



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TESIS**

**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA
MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA
EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES
S.R.L, CHICLAYO 2021.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autor(a) (es):

Bach. Atoche Orellana Eduardo Humberto

(<https://orcid.org/0000-0002-0857-9024>)

Bach. Espinoza Piscoya Jose Graciano

(<https://orcid.org/0000-0001-9214-5914>)

Asesor(a):

Mg. Rivasplata Sánchez Absalón

(<https://orcid.org/0000-0002-3939-9253>)

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú 2023

APROBACIÓN DEL JURADO

**PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN
LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM
DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.**

Bach. Atoche Orellana Eduardo H.
Autor

Bach. Espinoza Piscocoya Jose G.
Autor

Mg. Rivasplata Sánchez, Absalón
Asesor

Mg. Purihuamán Leonardo, Celso N.
Presidente de Jurado

Mg. Aurora Vigo, Edward F.
Secretario de Jurado

Mg. Armas Zavaleta, José Manuel
Vocal de Jurado

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la **DECLARACIÓN JURADA**, soy(somos) **egresado** (s) del Programa de Estudios de **Ingeniería industrial** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Atoche Orellana Eduardo Humberto	DNI: 76008065	
Espinoza Piscoya Jose Graciano	DNI: 73654115	

Pimentel, 22 de diciembre de 2022.

Dedicatorias

A mis padres Atoche Ugarte Eduardo & Orellana Martínez Mery, que me apoyaron desde el inicio hasta el final, permitiéndome cumplir el sueño de volverme profesional.

Eduardo Humberto Atoche Orellana

A mi madre, Asunción Piscoya Guillermo quien me ayudo y motivo a seguir luchando por mis sueños, este logro va por ti, sé que desde el cielo estás orgullosa de todo lo que he conseguido.

José Graciano Espinoza Piscoya.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, quienes son la base de cada uno de mis logros, fortaleciéndome con el apoyo incondicional y las buenas vibras.

Eduardo Humberto Atoche Orellana

Agradezco a mi madre por siempre creer en mí, a mis tíos y hermanos por su apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir cada una de mis metas.

José Graciano Espinoza Piscoya.

PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.

PRODUCTION PLANNING USING LINEAR PROGRAMMING TO MINIMIZE THE COSTS OF THE BOTTLING PLANT YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.

Atoche Orellana Eduardo Humberto¹

Espinoza Piscoya José Graciano²

Resumen

Esta investigación se desarrolló en la empresa embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L. donde se propuso como objetivo Planificar la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, esta investigación es de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Se inicia mediante un análisis sobre la situación actual de la empresa y la planificación de la producción identificando algunos de los problemas que puedan afectar a la rentabilidad. Con la ayuda del diagrama de Ishikawa y la curva de Pareto se pueden seleccionar los problemas que tienen mayor influencia dentro de los costos para poder minimizarlos y mediante un análisis sobre la situación actual se ha permitido detectar que la empresa solamente realiza algunas planificaciones sin la ayuda de las herramientas de ingeniería, en la cual pueden permitir saber cómo están llevando a cabo en las diferentes áreas de trabajo dentro de la producción. Esto se debió a una falta de orden y planificación de los costos de la empresa, además de las capacitaciones al personal de la empresa de forma trimestral sobre algunas normas, lo cual se espera mejorar y lograr un incremento en la planificación de producción minimizando los costos de la empresa. Se evalúa un beneficio costo de la propuesta obteniéndose 1.39.

Palabras clave: Manufacturing, Producción, Planificación, Rentabilidad, Costos,

1 Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad Señor de Sipán- SAC. Pimentel. Perú. email: aorellanaeduard@crece.uss.edu.pe código ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0857-902>.

2 Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad Señor de Sipán- SAC. Pimentel. Perú. email: episcoyajosegra@crece.uss.edu.pe código ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9214-5914>.

Abstract

This research was developed in the bottling company Yam Dany Inversiones S.R.L. where it was proposed as an objective to plan production using linear programming to minimize the costs of the Yam Dany Inversiones SRL bottling plant, this research is descriptive with a quantitative approach and non-experimental design. It begins with an analysis of the current situation of the company and production planning, identifying some of the problems that may affect profitability. With the help of the Ishikawa diagram and the Pareto curve, the problems that have the greatest influence on the costs can be selected in order to minimize them and through an analysis of the current situation it has been possible to detect that the company only makes some planning without the help of engineering tools, in which they can let you know how they are performing in the different areas of work within production. This was due to a lack of order and planning of the company's costs, in addition to training the company's staff on a quarterly basis on some standards, which is expected to improve and achieve an increase in production planning, minimizing costs. of the company. A cost benefit of the proposal is evaluated, obtaining 1.39

Keywords: Manufacturing, Production, Planning, Profitability, Cost

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Antecedentes de estudio	18
1.3. Teorías relacionadas al tema	22
1.3.1. Planificación de la producción utilizando programación lineal	22
1.3.2. Minimización de costos	25
1.4. Formulación del Problema	26
1.5. Justificación e importancia del estudio	26
1.6. Hipótesis	27
1.7. Objetivos	27
1.7.1. Objetivo general	27
1.7.2. Objetivos específicos	27
II. MATERIAL Y MÉTODO	29
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	29
2.2. Población y muestra	29
2.2.1. Población	29
2.2.2. Muestra	30
2.3. Variables, Operacionalización	31
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
2.5. Procedimiento de análisis de datos	35
2.6. Criterios éticos	35
2.7. Criterios de Rigor Científico	35
III. RESULTADOS	37
3.1. Diagnóstico de la empresa	37

3.1.1. Información general.....	37
3.1.2. Descripción del proceso productivo.....	42
3.1.3. Análisis de la problemática.....	48
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos.....	48
3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico.....	61
3.1.4. Situación actual de los costos de producción.....	69
3.2. Discusión de resultados.....	71
3.3. Propuesta de investigación.....	72
3.3.1. Fundamentación.....	72
3.3.2. Objetivos de la propuesta.....	72
3.3.3. Desarrollo de la propuesta.....	75
3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta.....	96
3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta.....	99
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
4.1. Conclusiones.....	103
4.2. Recomendaciones.....	104
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS.....	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables independiente.	31
Tabla 2. Operacionalización de variables dependientes.	32
Tabla 3. Técnicas e Instrumentos	33
Tabla 4. Validez de expertos.	34
Tabla 5. Estadístico de fiabilidad.....	34
Tabla 6. Información de la embotelladora.	37
Tabla 7. Mano de obra directa.....	39
Tabla 8. Mano de directa.....	39
Tabla 9. Mano de obra indirecta.....	39
Tabla 10. Materia directa.....	40
Tabla 11. Materia indirecta.....	40
Tabla 12. Productos elaborados y distribuidos por la embotelladora.	41
Tabla 13. Producción por turno.	42
Tabla 14. Entrevista al jefe de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.....	48
Tabla 15. Ventas históricas de la presentación de 450 ml.	55
Tabla 16. Ventas históricas de la presentación de 500 ml.	56
Tabla 17. Ventas históricas de la presentación de 1500 ml.	56
Tabla 18. Ventas históricas de la presentación de 3200 ml x 6 ud.....	57
Tabla 19. Requerimiento histórico de Materia Prima.....	57
Tabla 20. Requerimiento histórico de materia indirecta.	58
Tabla 21. Costos históricos de materia directa.....	58
Tabla 22. Costo histórico de materia indirecta.	59
Tabla 23. Costo de mano de obra directa.	59
Tabla 24. Costo histórico de horas extra.....	59
Tabla 25. Costo de mano de obra indirecta año 2019 y 2021.....	60
Tabla 26. Costo de inventario.....	60
Tabla 27. Costo por servicio básico.	60
Tabla 28. Causas de los altos costos.....	62
Tabla 29. Mermas de materiales directos.	63
Tabla 30. Mermas de materiales Indirectos.....	63

Tabla 31. Materiales directos desabastecidos.....	64
Tabla 32. Materiales indirectos desabastecidos.....	64
Tabla 33. Productos que presentan retrasos de demanda.....	65
Tabla 34. Porcentaje de mano de obra no calificada.	66
Tabla 35. Porcentaje de horas extra.	67
Tabla 36. Frecuencia de ocurrencia de las causas.	67
Tabla 37. Costos totales de producción.	69
Tabla 38. Propuesta.	74
Tabla 39. Demanda Real de los años 2017 - 2021.	75
Tabla 40. Demanda pronosticada para el año 2022.....	79
Tabla 41. Índices del modelo.....	79
Tabla 42. Variables de decisión.	79
Tabla 43. Coeficientes de la función objetivo.	80
Tabla 44. Parámetros.....	80
Tabla 45. Presentaciones.....	81
Tabla 46. Costo de producción.....	82
Tabla 47. Costo de mantener inventario.	82
Tabla 48. Costo de mandar a producir.	82
Tabla 49. Costo de mandar a pedir materiales.....	82
Tabla 50. Costo de recursos extra.	83
Tabla 51. Requerimiento de recursos por presentación.....	84
Tabla 52. Disponibilidad de los recursos.....	85
Tabla 53. Restricciones de uso de recursos.....	86
Tabla 54. La capacidad de producción de la embotelladora mensual.....	87
Tabla 55. Producción por presentaciones 2022.	89
Tabla 56. Requerimiento de materiales directos 2022	90
Tabla 57. Requerimiento de materiales indirectos 2022	91
Tabla 58. Requerimiento de materiales indirectos extra 2022	92
Tabla 59. Variable binaria de mandar a pedir un recurso extra 2022.....	93
Tabla 60. Requerimiento de horas extra 2022	94
Tabla 61. Inventario por presentación 2022	94
Tabla 62. Variables binarias de mandar a producir por mes 2022.	95
Tabla 63. Costos totales del modelo de planificación con programación lineal....	95

Tabla 64. Variación de costos de materia prima.	96
Tabla 65. Variación de costos en materiales indirectos con el modelo.	96
Tabla 66. % de horas extra antes y después del modelo.	97
Tabla 67. Variación de los costos de horas extra.	98
Tabla 68. Costos de la propuesta.	99
Tabla 69. Resumen de costos de la propuesta.	99
Tabla 70. Gastos administrativos y ventas.	100
Tabla 71. Resumen de beneficios de las propuestas.	100
Tabla 72. Estado de resultados.	100
Tabla 73. Flujo de caja.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. Evolución del volumen de producción de bebidas no alcohólicas.....	17
Figura 3.Comportamiento de la demanda.....	22
Figura 4. Costo total.....	25
Figura 5. Logo de la embotelladora.....	37
Figura 6.Organigrama general Yam Dany Inversiones SRL.....	38
Figura 7. Presentaciones de bebidas carbonatadas. a) presentación de 450 ml. b) presentación de 500 ml. c) presentación de 1500 ml. d) presentación de 3200 ml.	41
Figura 8. DOP Glud Kola 450 ml / Cordial 500 ml.....	45
Figura 9. DAP Glud Kola 450 ml / Cordial 500 ml.	46
Figura 10.Flujograma del proceso (Bizagi).....	47
Figura 11. Proceso de planificación de la producción.	50
Figura 12. Requerimientos de la demanda.....	51
Figura 13. Uso de recursos.	51
Figura 14. Requerimiento de materiales.	52
Figura 15. Eficiencia del proceso productivo.....	52
Figura 16. Paradas de producción.	53
Figura 17. Falta de capacitación.	53
Figura 18. Seguimiento de entradas y salidas de materiales.	54
Figura 19. Manual de funcionamiento de la maquinaria.....	54
Figura 20. Plan de mantenimiento.....	55
Figura 21.Diagrama de Ishikawa de la empresa Yam Dany Inversiones S.R.L. ..	61
Figura 22. Diagrama de Pareto.	68
Figura 23. Costos de producción de la embotelladora.	70
Figura 24. Modelo pronóstico de la presentación de 450 ml, método SARIMA con un MAPE de 4.91%.	77
Figura 25. Modelo pronóstico de la presentación de 500 ml, método SARIMA con un MAPE 4.69%.	77
Figura 26.Modelo pronóstico de la presentación de 1500 ml, método SARIMA con un MAPE 10.22%.	78

Figura 27. Modelo pronóstico de la presentación de 3200 ml, método SARIMA con un MAPE 11.85%.....	78
Figura 28. Modelo de planificación en OpenSolver-Model.....	89
Figura 29. Costos de materiales antes y después de la propuesta.....	97
Figura 30. Costos de horas extra antes y después de la propuesta.....	98

