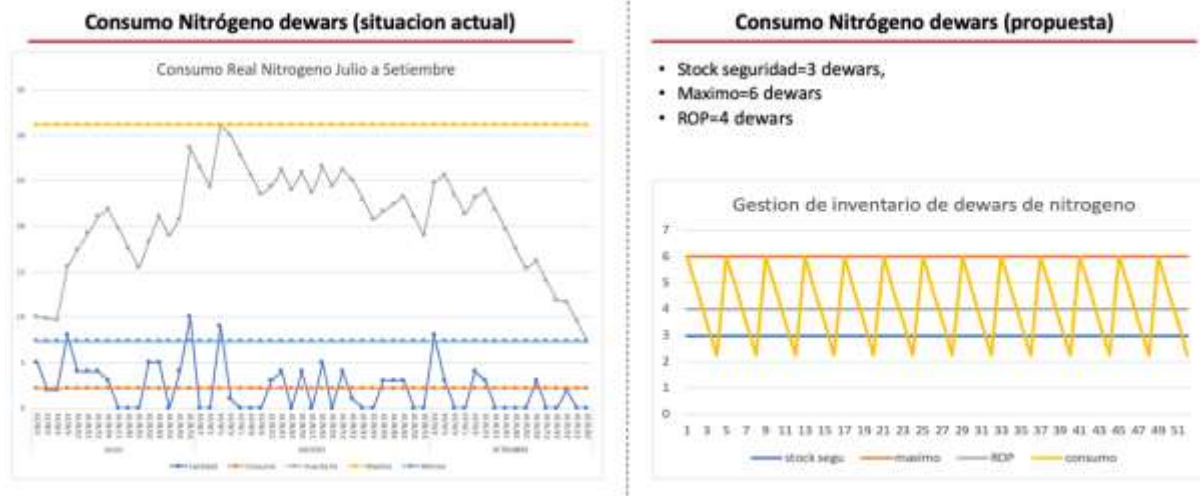


Figura 46. Indicador antes y después Ingreso nitrógeno líquido

Fuente: elaboración propia.

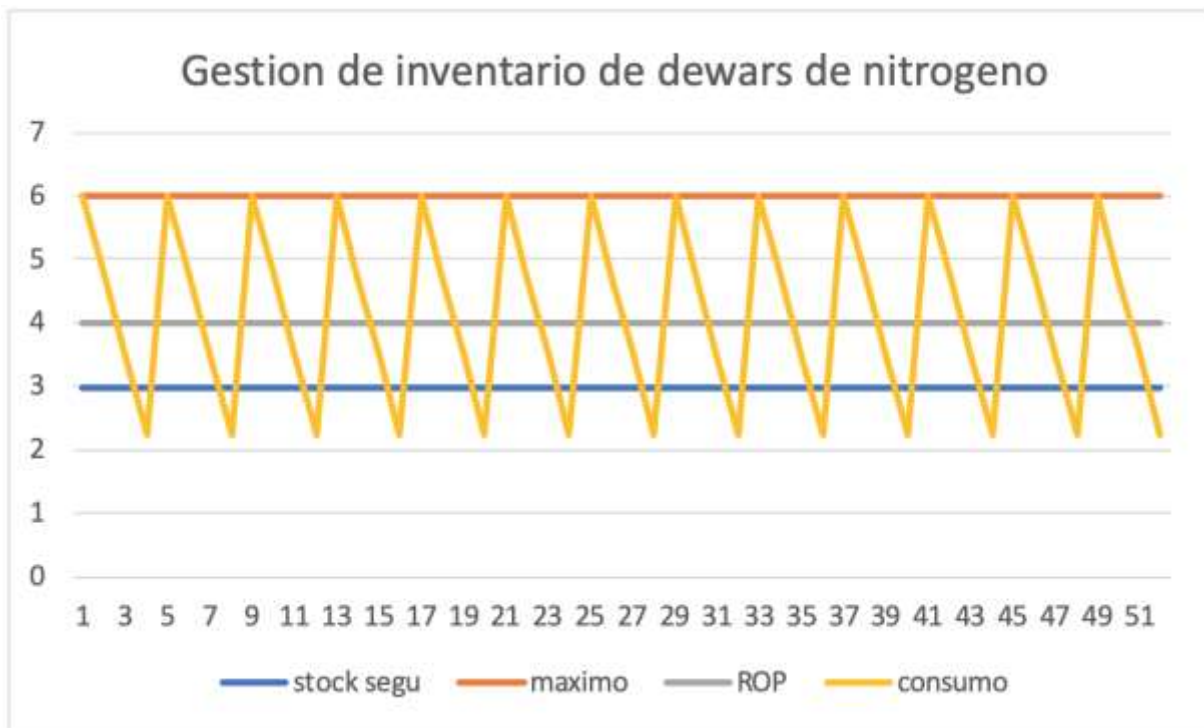


Figura 47. Gestión de inventario dewars

Fuente: elaboración propia.

El nivel máximo de inventario de diseño es de 6 dewars, el diseño da una reducción de 8 dewars con respecto al manejo de nitrógeno de la situación actual.

6.4. Crear un indicador adecuado para el monitoreo de la propuesta de control de gestión de inventario para el consumo del nitrógeno propuesto

Para el monitoreo de los nuevos niveles de inventarios propuestos se debe continuar con la medición diaria de los niveles de inventario del nitrógeno gaseoso y líquido. Adicionalmente, para monitorear, controlar y mejorar los consumos se proponen dos indicadores, uno para el consumo de nitrógeno gaseoso y el otro para el consumo de nitrógeno líquido. A continuación, se describe la fórmula de cálculo del indicador.

6.4.1. Indicador de consumo de nitrógeno gaseoso

Indicador Nitrógeno Gaseoso	
Unidad de medida	Litros de nitrógeno / mil cajas unidad
Descripción	Es la cantidad de nitrógeno gaseoso utilizado durante todas las etapas de su procesamiento como: manejo, almacenamiento, transporte y proceso.
Formula de calculo	Consumo de nitrógeno (L/miles de cajas unidad) = litros de nitrógeno gaseoso consumidos / miles de cajas unidad producidas
Periodicidad diaria	Diaria
Fuente de indicador	Sistema de informacion SAP producción
	Sistema de inventarios SAP
Responsable del indicador	Analista de informacion
Ejemplo	28,22 litros /1000 cajas unidad.
	Se debe llevar un grafico X-R
Comentario	Tendencia a la baja
	Se debe actualizar el indicador con los datos de 6 meses
	El indicador se debe revisar en las juntas operativas diariamente
	La informacion del comportamiento del indicador debe ser visual para los operarios

Figura 48. Indicador nitrógeno gaseoso

Fuente: elaboración propia.

Como parte del proceso de mejora continua se recomienda revisar el estándar con datos de 6 meses y establecer los planes de acción para mejorar la tendencia.

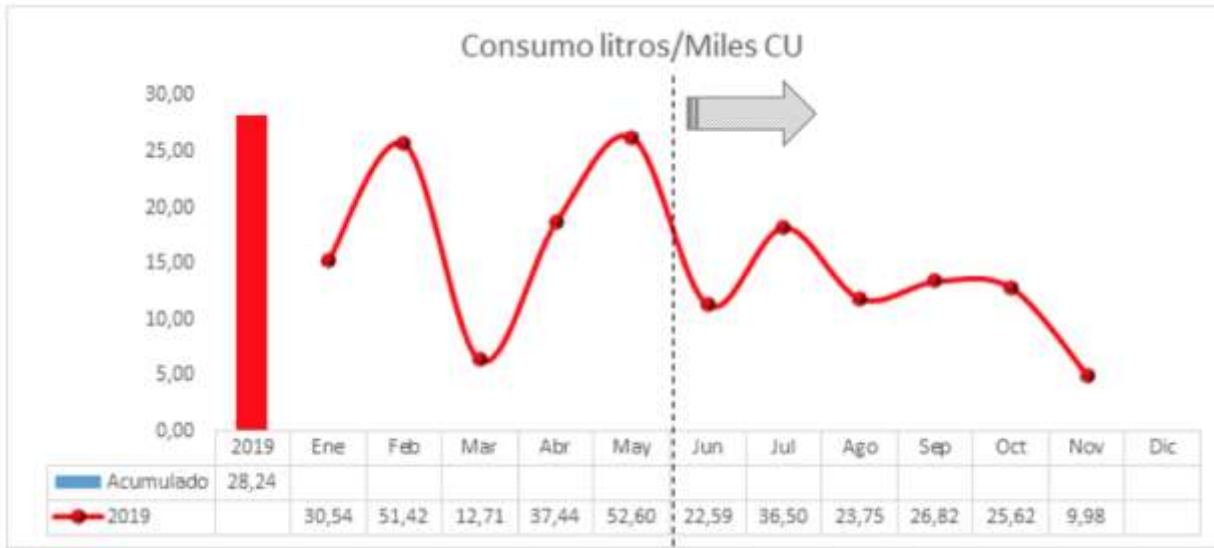


Figura 49. Gráfico consumo litros de nitrógeno gaseoso

Fuente: elaboración propia.

6.4.2. Indicador de consumo de nitrógeno líquido

Indicador Nitrógeno Líquido	
Unidad de medida	Kilogramos de nitrógeno / cajas físicas
Descripción	Es la cantidad de nitrógeno líquido utilizado durante todas las etapas de su procesamiento como : manejo, almacenamiento, transporte y proceso.
Formula de calculo	Consumo de nitrógeno (kilogramos/cajas físicas) = Kilogramos de nitrógeno líquido consumidos / cajas físicas producidas
Periodicidad diaria	Diaria
Fuente de indicador	Sistema de informacion SAP producción
	Sistema de inventarios SAP
Responsable del indicador	Analista de informacion
Ejemplo	para sku de 0,600 pet = 0,0130; para sku de 1,75 pet = 0,0095; para sku de 2,5 pet = 0,0123; para sku de 3,0 pet = 0,0135
	Se debe llevar un grafico X-R
Comentario	Tendencia a la baja
	Se debe actualizar el indicador con los datos de 6 meses
	El indicador se debe revisar en las juntas operativas diariamente
	La informacion del comportamiento del indicador debe ser visual para los operarios

Figura 50. Indicador nitrógeno líquido

Fuente: elaboración propia.

Como parte del proceso de mejora continua se recomienda revisar el estándar con datos de 6 meses y establecer los planes de acción para mejorar la tendencia.