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

En los últimos tiempos uno de los temas más importantes en las empresas es la planificación de la producción, la cual se basa en una secuencia de métodos que permiten el pronóstico de la capacidad que sostiene las industrias para el cumplimiento de sus ventas, donde las soluciones tecnológicas avanzadas permiten por ejemplo, simular diversos escenarios y analizar el impacto de un nuevo pedido, calcular plazos o evaluar cómo atender a un cliente específico y diagnosticar qué factores impactan en toda la productividad diaria de la industria. (Pereira, 2021)

Es así que las aplicaciones de estos sistemas tecnológicos permiten identificar los niveles de inventario y la producción con el fin de satisfacer la demanda, por ello, la aplicación de los modelos de optimización en programación lineal permite dar solución a problemas reales que surgen en las organizaciones, donde las variables que participan en la producción permiten tomar decisiones en tiempo real para la planificación y reduciendo costos generados al cumplir con la producción. (Caicedo, Criado, & Morales, 2019)

Sin embargo, se generaron grandes impactos debido a la crisis en las estructuras económicas, donde el factor económico a nivel global puso en stock a las industrias mundiales, reportando un aumento en los costos de producción en el 2020 con respecto al 2019 con un promedio de 6.1%, siendo este mayor al aumento promedio en los precios de los productos el cual tiene un 4.3%, dando un deterioro en el margen de operaciones en las industrias, disminuir sus ganancias y pérdidas. Encuesta de opinión Industrial Conjunta. (ANDI, 2020)

Siendo Coca-Cola una de las industrias mundiales más afectadas, la cual experimento una caída global del 25% del volumen de ingresos, bajando sus ventas durante el primer trimestre en un 1% hasta los 8.601 millones de dólares, pero a diferencia de Norteamérica tuvo un crecimiento del 6% en ventas y Latinoamérica un 8%, antes de que la crisis económica se desplegara en EE UU el mercado Asia Pacifico con un -5%; Oriente Medio, Europa y África con un -3%, siendo el mayor retroceso. (Garcia, 2020)

En el Perú la industria de bebidas no alcohólicas, ha sido parte importante del crecimiento de la manufactura no primaria, representando en los últimos años

un 0,2% del PBI nacional y un 1.7 del PBI manufacturero. Además, su importancia no solo radica en el abastecimiento de productos de consumo básico, sino que además es una fuente de generación de empleo, con un promedio de 12, 923 personas empleadas. Ministerio de Producción - Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos. (OGEIEE, 2020)

Al analizar la última década (2010-2020) se registra un crecimiento promedio de producción de 2,9%, con una caída del -18.2% durante el año 2020 dado a la crisis económica que puso en stock a las industrias peruana. Se registró en el 2010 una producción de bebidas gaseosas concentrada en un 67% del volumen total de bebidas no alcohólicas, seguido por agua de mesa con un 16% y otras bebidas 17%, sin embargo, en el 2020, el 62% del volumen de producción de bebidas no alcohólicas pertenece a bebidas gaseosas, el 24% de agua de mesa y 14% de otras bebidas.

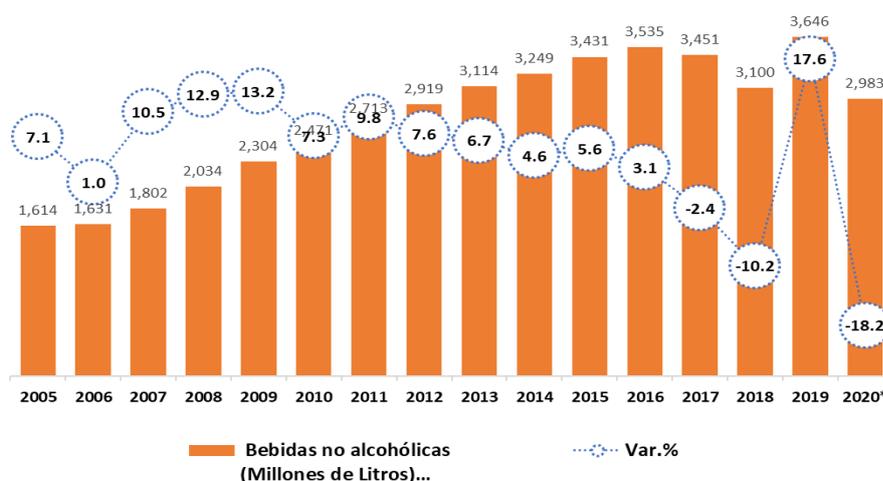


Figura 1. Evolución del volumen de producción de bebidas no alcohólicas.

Fuente: (OGEIEE, Estadística Sectorial, 2020).

La industria de bebidas no alcohólicas peruanas ha experimentado una caída del índice de producción del 27, 5%, dado por una baja producción acumulada de gaseosas, aguas envasadas, en bebidas hidratantes, y jugos y refrescos, previendo una recuperación gradual de su demanda en el canal moderno y tradicional para el año 2021. (Oblitas, 2020)

Además, Arca Continental Lindley la embotelladora que cuenta con la red comercial y la distribución más grande del Perú, decidió optimizar sus costos y

explorar las oportunidades de eficiencias definidas por la asociación, debido a su registro de gastos, obteniendo un aumento del indicador financiero EBITDA de 6.6%, con un margen del 23%. Arca Continental (AC, 2020)

La embotelladora de bebidas gaseosas, Yam Dany Inversiones S.R.L., se encuentra ubicada en el distrito de José Leonardo Ortiz, e inicio con sus actividades el 01 de junio del 2010. Dedicada a la elaboración de bebidas gaseosas contando con 6 sabores: cola negra, cola amarilla, naranja, fresa, limón y piña, vendida en presentaciones personales de 450 ml y 520 ml, familiares de 1500ml y 3200 ml. Para lo cual la demanda de producción se distribuye en la sierra y selva peruana. Actualmente existe un problema en el aumento de los costos de la embotelladora dado por: desabastecimiento de materiales, Horas extra, retraso de demanda y desconocimiento de cantidades existentes en almacén.

1.2. Antecedentes de estudio.

Steidle (2017), realizó una investigación, Modelo de producción robusto con postponement para una línea de embotellado en Chile. Una empresa de vino en Chile posee altos niveles de incertidumbre en sus ventas debido a la variabilidad de la demanda, Por esta razón se utilizó un modelo de demanda estocástica anexada en la modelación, en el programa AMPL el cual acepta diferentes Solver de optimización, y para el método de solución lineal se utilizó CPLEX debido a que contiene amplia gama de procedimientos. Se realizó 4 escenarios para el desarrollo, donde se hizo comparaciones del modelo robustecido con otros 2 sin robustecer uno con incertidumbre y otro nominal. La aplicación de modelos robustos proporciona resultados beneficiosos para escenarios de incertidumbre alta. En conclusión, los escenarios con alta incertidumbre se obtiene una disminución promedio de costos totales de 31% y 35% en los sub-escenarios de demanda alta y baja respectivamente. Por lo tanto, se puede concluir que la metodología robusta y una modelación con postponement aplicada en la embotelladora de vinos permite reducir la incertidumbre de la demanda.

López, Castro, & Guerra (2017) en su investigación "Optimización del plan de producción. Estudio de caso carpintería de aluminio", desarrollado en una empresa dedicada a fabricar productos de aluminio, tenía como problema la inexistencia de planificación en su producción, de este modo se buscaba aumentar las utilidades,

maximizar la capacidad teoría y reducir los costos de producción. Por lo tanto, se propuso como objetivo la aplicación de un plan de producción mediante el método matemático de programación lineal. Para el desarrollo de dicho modelo se consta de cuatro etapas: primero realizar un diagnóstico del problema, consecuente a esto se construye un modelo matemático para su aplicación y analizar los resultados. Una vez desarrollado el estudio se obtuvo los siguientes cambios: se produjo un aumento en la utilidad de 6,40% con respecto a la utilidad inicial; mejoró la capacidad de equipo de 90,37 % a una de 93,37%; y una reducción de los costos de producción en un 6,03%. Finalmente, los resultados fueron favorables para la aplicación del modelo matemático.

Dorcas, Sulaiman, & Akeyede (2018) en su investigación "Optimizing profit in Lace Baking Industry Lafia with linear programming model" presentan una investigación en la empresa panadera Lace Bread Enterprises, cuya problemática se evidencia en la deficiencia, con respecto a las cantidades a producir. Como objetivo se plantearon determinar la mezcla de productos óptimos para alcanzar los mejores beneficios posibles. La metodología utilizada fue la recolección de información sobre cada uno de los productos y las limitaciones del proceso en el periodo de un mes; luego de ello procedieron a formular un modelo matemático teniendo como función objetivo maximizar los beneficios en función a 6 productos sujeto a 22 restricciones en total, dicho modelo propuesto se resolvió a través del software R (módulo lpSolve de R Statical). Como resultados se obtuvo que la empresa podría tener una utilidad máxima de \$ 558 000, indicando que se deberían producir solo 1 550 unidades de pan familiar y 4 650 unidades de mini pan por mes, descartando la producción de las otras variedades de pan. En conclusión, se recomienda considerara también otros elementos de la realidad de la empresa que pueden cambiar significativamente el resultado de la investigación con el objetivo de tener resultados más acertados.

Caicedo, Criado, & Morales (2019), en su investigación titulada Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmeccánica en Colombia con el objetivo de diseñar un plan agregado óptimo para la producción en base a un modelo matemático de programación lineal, empleando la herramienta de programación lineal entera. Lo resultados evidencian que los costos de

contratación y mano de obra en la etapa de estudio es de \$27.427.693 y con la propuesta los costos corresponden a \$25.403.880. Llegando a la conclusión que el modelo propuesto evidencia una reducción del 7,4% que se torna valioso para la gestión operacional de la industria metalmecánica.

Escobar, Marceles, & Quevedo (2020), en su investigación “Modelo matemático para la programación de la producción en compañías fabricantes de alambres y cables para la construcción” con el objetivo obtener la minimización del makespan, proponiendo un modelo de programación lineal entera mixta, tomando factores principales como tiempos de alistamiento y tiempos de producción. Los resultados evidencian una reducción de 1.5 días el makespan, consiguientemente con una reducción de 215.000 USD en costos de productos y de 6.000 USD en costo financiero. En conclusión, los datos demuestran la eficiencia del modelo propuesto en base a la problemática de la investigación.

Coronado, Hoz , Zapateiro, Leyva , & Ramos (2020), en su investigación “Modelo de programación lineal para minimizar el costo de producción de una empresa de cintas adhesivas” tiene como objetivo mejorar las decisiones del área de producción debido que existe escases de inventarios de MP, incremento de tiempos muertos, sobrecostos y retardo en la entrega de producto terminado, la mejora se enfoca en la propuesta de un modelo de programación lineal que logra optimizar la producción consiguiendo un mejor equilibrio. los resultados demuestran porcentajes de reducción de costos entre 14% y 43% en los diferentes grupos de elementos fabricados. En conclusión, la validación del modelo reduce costos respecto a los procesos que se llevan a cabo la empresa.

Azahuanche & Pajares (2017) en su investigación “Modelo de planeamiento y programación del abastecimiento de materia prima para la producción del concreto premezclado a través de la programación lineal para incrementar la utilidad en la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L – la colpa”, tuvo como objetivo realizar una propuesta de un sistema de programación y planeamiento del suministro de insumos para la producción de concreto, donde se elaboró un modelo de programación lineal teniendo en cuenta la demanda, los costos de inventario y la capacidad de la máquina. Los resultados manifiestan un aumento de utilidades

de S/ 3, 209,059.00 dado que solo se piden y almacenan las cantidades necesarias, evitando pérdidas económicas a la empresa. En conclusión, el modelo puede tomar decisiones óptimas respecto a la adquisición de insumos bajo un escenario donde exista más de un proveedor, considerando sus limitaciones de suministro y costos adquisición.

Norabuena (2018), en su investigación, “Mejoramiento de la planificación de la producción para disminuir los costos en la empresa fundo los paltos”, teniendo como objetivo mejorar la planificación de la producción para reducir los costos de la empresa fundo los paltos S.A.C, utilizando una metodología descriptiva de diseño preexperimental, para dar solución al problema se propuso una planificación en base a pronósticos de la demanda, programación maestra, planificación agregada, programación de la producción y requerimiento de materiales. Los resultados evidencian una reducción de costos de S/716,892.65, los cuales significan el 24.9% de los costos totales, consiguiendo un ingreso de S/16,806.65. En conclusión, la aplicación del presente estudio es viable y beneficioso para la empresa.