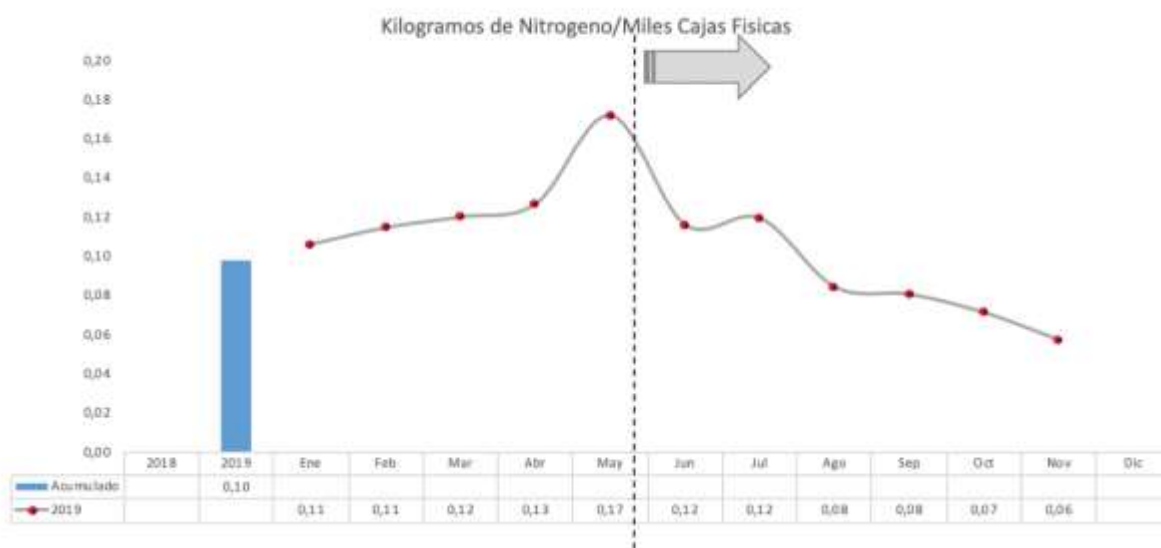


Figura 51. Gráfico kg de nitrógeno líquido

Fuente: elaboración propia.

6.5. Monitorear la variable de presión interna del producto

Para garantizar la calidad del producto y el manejo adecuado en la bodega, es necesario mantener las especificaciones de presión interna del producto establecidas por la embotelladora. Del análisis de la información obtenida se debe implantar los siguientes límites de control: límite máximo de 9 psi, límite mínimo de 7 psi y media de 8 psi. Estos límites deben fijarse voluntariamente, ya que el mínimo garantiza las condiciones de calidad del producto.

El monitoreo debe hacerse en cada inicio de la producción al tomar 6 muestras aleatoriamente por vuelta de la llenadora. Esto con una frecuencia de 30 minutos hasta finalizar la producción y debe registrarse en una gráfica de control para el monitoreo adecuado del proceso, como en la *Figura 52*.

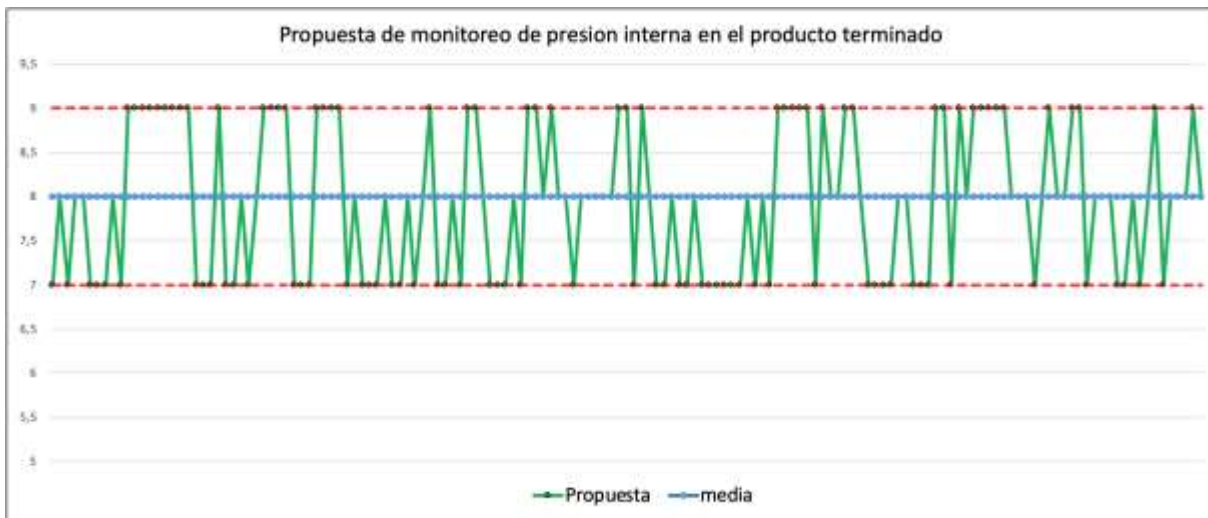


Figura 52. Propuesta monitoreo presión interna

Fuente: elaboración propia.

Mantenerse entre los límites de control del proceso de presión interna en el producto permitirá a la embotelladora obtener una gestión adecuada de sus inventarios, debido a que se pueden tener consumos estándares controlados y la calidad en el producto terminado.

Capítulo VII. Evaluación financiera

La evaluación del proyecto considera cinco indicadores financieros básicos, costo de almacenamiento, costo de falta de existencias, valor actual neto, tasa interna de retorno y *pay-back*. Los indicadores financieros se describen, a continuación y se muestran los impactos obtenidos. El equipo de trabajo determinó que, para llegar a niveles de Six Sigma, es necesario llevar a cabo inversiones en el nitrogenador e instalaciones y se calculó los posibles ahorros de la implementación, a partir de la tendencia actual. Estos se consideraron para el análisis financiero de la TIR, VAN y PAY-BACK.

7.1. Costes de almacenamiento

Los costes de almacenamiento son esenciales para un punto de vista estático del inventario. Es decir, al concentrarse en el impacto de tener más o menos inventario, independientemente del flujo de inventario, la categorización que se propone es la siguiente:

- Costes de capital (o cargos financieros).
- Costes de espacio de almacenamiento.
- Costes de servicios de inventario.
- Costes de riesgo de inventario.

7.1.1. Costes de capital

Es el componente más grande entre los costes de almacenamiento de inventario. Incluye todo lo relacionado con la inversión, los intereses sobre el capital de trabajo y el costo de oportunidad del dinero invertido en el inventario (en lugar de en títulos del tesoro, fondos de inversión, etc.). Determinar los costes de capital puede ser complicado, según la actividad comercial. Esto es posible, no obstante, se deben mencionar algunas reglas básicas. Es importante entender cuál es la parte financiada externamente y cuál la parte financiada mediante flujo de caja interno, además, se debe evaluar el riesgo de inventario en la propia actividad.

Un modo clásico de determinar los costes de capital es con un WACC (coste medio ponderado del capital), es decir, la tasa que se espera que una compañía pague en promedio a

todos los titulares de garantía para financiar su activo. En el caso de la empresa es de 15 %.

7.1.2. Costes de espacio de almacenamiento

Incluyen el coste del mantenimiento del establecimiento y los servicios (luz, aire acondicionado, calefacción, etc.), el coste de la compra, la depreciación o el alquiler y los impuestos de la propiedad. Estos costes dependen del tipo de almacenamiento elegido, por ejemplo, si los depósitos son de propiedad de la compañía o alquilados. Para actividades más pequeñas, cuando el mismo edificio se utiliza para diferentes propósitos, es necesario determinar la parte del edificio que se asocia con la recepción y al almacenamiento de inventario.

7.1.3. Costes de servicios de inventario

Incluyen seguro, *hardware* de TI y aplicaciones, así como el manejo físico con los correspondientes recursos humanos, gestión, etc. Además, se pueden poner en esta categoría los gastos relacionados con el control de inventario y el recuento de ciclos. Por último, aunque son una especie de categoría, es posible incluir los impuestos.

7.1.4. Costes de riesgo de inventario

Cubren el riesgo de que los artículos puedan sufrir desvalorizaciones a lo largo del periodo de almacenamiento. Esto es especialmente relevante en la industria minorista y con los productos perecederos. Los riesgos incluyen, en primer lugar, la merma del inventario, que es la pérdida de productos entre la compra a los proveedores (es decir, el inventario registrado) y el punto de venta (es decir, el inventario real), causada por errores administrativos (errores en el envío, productos extraviados, etc.), robo, hurto o fraude por parte del comerciante (incluido el robo por parte de empleados), daños en tránsito o durante el periodo de almacenamiento (debido a almacenamiento incorrecto, daños debidos al agua o la calefacción, etc.).

Por las razones mencionadas, es difícil dar estimas más precisas. Para las categorías mencionadas más arriba, se pueden encontrar en la literatura las siguientes estimas:

- Costes de capital: 15 %.
- Costes de espacio de almacenamiento: 2 %.

- Costes de servicio de inventario: 2 %.
- Costes de riesgos de inventario: 6 %.

Esto significa que, en promedio, en un año, en el caso más favorable es de 25 % del costo del inventario. Para el caso de la empresa con respecto al coste de almacenamiento se obtuvieron los siguientes beneficios.

Reducción anual de costes de almacenamiento

Tanque	Inventario Inicial Litros	Inventario propuesto litros	Variación Litros	Beneficiación en US\$
Inventario Litros	11355	5511	5844	
Costo de almacenamiento	\$ 31.368	\$ 14.397		\$ 16.971

Dewars	Inventario Inicial Cilindros	Inventario propuesto cilindros	Variación cilindros	Beneficiación en US\$
Inventario Litros	14	6	8	
Costo de almacenamiento	\$ 7.280	\$ 3.135		\$ 4.145

Ahorro en costos de almacenamiento				\$ 21.116
---	--	--	--	------------------

Figura 53. Reducción de costes de almacenamiento

Fuente: elaboración propia.

7.2. Costo de rotura de stock

Para tener un panorama completo de los costes de inventario, deberíamos agregar también los costes de faltas de existencias (o costes de escasez), es decir, los costes en los que se incurre cuando tienen lugar situaciones de faltas de existencias. Para una empresa productora, estos pueden incluir los costes de envíos de emergencia, el cambio de proveedores con entregas más rápidas, sustitución por artículos menos rentables y, en el peor de los casos, la pérdida del pedido. Mientras que este tipo de costes puede determinarse con bastante precisión, otros no son tan fáciles de identificar, como el coste en términos de pérdida de fidelidad del cliente o la reputación general de la compañía.