Cieza (2021) en su investigación “Planeación de la producción aplicando programación lineal para la optimización de costos en la empresa producciones nacionales TC. E.I.R.L.”, tuvo como objetivo aplicar programación lineal para planificar la producción y obtener costos óptimos en la empresa Producciones Nacionales TC. E.I.R.L, empleando un modelo de planificación que arroja la previsión de la demanda y la estimación de requerimiento insumos, para un correcto cumplimiento y satisfacción de la demanda. Los resultados evidencian que al implementar el modelo se conseguiría un 39% de optimización de costos, generando un ahorro de S/ 31.653.08 y un beneficio costo de 1.51. En conclusión, es rentable aplicarlo.

Mongrut & Tigre (2021), en su investigación, “Aplicación de la programación lineal en el área de extrusión para optimizar la producción en la empresa Procomsac. Chiclayo - 2019” con el objetivo de optimizar la producción a través de la aplicación de programación lineal, utilizando una metodología descriptiva propositiva de diseño no experimental de enfoque cuantitativo, es así que, a través del proceso de diagnóstico lograron definir las variables para dar solución a la

problemática encontrada. Los resultados muestran un beneficio en la utilidad no percibida de S/136.809.57 y un costo beneficio de S/ 2.31, llegando un análisis que por cada S/1 invertido se obtendría S/1.31 de beneficio.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Planificación de la producción utilizando programación lineal.

A. Pronóstico de la demanda.

Demanda.

Según Cruz (2018) está directamente relacionada con el proceso de producción, dado que la producción, planificación, organización, cambio y sistematización de una empresa está condicionada por la demanda del producto que la empresa fabrica en un tiempo determinado.

Por lo que existen diferentes tipos de demanda y, dentro de ellos comportamientos distintos (estacionales, constante, tendencia, cíclicos).

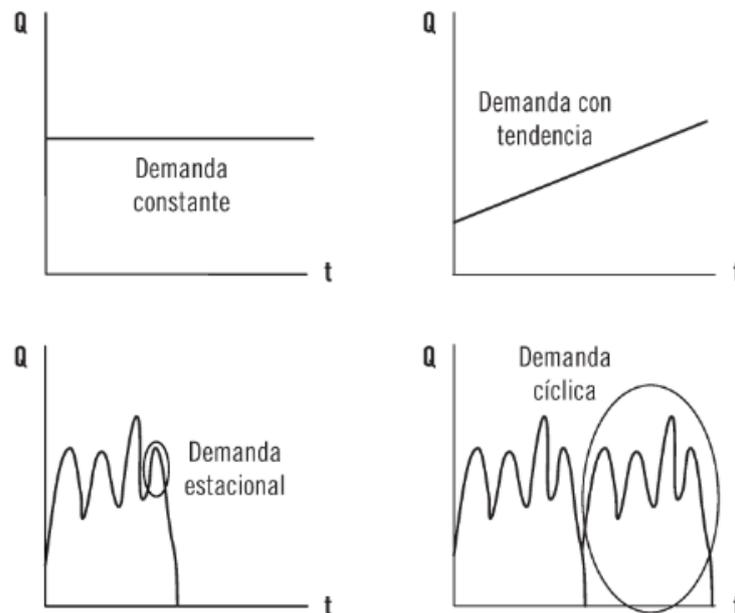


Figura 2. Comportamiento de la demanda.

Fuente: (Cruz, Planificación y gestión de la demanda, 2018)

Los pronósticos.

Según Jacobs y Chase (2018), Son transcendentales para toda organización, siendo estos la base de la planificación de largo plazo como también para la toma de decisiones. Además, con los pronósticos, tanto el personal de producción y operaciones toma decisiones constantes en la planificación de la capacidad y distribución de la planta, además de la producción, programación e inventario. Estos se clasifican en cuatro tipos:

- a) **Los cualitativo** que son técnicas subjetivas que se fundamentan en opiniones y apreciados.
- b) **Análisis de series de tiempo**, modelo de pronóstico que predice el futuro, basándose en la información anterior, donde esta información puede ser números de ventas, recopiladas durante un determinado tiempo, semanas, meses y años. Dado a eso se utilizan distintos modelos de series para la elaboración del pronóstico.
- c) **Pronostico causal**, aquel que se evalúa por medio de la técnica de regresión lineal, presume que la demanda se relaciona por algún factor implícito en el ambiente.
- d) **Modelos de simulación** que permiten al encargado del pronóstico operar varios supuestos en relación al estado del pronóstico.

Programación lineal.

Según Alzate (2018) el modelo está compuesto por cuatro elementos que involucran sus particularidades propias y busca cumplir con el objetivo de obtener valores no negativos, que cumplan las restricciones dadas y optimicen la función objetivo, la cual es una función lineal.

- a) **VARIABLES DE DECISIÓN**, definidas en términos de unidad o cantidad, identificadas como X, Y, Z o X_i , siendo $i = 1, 2, \dots, n$.
- b) **Función objetivo**, función lineal, que establece el objetivo general del problema, siendo la optimización de la función $f(X, Y, Z, \dots)$ o $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$
- c) **Restricciones limitantes**, llevan a limite el uso de recursos.
- d) **Condiciones de no negatividad**, afirman que las variables sean positivas o mayores iguales a cero $x_i \geq 0$.

Planteamiento del problema.

Según Izar (2019) En este apartado se convierten la información y datos relativos al problema, dado por un conjunto de ecuaciones. Para lo cual el procedimiento es:

- a) Definir las variables de decisión, en el cual se identifican las variables que se evalúan y se representan con letras, además se establecen las unidades a expresar.
- b) Establecer la función objetivo, luego de definir las variables, en la que una ecuación describe la función objetivo, que estará en función a las variables de decisión del problema, ya sea minimización o maximización.
- c) Definir restricciones, estableciendo una ecuación para cada una de las restricciones, las cuales pueden ser igual o desigual, dependiendo del problema. Asimismo, se debe vigilar que cada ecuación sea la misma del lado izquierdo que la del lado derecho, dado que no ser así, habría problemas en la resolución.
- d) Establecer restricciones no explícitas, son las que aparecen en las restricciones de no negatividad de las variables, ya sea enteras o binarias.

Programación lineal entera.

Según (Taha, 2017) la programación entera tiene dos categorías, la directa y transformada.

- a. En la directa la naturaleza impide establecer valores decimales a las variables del modelo. Por ejemplo, cuando se quiere establecer si se empieza o no un proyecto (variable binaria), o la determinación del número óptimo de equipos para realizar un trabajo (variable general entera).
- b. La transformada, en la que se usan variables enteras auxiliares, para transformar situaciones insolubles en modelos que pueden resolverse por medio de algoritmos disponibles de optimización. Como, por ejemplo, la sucesión de dos tareas, A y B, en un solo equipo, la tarea A puede preceder a la tarea B o viceversa.

1.3.2. Minimización de costos.

Según Hoyos (2017) El costo es el recurso sacrificado para obtener bienes y servicios. El cual se presenta como consecuencia de producir un bien o servicio para obtener un beneficio económico en el futuro. Es también la inversión que se ha hecho y que se espera recuperar con las ventas.

Costo total							MC	Otros				
	Costo de producción		Costo de operación				%	U	T	I	I	P
	Costo primo		G	G	G	G						
Gastos s/c	M	M					I	V	A	F	D	L
	P	O	D	A	D							
Costo de compra	C. de conversión											

Figura 3. Costo total.

Fuente: (Reveles, Análisis de los elementos del costo, 2017)

Costos de producción.

Materia prima directa.

Según Reveles (2017) es aquel que se transforma en un artículo de consumo o de servicio. Es el material que cumple con las cualidades de cuantificable, identificable y representativo, se determina que forma parte de la materia prima directa; en el caso de que no cumpla, se integra al costo de materia indirecta, dentro de los gastos indirectos de fabricación.

Mano de obra directa.

Según Reveles (2017) es aquel personal que está relacionado directamente con la producción en las empresas industriales, mientras que, en las empresas de servicio, se les conoce únicamente como sueldos y

salarios. La mano de obra directa debe ser cuantificable, identificable y representativo, dado que si no cumple con ello se considera gastos indirectos de fabricación (mano de obra indirecta)

Asimismo, es importante determinar que en la mano de obra se debe considerar cuatro elementos importantes: prestaciones, contribuciones, aportaciones, sueldos y salarios.

Gastos indirectos.

Según Reveles (2017) no se encuentran de manera precisa en una unidad fabricada, por lo que son utilizados en la producción con base en el prolateo. Estos se dividen en tres clases:

- a) Materia prima indirecta, son componentes que por la cantidad en el proceso productivo no es útil precisarlos en cada unidad fabricada, y que de manera general se pueden considerar como accesorios.
- b) Mano de obra indirecta, es el conjunto de sueldos que no se pueden aplicar a las unidades fabricadas, como el sueldo del gerente, de ayudante, etc.
- c) Gastos de fabricación indirectos, es aquel que reúne, demás erogaciones, que, siendo procedentes de la fabricación, es imposible aplicarlas con precisión a una unidad fabricada, como por ejemplo la depreciación, amortización, combustible, etc.

1.4. Formulación del Problema.

¿Cómo la planificación de la producción utilizando la programación lineal, minimizara los costos de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

La presente investigación se justificó por medio de revisión de literatura de la variable de estudio, en la cual se usó definiciones de autores confiables, reconocidos internacionalmente, como la planificación de la producción utilizando programación lineal, se usó la información brindada por Taha (2017), Álzate (2018), Cruz (2018), Jacobs y Chase (2018), Izar, (2019), brindando aportes sobre los métodos de solución, como la metodología en programación lineal y entera.

Asimismo, también se obtuvo información brindada por Hoyos (2017) y Reveles (2019) en la que se obtuvo información sobre los costos involucrados de la producción. Permitiendo contribuir a la investigación en la reducción de los costos de producción.

Asimismo la investigación tiene como objetivo reducir los costos de producción de manera eficiente utilizando modelos matemáticos, obteniendo beneficios para la empresa Yam Dany Inversiones SRL, a través de la aplicación del software Microsoft Excel (complementos Solver, open Solver) con el objetivo de planificar la producción, la versión prueba Oracle Crystal Ball Release 11.1.3.0.0, para pronosticar la demanda de producción y el requerimiento de materiales, siendo de esta manera practica la investigación.

Además, posee por finalidad implementar un modelo matemático utilizando la programación lineal, ejecutando procedimientos para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, con la realización de instrumentos para la recolección de datos cuantitativos, brindando información para la medición de las variables propuestas y determinar una solución al problema de investigación.

1.6. Hipótesis.

La planificación de la producción utilizando programación lineal permitirá minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Planificar la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

1.7.2. Objetivos específicos.

- a. Análisis de la situación actual de la empresa.
- b. Determinar los costos actuales de producción.
- c. Diseño de un modelo matemático para la programación lineal.
- d. Determinar el Beneficio – Costos

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODO

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

La presente investigación mantiene un enfoque cuantitativo. Según Hernández y Mendoza (2018), el camino cuantitativo es conveniente cuando se intenta evaluar las dimensiones de los fenómenos a evaluar con la finalidad de probar la hipótesis. La definición se ajusta al desarrollo de la investigación denotando que realizamos el desarrollo de una ruta la cual inicia con la descripción de un fenómeno al cual se sitúa una problemática. Lo siguiente a elaborar es la hipótesis y la determinación de variables por consiguiente el desarrollo de la investigación, recolección de datos. Obteniendo como finalidad un reporte de resultados en el cual demostramos de manera numérica la hipótesis.

Asimismo, la investigación es descriptiva, según Hernández y Mendoza (2018), Los estudios descriptivos son bases de investigaciones correlacionales, aportan información para dirigir investigaciones explicativas. Su objetivo es detallar características de conceptos, variables en un entorno definido. Debido a la descripción de la planificación, donde se identificó sus defectos, se logró adecuar un modelo de planificación para generar la optimización que deja como resultado la reducción de costos de producción

Además, se adecua a un diseño no experimental, puesto que no se tiene la intención de manipular las variables para la alteración de la situación presente de la empresa, sino que se busca aplicar un modelo cuyos resultados demuestren mejoras y sirva como opción a considerar por si en un futuro se decide aplicarse.

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población.

Según Hernández y Mendoza (2018), la población es sobre la cual se generalizan los resultados, siendo un conjunto de casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Por lo tanto, esta es finita, accesible y se encuentra establecida por los trabajadores de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

2.2.2. Muestra.

Para Ñaupas, Valdivia, palacios, y Romero (2018) la muestra es un proceso que proporciona la selección de grupos de estudio, con la finalidad de recoger información necesaria para el desarrollo de la investigación. Siendo una muestra probabilística simple, dado que todos los trabajadores del área de producción de la embotelladora Yam Dany S.R.L, tienen una misma probabilidad de ser seleccionados.

La muestra está representada por los 11 trabajadores del área de producción, los cuales brindaron información necesaria para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, además de un acervo documentario.

2.3. Variables, Operacionalización.

Tabla 1.

Operacionalización de variables independiente.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Planificación de la producción	Pronostico	Demanda/mes	
	Variables de decisión	Producción/mes Inventario/mes Recursos extra/mes Mandar a producir/mes Mandar a pedir recursos extra/mes	Entrevista/Guía de entrevista. Encuesta/Cuestionario Análisis documentario/guía de análisis documentario.
	Función objetivo	Minimización de costos	
	Restricciones	Utilización de recursos/mes inventario/mes capacidad de producción/mes cargas fijas – mandar a producir/mes cargas fijas – mandar a pedir recursos extra/mes	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.
Operacionalización de variables dependientes.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Minimización de Costos.	Materia prima directa	Costos de materia prima	Análisis documentario/guía de análisis documentario.
	Mano de obra directa	Costo de mano de obra. Costo de horas extra	
	Gastos indirectos de fabricación	Costo de materiales indirectos Costos de mano de obra indirecta Costos de almacenamiento Costo de servicios básicos	

Fuente: Elaboración propi

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Según Ñaupas, Valdivia, palacios, y Romero (2018), La recolección de datos es una técnica que conceptualiza en una agrupación de normas que regulan las fases del inicio y final de la investigación, teniendo como finalidad el cumplimiento del objetivo de la investigación.

En la investigación, se utilizó para la obtención de datos, la entrevista, cuestionario y el análisis documental.

Tabla 3.

Técnicas e Instrumentos

Técnica	Instrumento
Análisis documental.	Guía de análisis documentario.
Entrevista.	Guía de Entrevista.
Encuesta	cuestionario

Fuente: Elaboración propia.

Según Niño (2019) la técnica de la entrevista se encuentra estructurada en preguntas y respuestas entre individuos, los cuales son el investigador y el integrante, que a través del desarrollo facilita el recojo de opiniones de los mismos. En la investigación su finalidad es recolectar información oral, del jefe de producción de la embotelladora, para analizar la situación actual del área de producción.

Para Hernández y Mendoza (2018), el cuestionario es el instrumento más manipulado. Este consiste en un conjunto de preguntas en relación una o varias variables a medir. Además, debe ser congruente con el planteamiento del problema a medir. Para medir las opiniones de los trabajadores, se usará la escala Likert.

Análisis documental, para Hernández y Mendoza (2018) es una técnica eficiente para investigaciones que requieren de procesos de datos, se debe estructurar dependiendo los indicadores de la variable, para que cumpla con finalidad de conseguir datos confiables para realizar la medición de la variable. La cual se

estructuro en base a la producción y costos de la empresa Yam Dany Inversiones S.R.L.

Validez y confiabilidad.

La validez y confiabilidad será realizada por un conjunto de profesionales expertos en el tema. Según Hernández y Mendoza (2018), la validez hace referencia al rango en que supuestamente una herramienta mide la variable, en base a opiniones calificadas, y está asociado a la validez de contenido.

Sin embargo, la confiabilidad se enfoca en un instrumento cuyas mediciones realizadas no sufre cambios o variaciones colosales en el tiempo, ni por utilización de diferentes personas, de formación similar. Ñaupas, Valdivia, palacios, y Romero (2018)

Tabla 4.

Validez de expertos.

Instrumento	Indicadores	1	2	3	Promedio
Guía de entrevista.	Claridad	17	18	19	18
	Organización	18	18	18	18
	Suficiencia	17	18	19	18
	Veracidad	18	18	18	18
	Validez	17	18	18	18
Cuestionario.	Claridad	18	19	17	18
	Organización	18	18	18	18
	Suficiencia	18	19	17	18
	Veracidad	18	18	17	18
	Validez	18	18	18	18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.

Estadístico de fiabilidad.

Alfa de Cronbach	Número de elementos
0.737	10

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

- 1. Análisis documentario:** Se evalúa la solución de las variables por medio de una ficha de registro, que especifica las ventas realizadas, ventas perdidas, materiales requeridos, capacidad de producción, mano de obra, horas extra y los costos que estos conllevan, en un determinado intervalo de tiempo.
- 2. Diagnóstico de causa y efecto:** Se realizó un diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas que conllevan a la elevación de costos de producción, siendo estas una inadecuada planificación de la producción.
- 3. Pronostico con Oracle crystal balls:** Se realizó el pronóstico de la demanda, en base a información de ventas realizadas en los meses anteriores de los años 2019 y 2021, para obtener las ventas futuras que tendrá la embotelladora.
- 4. Modelamiento matemático con programación lineal:** Se efectuó el modelamiento matemático, cuya función objetivo fue la minimización, considerando las restricciones y variables que intervienen en los costos de la embotelladora.
- 5. Programación en software Microsoft Excel:** Se introdujo los datos de función objetivo, restricciones y variables establecidas para la planificación y minimización de costos, mejorando los indicadores de demanda no atendida.

2.6. Criterios éticos.

Respeto, se considera la propiedad de información junto con los derechos de autor, con la finalidad de engrandecer la investigación en base a teorías que complementen las variables de estudio.

Autenticidad, la investigación se sometió a filtros como lo es Turnitin, que evalúa la originalidad de documento verificando la aceptación del porcentaje establecidos para proyectos de investigación.

2.7. Criterios de Rigor Científico.

Relevancia, La incógnita contribuye al conocimiento científico.

Credibilidad, el método es acorde y severo.

CAPITULO III: RESULTADOS

III. RESULTADOS.

3.1. Diagnóstico de la empresa.

3.1.1. Información general.

La embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L es una empresa con más de 11 años de funcionamiento dedicada principalmente a la elaboración de bebidas no alcohólicas, distribuidas en el mercado mayorista Moshoqueque, además de la sierra y selva del Perú. Desde sus inicios la empresa busca ofrecer productos de calidad y satisfacer a sus clientes mediante la mejora continua de todos sus procesos.

A. Datos generales de la empresa.



Figura 4. Logo de la embotelladora.

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 6.

Información de la embotelladora.

Información de la embotelladora.	
Razón social	Yam Dany Inversiones S.R.L.
RUC	20487391132
Tipo de empresa	sociedad de responsabilidad limitada
Mail	fresyglud@hotmail.com
Fecha de inicio de actividades	01/06/2010
Localización	Cal. San Antonio Nro. 2119 Urb. Nuevo San Lorenzo Lambayeque - Chiclayo - José Leonardo Ortiz.

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

B. Misión.

Ser una Compañía reconocida a nivel nacional, con operaciones óptimas y eficientes en cada uno de nuestros procesos, innovar y desarrollar bebidas no alcohólicas de calidad, penetrando otros mercados e incursionando en otras categorías de producto.

C. Visión.

Satisfacer los requerimientos de sabor y necesidades de los clientes con la venta de bebidas refrescantes no alcohólicas, innovando y entregando productos de calidad a cada uno de nuestros consumidores. Otorgando un desarrollo de oportunidades a los profesionales, guiando el recurso humano, permitiendo el desenvolvimiento de sus actitudes y capacidades.

D. Organigrama.

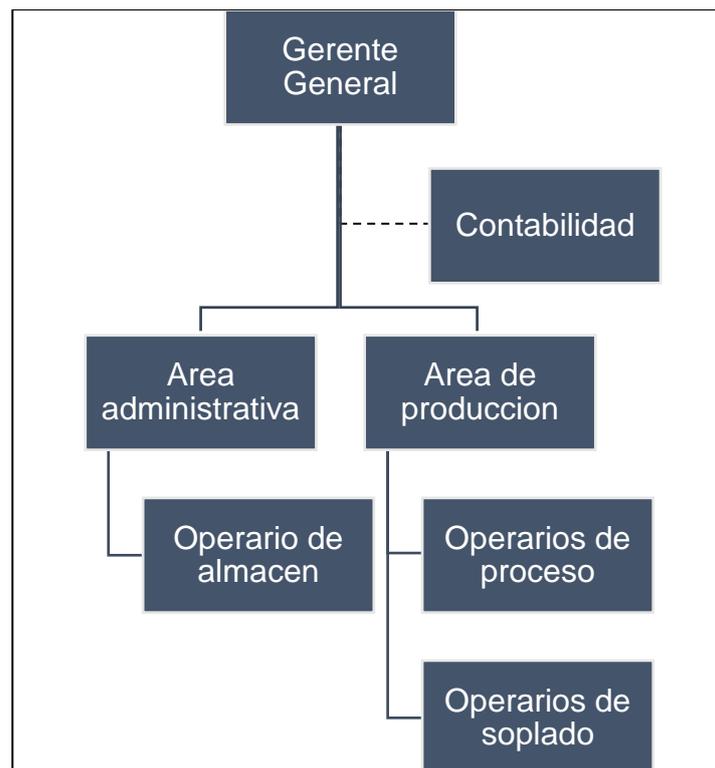


Figura 5. Organigrama general Yam Dany Inversiones SRL.

Fuente: Elaboración propia.

E. Mano de obra directa.

La embotelladora dispone de 11 trabajadores, 3 en el área de soplado, 8 en el área de producción. Quienes trabajan 6 días a la semana, con un turno de 8 horas.

Tabla 7.
Mano de obra directa.

Días trabajados	Horario	Horas / día
Lunes – sábado	8:00 am – 1:00 pm	5
	2:00 pm – 5:00 pm	3

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 8.
Mano de directa.

Operarios	Cantidad	Sueldo/Mes
Proceso	8	S/1,076
Soplado	3	S/1,076
Total	11	S/208,609

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 9.
Mano de obra indirecta.

Personal	Cantidad	Sueldo/Mes
Jefe de producción	1	S/1,500
Administrador	1	S/1,500
Contador	1	S/2,000
Almacenero	1	S/1,076
Total	4	S/6,076

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

F. Materiales directos.

Tabla 10.
Materia directa.

Materia directa
Agua
Esencia kola amarilla
Color amarillo limón tartrazina
Color rojo cereza allura n40
Esencia naranja turbia
Esencia piña turbia
Esencia kola negra
Flavorsweet advance natural
Ácido cítrico anhidro
Ácido fosfórico
Benzoato de sodio
Pr. Dióxido de carbono

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

G. Materiales indirectos.

Tabla 11.
Materia indirecta.

Materia indirecta
PET cristal 22g PCO
PET verde 22g PCO
PET cristal 28g PCO
PET verde 28g PCO
PET cristal 37g PCO
PET verde 37g PCO
PET cristal 56g PCO
Lamina termoc. 50cmx2
Tapas
Etiquetas de 450 ml
Etiquetas de 500 ml
Etiquetas de 1500 ml
Etiquetas de 3200 ml

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

H. Productos elaborados por la empresa.

A continuación, se muestran los productos elaborados y distribuidos por la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 12.
Productos elaborados y distribuidos por la embotelladora.

Presentación	Producto	Paquete	Descripción
Personal	Glud Kola	12 unidades de 450 ml	Elaborado con azúcar industrial, agua carbonatada, ácido cítrico, benzoato de sodio, saborizantes y colorantes industriales.
	Cordial	12 unidades de 500 ml	
Familiar	Fresy Kola	6 unidades de 1500 ml	
	Glud Kola	6 unidades de 3200 ml	

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra las distintas presentaciones de las bebidas carbonatadas elaboradas y distribuidas por la embotelladora.