De acuerdo con entrevistas, la empresa, el año pasado, perdió ventas de 15,400 cajas unidad de productos no carbonatados a un precio promedio de US\$5,00 por caja. Se muestra, a continuación, el coste de falta de existencia de producto el cual se transforma en pérdida de venta.

Costo de rotura de stock

Productos No carbonatados	Venta al día
Venta diaria promedio	15400
Precio por caja unidad	\$ 5
Perdida de venta por día	\$ -77.000

Figura 54. Costes de rotura de stock

Fuente: elaboración propia.

El coste de rotura de *stock* en 2018 fue de \$77000 y representa una pérdida muy alta para la embotelladora, por lo que se justifica una gestión adecuada de inventarios. El diseño de la propuesta de gestión de inventarios permitirá ahorros significativos en el almacenamiento de nitrógeno y garantizará que no existan roturas en el *stock* y, como consecuencia, caída en las ventas.

7.3. Valor actual neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se ganará o perderá con esa inversión. Además, se conoce como Valor Neto Actual (VNA), Valor Actualizado Neto o Valor Presente Neto (VPN). Para esto, trae todos los flujos de caja en el momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN expresa una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en cantidad de unidades monetarias (euros, dólares, pesos, etc.).

7.3.1. Fórmula del Valor Actual Neto (VAN)

Se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Al calcular el VAN de distintas inversiones se conocerá con cuál de esas se obtendrá una mayor ganancia.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión hecha en el momento inicial ($t = 0$).

n es el número de periodos

k es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

El VAN sirve para generar dos tipos de decisiones: en primer lugar, ver si las inversiones se pueden llevar a cabo, en segundo lugar, ver cuál inversión es mejor que otra en términos absolutos. Los criterios de decisión serán los siguientes:

- $VAN > 0$: el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, por lo que su realización, en principio, es indiferente.
- $VAN < 0$: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá rechazarse.

7.3.2. Ventajas e inconvenientes del VAN

El VAN tiene varias ventajas en el momento de evaluar proyectos de inversión, principalmente que es un método fácil de calcular y, a la vez, proporciona predicciones sobre los efectos de los proyectos de inversión sobre el valor de la empresa. Además, presenta la ventaja de tener en cuenta los diferentes vencimientos de los flujos netos de caja.

7.3.3. Desventajas del valor actual neto

A pesar de sus ventajas también tiene algunos inconvenientes como la dificultad de especificar una tasa de descuento la hipótesis de reinversión de los flujos netos de caja. Se supone implícitamente que los flujos netos de caja positivos son reinvertidos inmediatamente a una tasa que coincide con el tipo de descuento y que los flujos netos de caja negativos son financiados con unos recursos cuyo coste también es el tipo de descuento.

7.4. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el valor actualizado neto (VAN). Además, se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero, para un proyecto de inversión

La tasa interna de retorno (TIR) da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, estará expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver. Para resolver este problema se puede acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático. Además, se puede definir con basa en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, lo que genera un VAN igual a cero.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

F_t son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$).

n es el número de periodos.

7.4.1. Criterio de selección de proyectos, según la Tasa Interna de Retorno

El criterio de selección será el siguiente donde k es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN. Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que se obtiene es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión. Si $TIR = k$, se estaría en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables. Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse, no se alcanza la rentabilidad mínima que se le pide a la inversión.

7.4.2. Representación gráfica de la TIR

La Tasa Interna de Retorno es el punto en el cual el VAN es cero. Por lo que si se dibuja en un gráfico el VAN de una inversión en el eje de ordenadas y una tasa de descuento (rentabilidad) en el eje de abscisas, la inversión será una curva descendente. El TIR será el punto donde esa inversión cruce el eje de abscisas, que es el lugar donde el VAN es igual a cero.