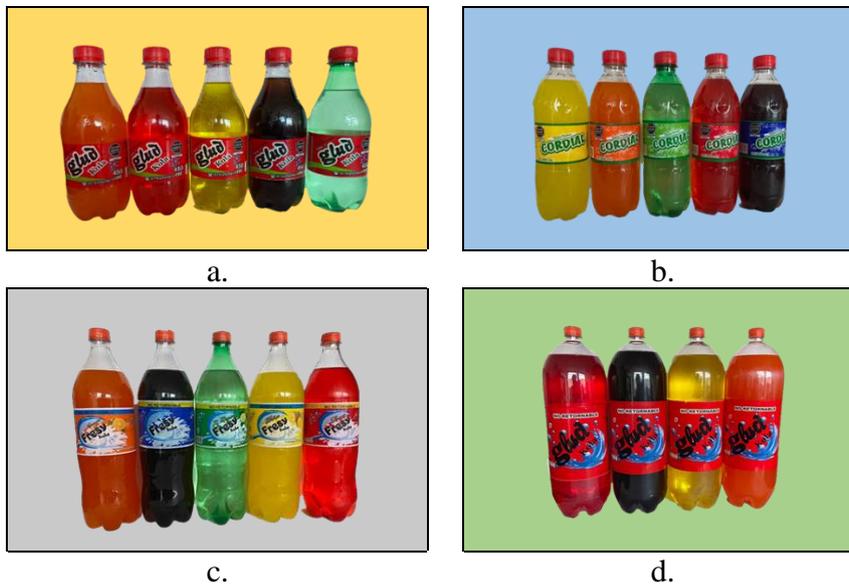


Figura 6. Presentaciones de bebidas carbonatadas. a) presentación de 450 ml. b) presentación de 500 ml. c) presentación de 1500 ml. d) presentación de 3200 ml.

Fuente: Elaboración propia.

I. Producción por turno.

Tabla 13.

Producción por turno.

Producto	Producción por turno
Glud Kola	1100 paquetes
Cordial	1000 paquetes
Fresy Kola	500 paquetes
Glud Kola	250 paquetes

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Descripción del proceso productivo.

Almacenamiento de agua potable

El agua potabilizada utilizada en la embotelladora proviene de la empresa EPSEL S.A., el almacenamiento del agua que se utiliza en las bebidas gaseosas se realiza en la misma planta, pues los pozos de agua cruda se encuentran debajo de la planta.

- a) **Filtración inicial:** El agua almacenada pasa por filtros de arena y grava para el removido de todos los contaminantes inorgánicos, orgánicos y bacterias contaminantes.
- b) **Segundo filtrado:** El filtrado en carbono activo el cual elimina el cloro, químicos como pesticidas o herbicidas dejando un agua inodora e incolora.
- c) **Tercer filtrado:** Seguidamente pasa por un filtro pulidor el cual elimina cualquier tipo de partículas restantes.

Preparación del jarabe terminado

Elaboración de jarabe simple

El agua tratada es mezclada en un tanque de 1200 litros, en la cual se agrega azúcar, benzoato de sodio, Flavorsweet advance natural y ácido cítrico en cantidades adecuadas en función de la fórmula, obteniendo así el jarabe simple.

Filtración

Luego de salir el jarabe simple pasa por un filtrado, en la cual se separan las impurezas que puede haber en el azúcar.

Jarabe terminado.

Es aquí donde el jarabe simple junto con el agua tratada se mezcla y almacena en 5 tanques de 1200 litros cada uno. En La mezcla se agrega las esencias para los sabores de naranja, lima limón y piña; y en los demás sabores como Kola amarilla y Kola roja se les agrega esencias, colorantes, a diferencia del sabor de Kola negra que se agrega, esencia, colorantes y ácido fosfórico. Luego es conducida a través de tuberías hacia la máquina de jarabeado.

Carbonatado y envasado.

Enjuagado y surtido del jarabe

Las botellas PET sopladas se colocan en una faja la cual transporta las botellas por presión del aire a la máquina enjuagadora, que se encarga de enjuagar las botellas con agua tratada, para que luego a través de una faja de cadena sean transportadas hacia el surtidor, donde las botellas se llenan con jarabe con una dosis exacta, dependiendo de la presentación.

Carbonatado, llenado y Tapado

La botella con el jarabe entra a la maquina llenadora, la cual realiza la carbonatación del agua tratada con el dióxido de carbono (CO₂), para esto el agua debe estar a una temperatura de 9 a 11 °C para que la combustión con el CO₂ sea más efectiva. Dado que la capacidad de absorción del gas depende mucho de la temperatura de los líquidos.

El agua carbonatada es llenada en las botellas con jarabe, las cuales, al salir del circuito de llenado, la maquina posiciona una tapa en el pico la cual es enroscada, para luego salir de ella.

Fechado y etiquetado.

Luego de salir de la maquina llenadora, la botella pasa por un sello fechador automático, el cual pone tanto fecha de vencimiento como el nombre de la marca (Glud Kola), para que luego un operario coloque en el pico de la botella una etiqueta dependiendo la presentación, para que luego de un tramo un operario 2, baje el tique a la posición indicada de la botella.

Empaquetado

La botella luego de ser etiquetada es lanzada a una mesa de acero inoxidable, en la cual un operario se encarga de parar las botellas, abasteciendo al empaquetado, el cual agrupa las botellas de 12 para que sean empaquetadas, utilizando plástico termocontraíble, para que luego pase por un horno que a altas temperaturas ara que se forme el paquete. Al salir de este horno el paquete pasa por un ventilador de enfriado.

Almacenado.

Luego de pasar por el ventilador de enfriado un operario arruma dichos paquetes a un vehículo transportador, el cual transporta dichos paquetes aun almacén, donde son arrumados por camas de 24 paquetes en las presentaciones personales, 30 paquetes por cama en la de 1.5 litros, 15 paquetes por cama en la presentación de 3.2 litros.

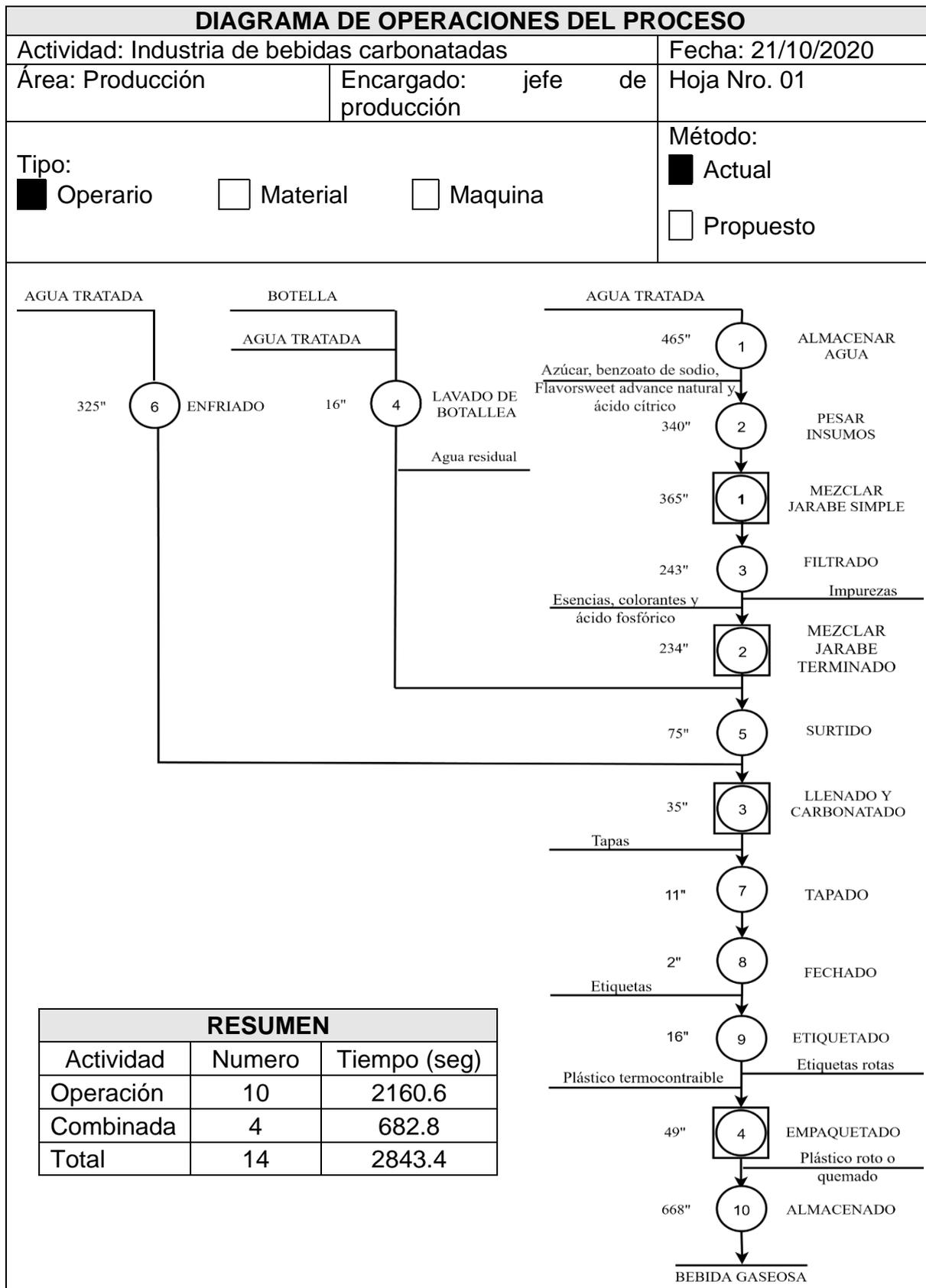


Figura 7. DOP Glud Kola 450 ml / Cordial 500 ml.
Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO													
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Operar.</td> <td style="text-align: center;">X</td> <td>Mater.</td> <td></td> <td>Maqui.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							Operar.	X	Mater.		Maqui.		
Operar.	X	Mater.		Maqui.									
Proceso:		RESUMEN											
Fecha: 21/10/2020		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.							
El estudio Inicia:		○	Operación	7									
Método: Actual: X Propuesto:		➡	Transporte	1									
Actividad: Industria de bebidas carbonatadas		□	Inspección	4									
Area: Producción		D	Espera	0									
Encargado: jefe de producción		▽	Almacenaje	1									
Total de Actividades realizadas				13									
Distancia total en metros				2									
Tiempo min/hombre				1									
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS								
					○	➡	□	D	▽				
	Transporte de botellas PET a máquina lavadora	1	1.5	5.2									
	Lavado y desinfección de botellas	1											
	Surtido de Jarabe	1		8.5									
	Inspección de cantidad de solución surtida	1											
	Carbonatado	1		3.2									
	Tapado	1		0.8									
	Inspección de tapado correcto	1											
	Fechado	1		4.0									
	Inspección de fechado legible	1											
	Etiquetado	1		3.0									
	Inspección de correcto etiquetado	1											
	Empaquetado	1		9.0									
	Almacenado	1											
Tiempo Minutos:		m	1.5	33.7									

Figura 8. DAP Glud Kola 450 ml / Cordial 500 ml.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo realizado con Bizagi Modeler del proceso de fabricación de la bebida gasificada Glud Kola de 450 ml, desde el proceso de acumulación de agua, hasta el producto terminado almacenado, con sus respectivos controles en cada proceso.

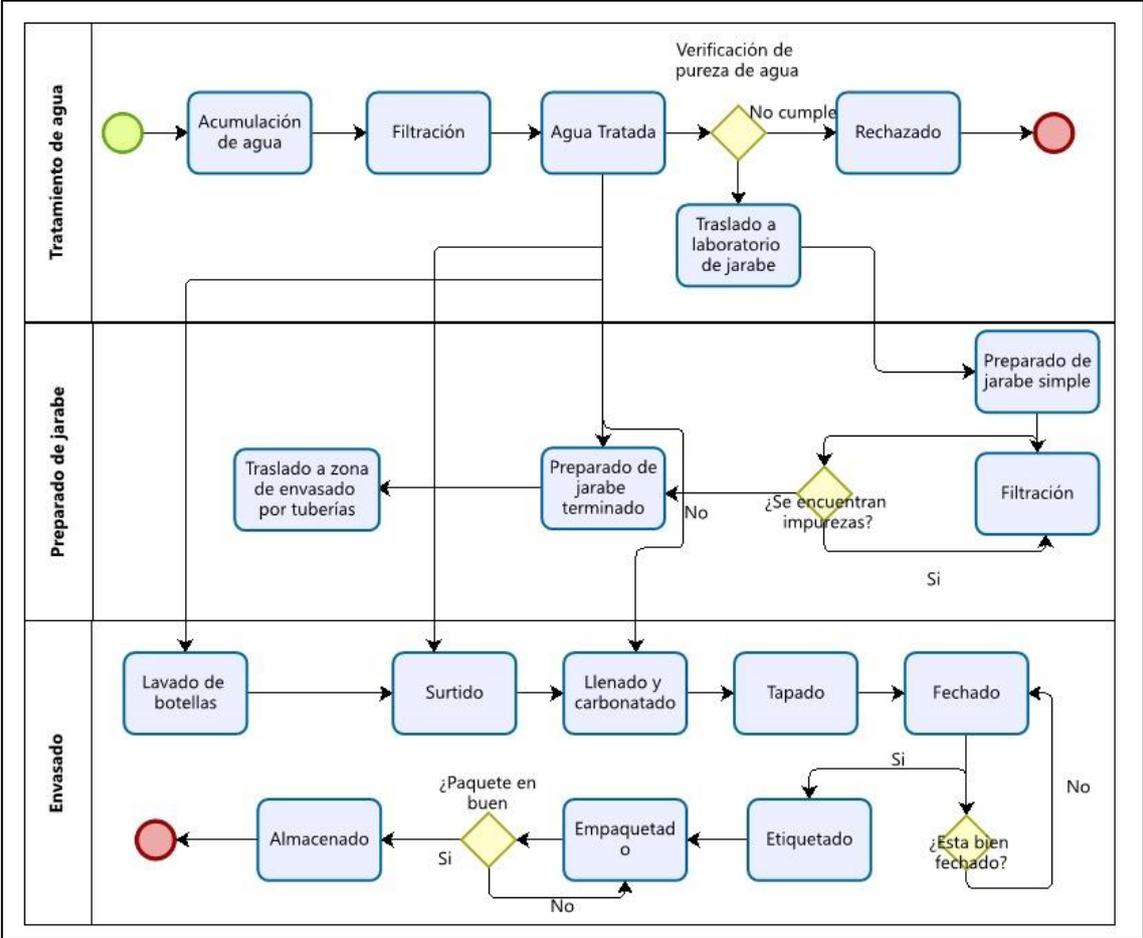


Figura 9. Flujograma del proceso (Bizagi).

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Análisis de la problemática.

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos.

A. Resultados de la entrevista al jefe de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Se realizó una entrevista al jefe de producción de la embotelladora Yam Dany, estos resultados se presentan a continuación.

Tabla 14.

Entrevista al jefe de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Interrogante	Respuesta	Análisis
¿La embotelladora cuenta con un proceso de planificación de la producción y previsión de la demanda?	Hasta el momento la embotelladora no ha contado con ninguno de los dos.	La empresa realiza la producción de manera empírica. Es decir, aun no consigue un equilibrio entre la capacidad y previsión de la demanda.
¿La embotelladora considera que presenta problemas en el cumplimiento de la satisfacción de la demanda?	Si, se presentan retrasos en la entrega de la demanda en el tiempo establecido. Incluso se llega a trabajar horas extra	La embotelladora llega a satisfacer su demanda fuera del tiempo establecido. Llegando a trabajar horas extra, genera costos adicionales.
¿La embotelladora busca reducir sus costos de producción? ¿Conoce algún método de optimización?	No, porque no se gestiona adecuadamente los costos de producción. Además, se desconoce de dichos métodos.	En la embotelladora dado al desconocimiento de los métodos de optimización no gestiona adecuadamente los costos de producción, impidiendo el crecimiento económico y un trabajo más eficiente.
¿Conoce usted sobre programación lineal y	En realidad, no escuchado sobre programación lineal y	El desconocimiento, de la herramienta y los beneficios que se logran con

<p>los beneficios que esta genera?</p>	<p>desconozco el beneficio que genera.</p>	<p>el programación lineal, son el motivo principal de la falta de aplicación de esta. Sin embargo, es importante el desarrollo de este método porque permite administrar de una manera eficiente los procesos económicos.</p>
<p>¿La embotelladora tiene determinada la capacidad máxima de producción para elaborar cada una de sus presentaciones al mes?</p>	<p>Si, se tiene determinada la capacidad de producción en sus diferentes presentaciones.</p>	<p>La embotelladora tiene determinada su producción de máxima.</p>
<p>¿La embotelladora realiza capacitaciones al personal?</p>	<p>La empresa solamente realiza charlas al personal antes de iniciar su jornal de trabajo</p>	<p>Los trabajadores de la embotelladora realizan un trabajo empírico dado a la falta de capacitación.</p>
<p>¿La embotelladora cuenta con un sistema de inventario?</p>	<p>No se cuenta con un sistema de inventario, dado a que no se tiene un registro de los productos que sobran o faltan y se trabaja acorde a los pedidos. Además, se presenta desabastecimientos.</p>	<p>En la embotelladora la falta de formato de registros genera pérdidas dado que se llegan a perder productos por vencimiento. Además, presenta un desabastecimiento de materiales que se genera por la compra empírica de sus materiales de producción.</p>

<p>¿La embotelladora está utilizando sus recursos adecuadamente?</p>	<p>No, dado que durante el proceso de producción los trabajadores desperdician parte de los materiales.</p>	<p>En el proceso de producción de gaseosas se presenta el desperdicio de materiales, dado a una falta de formación del personal.</p>
--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

B. Resultados de la encuesta al personal de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Se realizó una encuesta al personal de producción de la embotelladora Yam Dany, estos resultados se presentan a continuación.

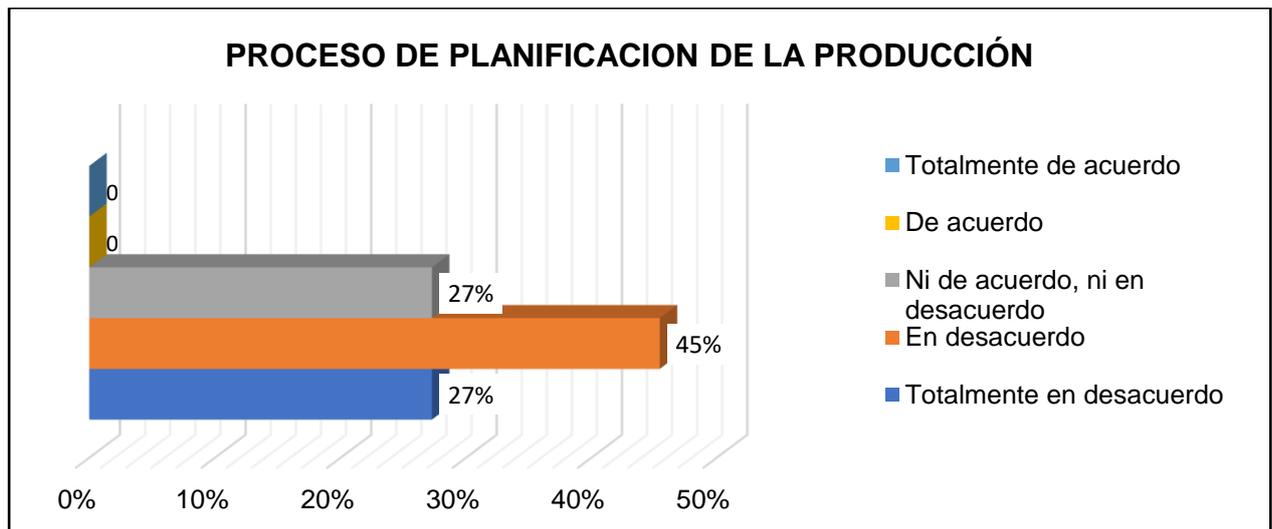


Figura 10. Proceso de planificación de la producción.

Análisis: En la imagen 10 se observa que más del 70% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que significa que la embotelladora no cuenta con un proceso de planificación de la producción.

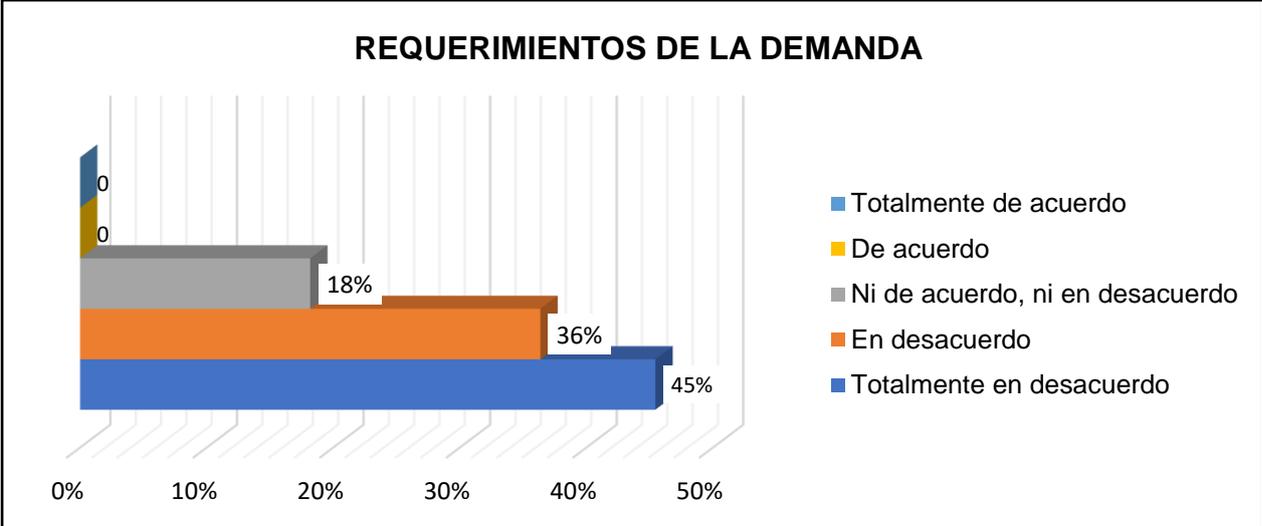


Figura 11. Requerimientos de la demanda.

Análisis: En la imagen 11 se observa que más del 80% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que significa que la embotelladora cumple con el requerimiento de la demanda fuera del tiempo establecido.

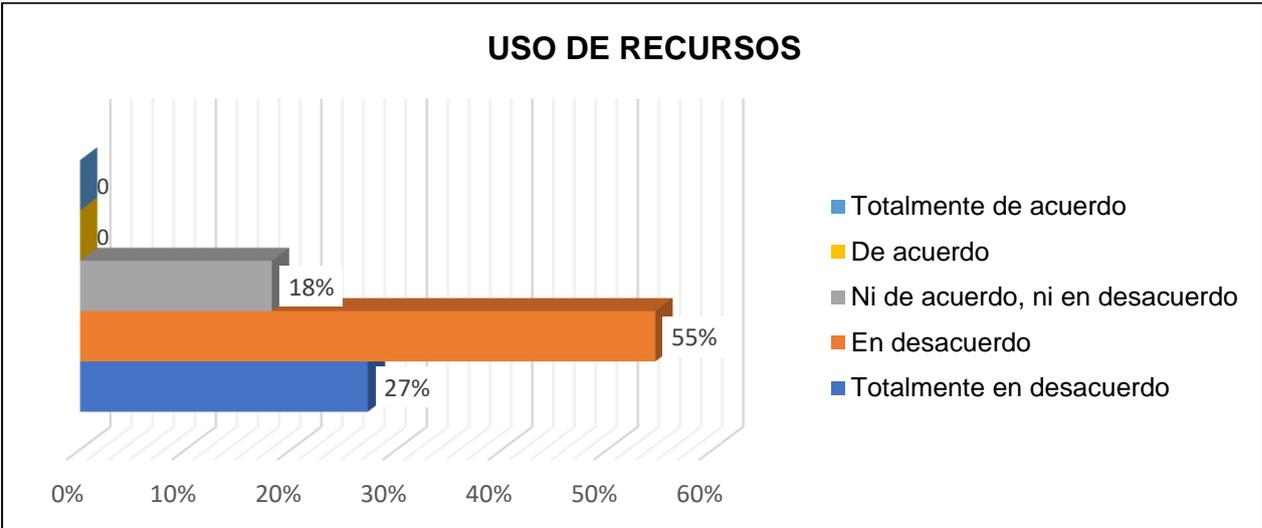


Figura 12. Uso de recursos.

Análisis: En la imagen 12 se observa que el 55% está en desacuerdo, lo que significa que la embotelladora no usa adecuadamente sus recursos.