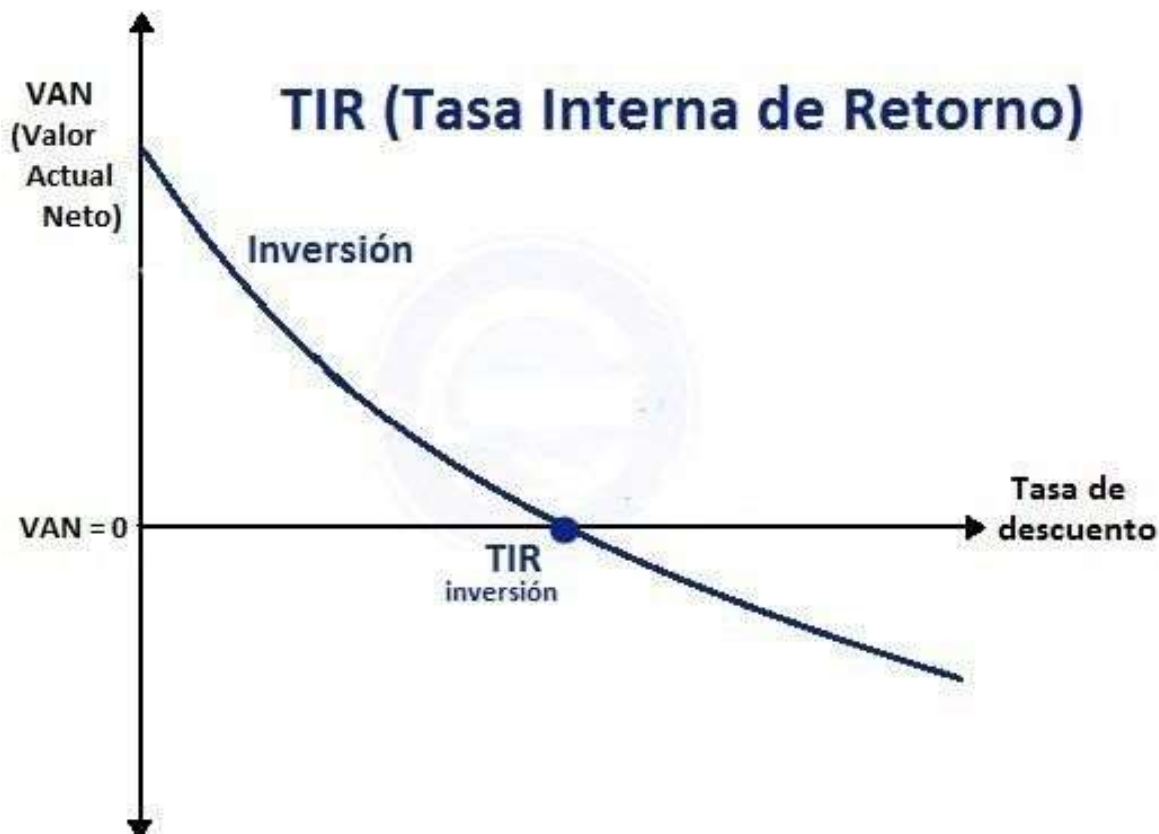


Figura 55. Representación gráfica TIR

Fuente: Economipedia Tasa Interna de Retorno.

7.4.3. Inconvenientes de la Tasa Interna de Retorno

Es muy útil para evaluar proyectos de inversión, ya que define la rentabilidad de este proyecto, sin embargo, tiene algunos inconvenientes.

- Hipótesis de reinversión de los flujos intermedios de caja: supone que los flujos netos de caja positivos son reinvertidos a r y que los flujos netos de caja negativos son financiados a r .
- La inconsistencia de la TIR: no garantiza asignar una rentabilidad a todos los proyectos de inversión y existen soluciones (resultados) matemáticos que no tienen sentido económico.
- Proyectos con varias r reales y positivas.

- Proyectos con ninguna r con sentido económico.

7.5. Payback del proyecto

El *payback*, también denominado periodo medio de maduración, es uno de los llamados métodos de selección estáticos. Se trata de una técnica que tienen las empresas para hacerse una idea aproximada del tiempo que tardarán en recuperar el desembolso inicial invertido en el proceso productivo, es decir, el número de días que normalmente los elementos de circulante completen una vuelta o ciclo de explotación.

Esta herramienta es útil para la decisión de aceptar solo los proyectos e inversiones que devuelvan este desembolso inicial en el plazo de tiempo que se estime adecuado. Sin embargo, el *payback* (plazo de recuperación), como los demás métodos de selección estáticos, no tiene en cuenta ni el valor actual de los flujos de caja futuros ni el flujo de caja de los últimos periodos. Por eso, aunque el análisis es más sencillo, no es tan completo como uno realizado con un método de selección dinámico.

Para este cálculo existe una fórmula que es la siguiente:

$\text{Payback} = \text{Desembolso inicial} / \text{FNC}_j$ (flujo neto de caja del año j).

La fórmula solo es válida si el FNC es el mismo para cada año, sin embargo, tiene inconvenientes:

- a. No tiene en cuenta el momento en el cual se generan los FNC anteriores al periodo de recuperación.
- b. No tiene en cuenta los FNC posteriores al periodo de recuperación.
- c. No tiene en cuenta la diferencia de poder adquisitivo, a través del tiempo (inflación).

Como se mencionó en el Capítulo VI, se capitalizó la oportunidad de llevar a cabo inversiones en equipos e instalaciones, las que tendrían como consecuencia una mejora en el consumo por caja física de nitrógeno líquido, mejora en el consumo de nitrógeno líquido y ahorros en el proceso. A continuación se muestran los análisis financieros:

Ahorros y costos incrementales													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Ahorro													
Tanque	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$ 2.623	\$31.476
Dewars	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 6.144
Total	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$ 3.135	\$37.620
Gastos													
Mantenimiento													
Total	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 600	\$ 7.200
FNC	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$ 2.535	\$30.420

Figura 56. Ahorro y costos incrementales

Fuente: elaboración propia.

Flujo neto de caja en los cinco años.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FNC		\$30.420	\$30.420	\$30.420	\$30.420	\$30.420
Inversión inicial						
Nitrogenar			\$-45.000			
Instalaciones			\$-6.000			
Inversión inicial			\$-51.000			
Tasa			15,0%			

Figura 57. FNC

Fuente: elaboración propia.

Calculos de VAN, TIR y Pay-back

Año	Inversión	FNC	TIR	VAN
0	\$-51.000			
1		\$30.420	-40%	\$-24.548
2		\$30.420	13%	\$-1.546
3		\$30.420	36%	\$18.456
4		\$30.420	47%	\$35.848
5		\$30.420	52%	\$50.973
VAN		\$50.973		
TIR		52%		
Pay Back		1,68		

Figura 58. Van, TIR, PAY BACK

Fuente: elaboración propia.