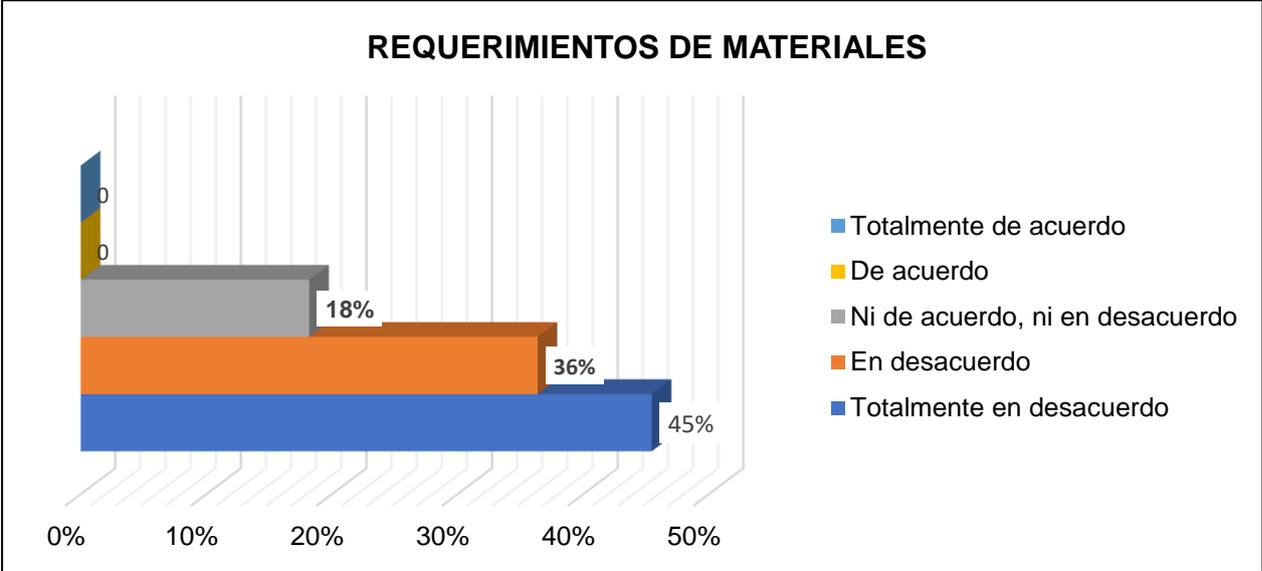


Figura 13. Requerimiento de materiales.

Análisis: En la imagen 13 se observa que más del 80% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que significa que la embotelladora no realiza oportunamente los requerimientos de materiales.

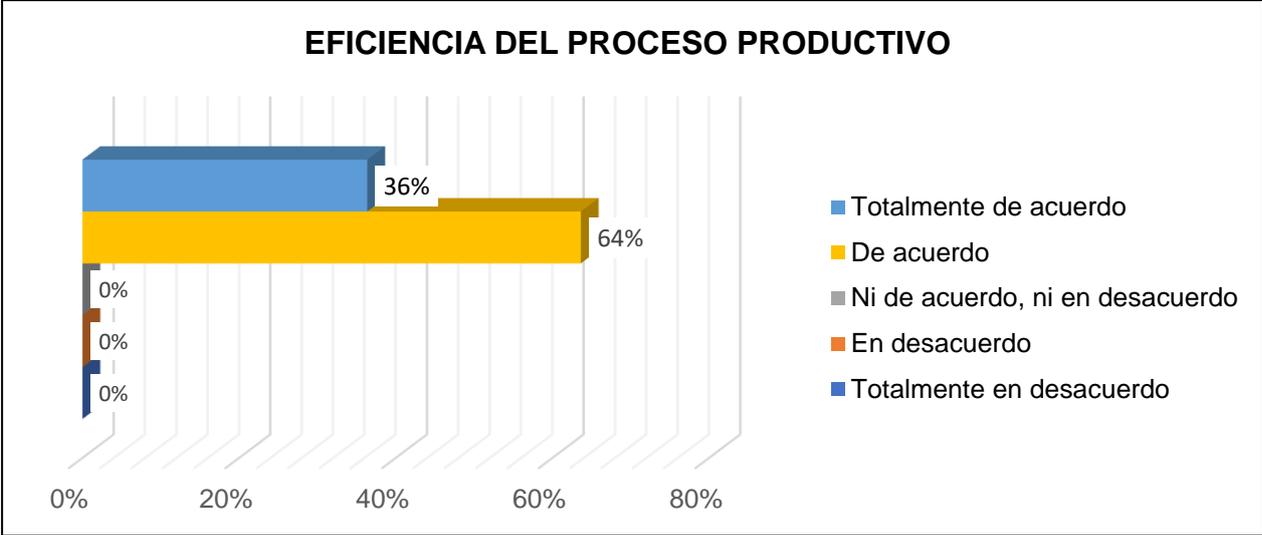


Figura 14. Eficiencia del proceso productivo.

Análisis: En la imagen 14 se observa que el 64% están de acuerdo, lo que significa que la falta de disponibilidad de recursos de la embotelladora afecta en la eficiencia del proceso productivo.

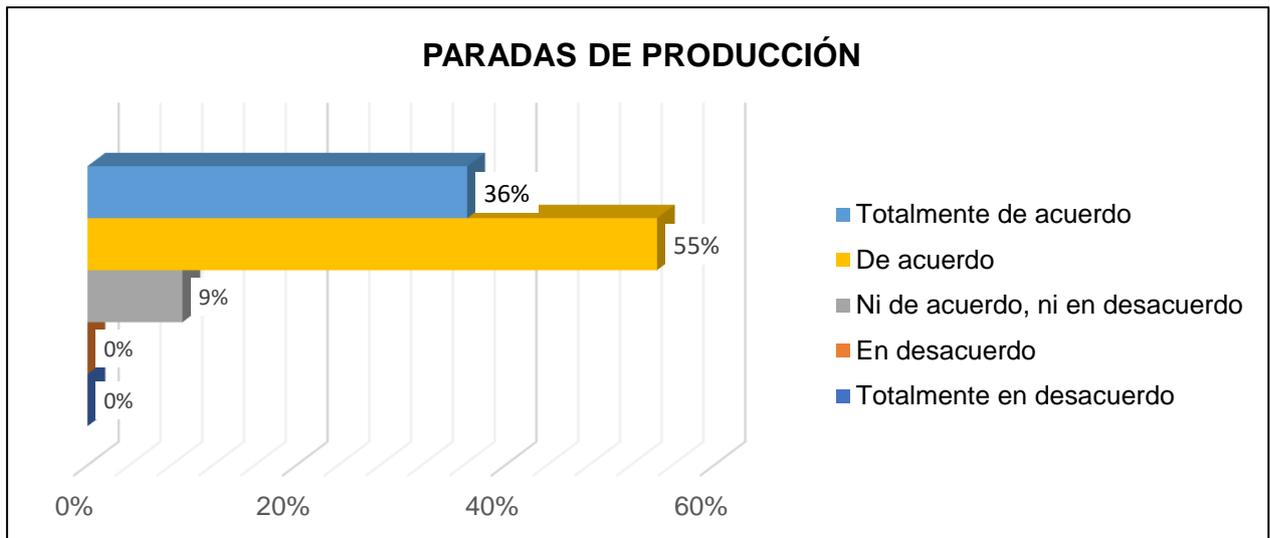


Figura 15. Paradas de producción.

Análisis: En la imagen 15 se observa que el 91% está de acuerdo, lo que significa que la embotelladora realiza paradas de producción.

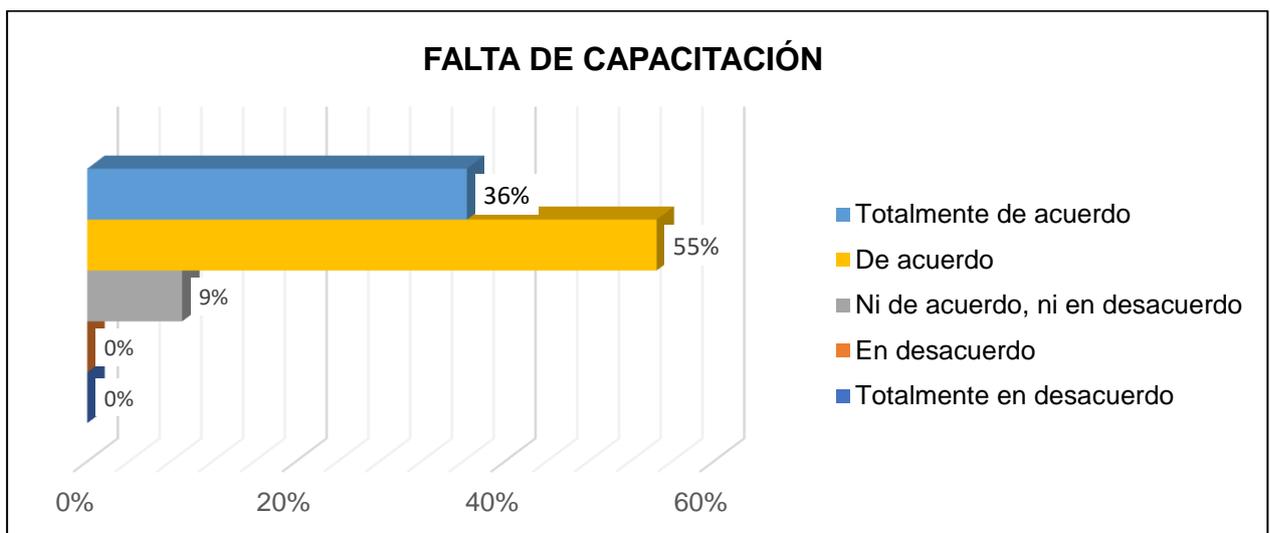


Figura 16. Falta de capacitación.

Análisis: En la imagen 16 se observa que el 91% están de acuerdo, lo que significa que la falta de capacitación afecta al cumplimiento de la demanda en el tiempo establecido.

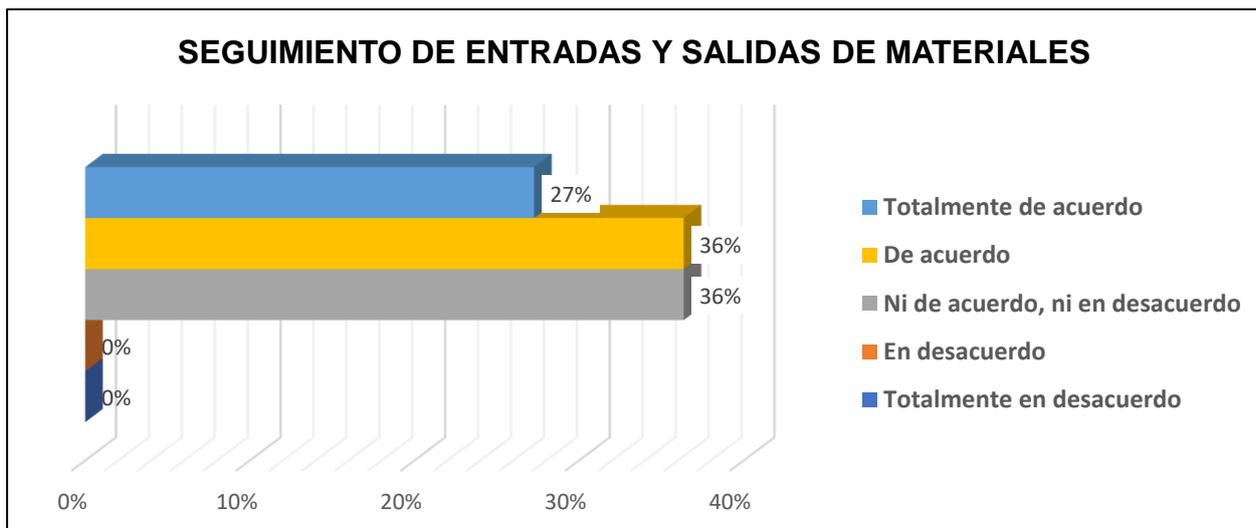


Figura 17. Seguimiento de entradas y salidas de materiales.

Análisis: En la imagen 17 se observa que el 36% están de acuerdo, lo que significa que es importante hacer un seguimiento a las entradas y salidas de los materiales en almacén.