VAN US\$50,973, TIR 52 %.

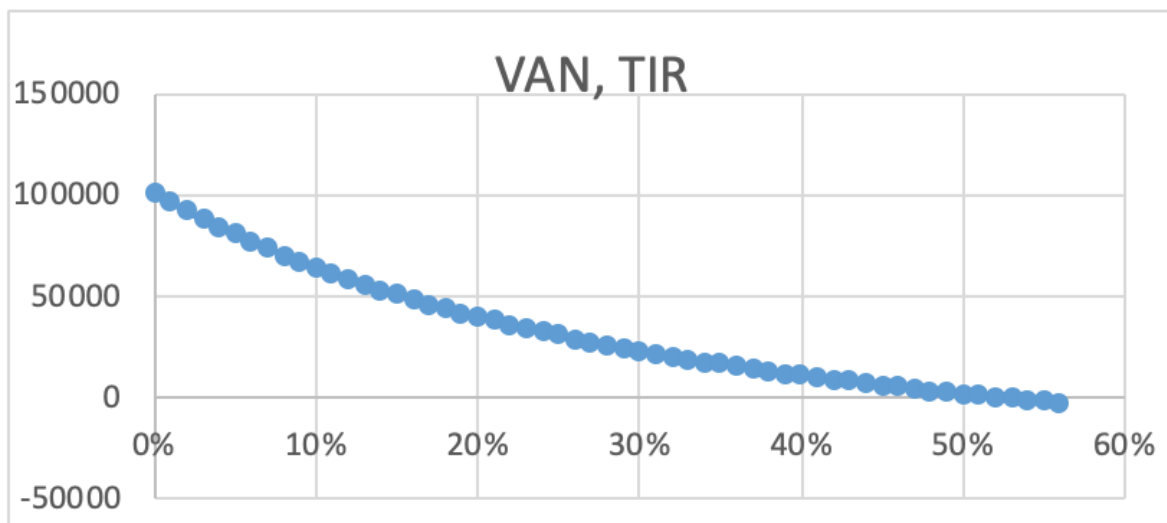


Figura 59. Gráfico VAN, TIR

Fuente: elaboración propia.

De los análisis financieros se puede concluir que el proyecto es factible porque tiene una VAN positiva y una TIR positiva.

Capítulo VIII. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

En el proyecto, el uso de la metodología Six Sigma permitió encontrar la causa raíz del problema planteado por la embotelladora. Asimismo, permitió establecer un plan de acción para mejora continua de la gestión de inventarios del nitrógeno. El conocimiento profundo del proceso teórico y práctico en el que se utiliza el nitrógeno permitió conocer los puntos de uso y la importancia de su utilización, conocer las características del nitrógeno, tanto en su fase gaseosa como fase líquida, su forma de medición, su importancia en el proceso de la línea de producción y su impacto económico y en la calidad del producto.

Para una gestión adecuada de inventarios es de suma importancia conocer los puntos de consumos, tipo de medición del proceso, impacto en la calidad. Esta información permite crear consumos estándares que impactan directamente la gestión del inventario. El tener indicadores de gestión y gestionarlos permite evaluar y analizar el comportamiento de las principales variables del proceso, lo que permite mejoras continuas.

El impacto económico más grande para la embotelladora es tener una rotura de *stock*, debido a que por su actividad económica causa pérdida de ingreso por ventas. Al utilizar el diseño propuesto se asegura que la compañía podrá planificar desde el pronóstico, cumplir con su plan de producción, asegurar la calidad del producto y cumplir con la demanda de sus clientes. Seguir los indicadores propuestos y generar plan de mejora en función de la tendencia permitirá aplicar el ciclo de mejora continua que tiene como resultado un beneficio económico para la empresa.

8.2. Recomendaciones

- Debido al corto ciclo de estudio del proyecto, se recomienda a la embotella seguir con el proceso de mejora en los factores de consumo de nitrógeno en un periodo de 6 meses. Se deben tomar como base los factores establecidos en el proyecto.
- Se recomienda la creación de un equipo de excelencia operacional que utilice la metodología Six Sigma para la mejora continua y el ajuste de los factores de consumo

estándar de nitrógeno gaseoso y líquido.

- Es recomendable evaluar la capacidad del proceso para establecer los límites de control de la presión interna del producto terminado que garanticen la calidad del producto.
- A partir del estudio del uso de nitrógeno, se recomienda a la embotelladora explorar nuevos materiales que permitan sustituir el nitrógeno por un material más económico.

Bibliografía

- Álvarez, P. (s. f.). Volumen Producción MCU. Embotelladora de bebidas no carbonatadas, Costa Rica.
- Armando. (2012). Diagrama de Pareto. Recuperado de: <http://www.aprendepiensa.com/2012/05/diagrama-de-pareto.html>
- Bernal, J. J. (s. f.). Gestión de stocks: cómo controlar el inventario de un producto para evitar roturas de *stock* y minimizar los gastos. Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/5613/gestion-de-stocks-como-calcular-el-nivel-de-stock-de-un-producto-para-minimizar-los-gastos/>
- Caram, F. (s. f.). Técnicas creativas lluvia de ideas o brainstorming. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/121512/>
- Castro, N. L. (2017). Manual de procesos y procedimientos. Aycardí Ingenieros Civiles S. A.
- Coca-Cola Femsa. (s. f.). Misión, visión y valores. Recuperado de: <http://www.femsa.com/es/conoce-femsa/cultura-organizacional/mision-vision-y-valores/>
- Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno de Chile. (2015). Técnicas y herramientas para el control de proceso y la gestión de la calidad, para su uso en la auditoría interna y en la gestión de riesgos.
- Controlgroup. (s. f.). Consejos para evitar una rotura de *stock*. Recuperado de: <https://blog.controlgroup.es>
- Everett, E. y Adam, J. R. (s. f.). Administración de la producción y las operaciones.
- Gerencia de Mantenimiento. (s. f.). Control de los materiales y de la productividad. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/gerenciademantenimientoudo/home/contenido4>
- Guerra, L. J. (s. f.). SIPOC – La definición de tu proceso en una hoja. Recuperado de:

https://www.sadamweb.com.ar/news/2016_08Agosto/SIPOC-La_definicion_de_un_proceso_en_una_pagina.pdf

Gutiérrez, S. C. (2014). Control de calidad en la producción industrial.

Hernández Matías, J. C. (2013). Lean manufacturing conceptos, técnicas e implantación.

Herrera, R. J. (2011). Seis sigma Métodos estadísticos y sus aplicaciones. Perú, UTEC. Recuperado de: http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55821.pdf

Ingenioempresa. (2016). Gráfico de control. Recuperado de: <https://ingenioempresa.com/grafico-de-control/>

Ingenioempresa. (s. f.). Modelos determinísticos de inventario. Recuperado de: <https://ingenioempresa.com/modelos-deterministicos-de-inventario/>

Investigación de operaciones. (2017). Modelos determinísticos de producción. Recuperado de: <http://operaciongadget.blogspot.com/2017/11/43-modelos-deterministicos-de-produccion.html>

IT Business School. (2017). 9 pasos para un business case de éxito. Recuperado de: <http://www.itmadrid.com/wp-content/uploads/2015/10/itmadrid-9pasos-para-un-business-case-de-exito-3.pdf>

La divisa del nuevo milenio. (2014). Cómo se calcula el consumo o costo del producto o materia prima. Recuperado de: <https://www.conocimientosweb.net/portal/article3242.html>

López, B. S (s. f.). Andon: Control Visual. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/andon-control-visual/>

Martínez, Y. (2011). Diseño de mejoras en cuanto a productividad y producción de una línea de envasado de agua mineral en una planta ubicada en San Pedro de Altos Estado Miranda. Recuperado de: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS8694.pdf>

McGraw-Hill. (s. f.). Gestión de stock 03.

Medina, L. y Mejías, R. (2013). Diseño de un plan de acción para la mejora del proceso productivo de una empresa embotelladora de agua mineral, ubicada en el estado miranda.

Méndez Villanueva, A. (s. f.). Teoría y práctica de contabilidad.

Mero, V. H. (2011). Estrategias para el uso de nitrógeno en proceso de embotellado de bebidas no carbonatadas, con el fin de reducir la contaminación ambiental.

Minetto, B. (2019). ¿Qué es DMAIC? Recuperado de: <https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/>

O'loughlin, E. (s. f.). How to build a business case for project management software. Recuperado de: <https://www.softwareadvice.com/resources/project-management-business-case/>

Ochoa Ávila, N. A. 2013. Diagramas para el estudio del trabajo. Recuperado de: <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>

Riquelme, M. (2017). ¿Qué son los costos de inventario? Recuperado de: https://www.webyempresas.com/que-son-los-costos-de-inventario/#Costos_de_rotura_de_stock_o_costos_por_estar_fuera_de_existencia

Sandoval, A. R. (2013). Cuadernillo de ejercicios de diagrama de recorrido y bloques.

Seizer, R. (2017). Recuperado de: <http://ctcalidad.blogspot.com/2017/09/sipoc-mapeo-de-procesos-de-alto-nivel.html>

Serviconsulting. (s. f.). Ishikawa, herramienta para la solución de problemas. Recuperado de: <http://www.serviconsulting.es/ishikawa-herramienta-la-solucion-problemas/>

Siliceo, A. (2006). Capacitación y desarrollo de personal.

UNIT- (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas). (2009). Herramientas para la mejora de la calidad.

Universidad Veracruzana. (s. f.). Contabilidad financiera I.

Urbina, L. J. (s. f.). Procesos productivos. Departamento Ingeniería Industrial.

Velásquez, M. A. (2007). Diseño de un control de inventarios de artículos de alto impacto y mejoras para la optimización de la bodega para la empresa de bebidas gaseosas.

Glosario

- **Materia prima:** son todos aquellos insumos que se incluyen en la formulación del producto o pueden afectar la calidad del producto terminado.
- **Orden de compra:** documento preimpreso que respalda la compra de un material solicitado, el cual es autorizado previamente, según política de compras, por la jefatura del departamento.
- **Planificación:** es toda actividad que debe planificarse antes de la ejecución, esta se concibe como una manera de ver hacia el horizonte, hacia delante y hacia lo que se tiene que hacer.
- **Stock/inventario:** acumulación de materiales que posteriormente serán usados para satisfacer una demanda futura.