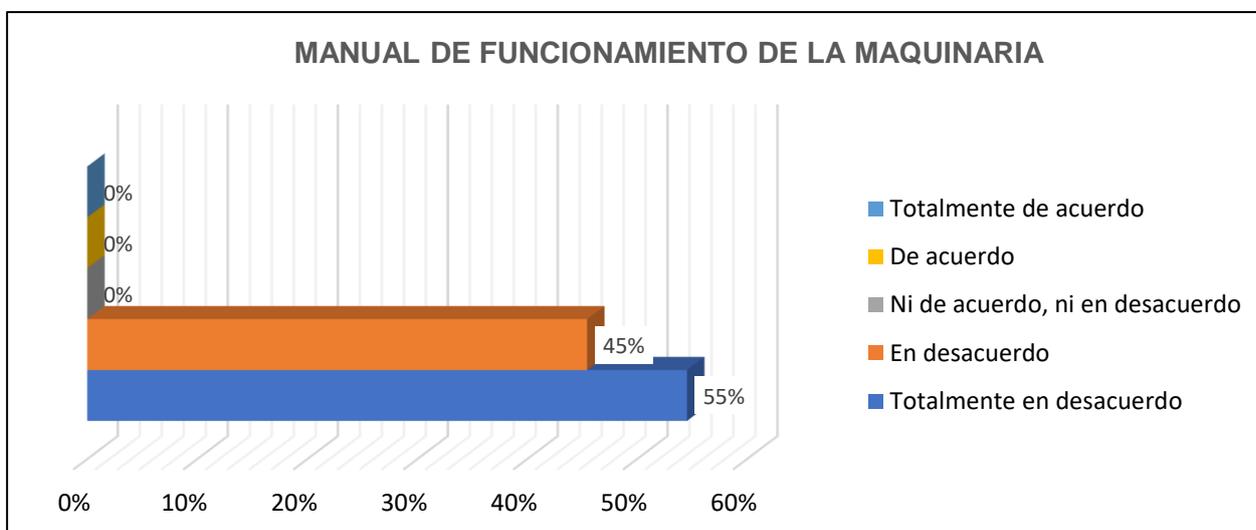


Figura 18. Manual de funcionamiento de la maquinaria.

Análisis: En la imagen 18 se observa que el 100% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que significa que los trabajadores de la embotelladora no cuentan con el manual de funcionamiento de la maquinaria.

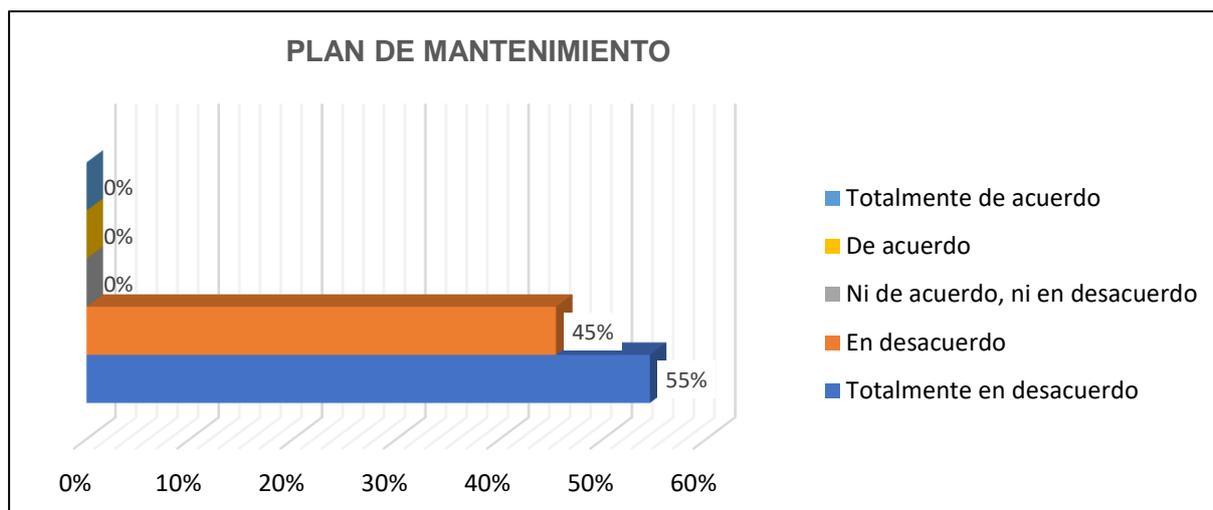


Figura 19. Plan de mantenimiento.

Análisis: En la imagen 19 se observa que el 100% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que significa que la embotelladora no cuenta con un plan de mantenimiento.

C. Resultados del análisis documental de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Se realizó el análisis de los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Variable independiente.

Tabla 15.

Ventas históricas de la presentación de 450 ml.

Mes	Unidad	2017	2018	2019	2021
Enero	Paquete	16823	16674	17868	12716
Febrero	Paquete	16249	16368	17351	12771
Marzo	Paquete	17508	16787	17961	17456
Abril	Paquete	18071	19352	16513	19408
Mayo	Paquete	18475	19748	20053	19515
Junio	Paquete	21947	23313	23451	24800
Julio	Paquete	23400	24449	28131	28527
Agosto	Paquete	25113	26014	28512	29284
Septiembre	Paquete	24107	25950	27581	28208
Octubre	Paquete	20811	23857	26441	25456
Noviembre	Paquete	18954	21465	23344	22547
Diciembre	Paquete	16325	20014	21826	21775

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L

Tabla 16.
Ventas históricas de la presentación de 500 ml.

Mes	Unidad	2017	2018	2019	2021
Enero	Paquete	3567	3905	3954	4071
Febrero	Paquete	4879	4795	4000	4797
Marzo	Paquete	4953	4915	5131	5085
Abril	Paquete	5115	5217	5280	5382
Mayo	Paquete	5109	5075	6006	6022
Junio	Paquete	5703	5252	6069	6016
Julio	Paquete	6043	6026	7057	6240
Agosto	Paquete	6346	6541	7273	6486
Septiembre	Paquete	7047	7075	7352	6521
Octubre	Paquete	6884	7210	7390	6498
Noviembre	Paquete	5208	5564	7106	6310
Diciembre	Paquete	4732	4976	5874	5086

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 17.
Ventas históricas de la presentación de 1500 ml.

Mes	Unidad	2017	2018	2019	2021
Enero	Paquete	650	328	579	203
Febrero	Paquete	670	470	640	341
Marzo	Paquete	695	590	719	444
Abril	Paquete	770	617	828	669
Mayo	Paquete	894	767	1001	820
Junio	Paquete	935	1240	1217	1158
Julio	Paquete	1055	1506	1335	1209
Agosto	Paquete	1090	1540	1365	1578
Septiembre	Paquete	1193	1445	1472	1468
Octubre	Paquete	1007	1219	1217	1366
Noviembre	Paquete	833	714	1105	1125
Diciembre	Paquete	723	544	934	1099

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 18.
Ventas históricas de la presentación de 3200 ml x 6 ud.

Mes	Unidad	2017	2018	2019	2021
Enero	Paquete	265	120	192	145
Febrero	Paquete	287	250	245	152
Marzo	Paquete	300	267	296	204
Abril	Paquete	358	385	506	388
Mayo	Paquete	427	395	586	399
Junio	Paquete	480	564	620	705
Julio	Paquete	596	810	898	822
Agosto	Paquete	625	860	900	824
Septiembre	Paquete	481	755	788	715
Octubre	Paquete	430	480	618	570
Noviembre	Paquete	356	385	524	398
Diciembre	Paquete	328	366	483	247

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Requerimiento de materiales.

Tabla 19.
Requerimiento histórico de Materia Prima.

Materia directa	unidad	2017	2018	2019	2021
Agua	m ³	1866.9	1977.9	2127.2	2038.629
Esencia kola amarilla	Kg	505.3	535.3	575.8	551.8
Color amarillo limón tartrazina	Kg	485.1	513.9	552.7	529.7
Color rojo cereza allura n40	Kg	464.9	492.5	529.7	507.7
Esencia naranja turbia	Kg	455.3	482.4	518.8	497.2
Esencia piña turbia	Kg	444.7	471.1	506.7	485.6
Esencia kola negra	Kg	531.9	563.5	606.1	580.8
Flavorsweet advance natural	Kg	457.5	484.7	521.3	499.6
Ácido cítrico anhidro	Kg	2186.2	2316.2	2491.0	2387.3
Ácido fosfórico	Kg	691.5	732.6	787.9	755.1
Benzoato de sodio	Kg	527.7	559.1	601.3	576.2
Pr. Dióxido de carbono	Kg	3239.5	3432.1	3691.2	3537.5

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 20.
Requerimiento histórico de materia indirecta.

Materia indirecta	unidad	2017	2018	2019	2021
PET cristal 22g PCO	millar	2615.61	2793.90	2959.35	2887.09
PET verde 22g PCO	millar	237.78	253.99	269.03	262.46
PET cristal 28g PCO	millar	721.45	732.06	797.41	753.65
PET verde 28g PCO	millar	65.59	66.55	72.49	68.51
PET cristal 37g PCO	millar	52.58	54.90	62.06	57.40
PET verde 37g PCO	millar	10.52	10.98	12.41	11.48
PET cristal 56g PCO	millar	29.60	33.82	39.94	33.41
Lamina termoc. 50cmx2	kg	1424.56	1509.27	1623.21	1655.71
Tapas	millar	3733.12	3946.21	4212.70	4074.02
Etiquetas de 450 ml	millar	2853.40	3047.89	3228.38	3149.56
Etiquetas de 500 ml	millar	787.03	798.61	869.90	822.17
Etiquetas de 1500 ml	millar	63.09	65.88	74.47	68.88
Etiquetas de 3200 ml	millar	29.60	34.00	40.00	40.00

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Variable dependiente.

Costo de materia prima.

Tabla 21.
Costos históricos de materia directa.

Materia directa	2017	2018	2019	2021
Agua	S/11,673.81	S/12,367.90	S/13,301.48	S/12,747.64
Esencia kola amarilla	S/40,122.69	S/42,508.26	S/45,716.96	S/43,813.42
Color amarillo limón tartrazina	S/51,733.35	S/54,809.25	S/58,946.48	S/56,492.10
Color rojo cereza allura n40	S/60,847.80	S/64,465.62	S/69,331.75	S/66,444.96
Esencia naranja turbia	S/37,237.14	S/39,451.14	S/42,429.07	S/40,662.44
Esencia piña turbia	S/33,061.37	S/35,027.10	S/37,671.09	S/36,102.56
Esencia kola negra	S/44,044.12	S/46,662.84	S/50,185.14	S/48,095.57
Flavorsweet advance natural	S/40,999.45	S/43,437.15	S/46,715.96	S/44,770.83
Ácido cítrico anhidro	S/174,896.00	S/185,294.77	S/199,281.57	S/190,984.01
Ácido fosfórico	S/33,192.00	S/35,165.49	S/37,819.93	S/36,245.21
Benzoato de sodio	S/18,469.50	S/19,567.64	S/21,044.68	S/20,168.44
Pr. Dióxido de carbono	S/17,817.00	S/18,876.34	S/20,301.21	S/19,455.92

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 22.
Costo histórico de materia indirecta.

Materia indirecta	2017	2018	2019	2021
PET cristal 22g PCO	S/591,672.14	S/632,002.29	S/662,734.31	S/679,467.67
PET verde 22g PCO	S/56,415.35	S/60,260.78	S/63,191.06	S/64,786.64
PET cristal 28g PCO	S/196,392.62	S/199,282.25	S/217,072.15	S/205,160.31
PET verde 28g PCO	S/24,506.37	S/24,866.95	S/27,086.82	S/25,600.43
PET cristal 37g PCO	S/23,178.21	S/24,203.21	S/27,359.77	S/25,305.36
PET verde 37g PCO	S/5,760.36	S/6,015.09	S/6,799.57	S/6,289.00
PET cristal 56g PCO	S/21,342.92	S/24,388.82	S/28,797.58	S/24,094.61
Lamina termoc. 50cmx2	S/20,079.39	S/21,273.39	S/22,650.60	S/24,280.31
Tapas	S/229,832.43	S/242,951.50	S/256,764.60	S/263,511.86
Etiquetas de 450 ml	S/252,998.66	S/270,243.80	S/283,384.80	S/290,539.95
Etiquetas de 500 ml	S/82,058.40	S/83,265.77	S/90,698.90	S/85,721.79
Etiquetas de 1500 ml	S/18,368.20	S/19,180.49	S/21,681.99	S/20,053.92
Etiquetas de 3200 ml	S/9,777.70	S/11,231.90	S/13,214.00	S/13,214.00

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Costo de mano de obra.

Tabla 23.
Costo de mano de obra directa.

Operarios	Cantidad	Sueldo/Mes	2017	2018	2019	2021
Proceso	8	S/1,076	S/103,296	S/103,296	S/103,296	S/103,296
Soplado	3	S/1,076	S/38,736	S/38,736	S/38,736	S/38,736
Total	11	S/2,152	S/142,032	S/142,032	S/142,032	S/142,032

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 24.
Costo histórico de horas extra.

Operarios	costo/hora extra	2017	2018	2019	2021
Proceso	S/7.00	S/51,609.60	S/54,678.40	S/55,131.00	S/56,356.80
Soplado	S/7.00	S/19,353.60	S/20,504.80	S/20,674.50	S/21,133.60
Total	S/7.00	S/70,963.20	S/75,183.20	S/75,805.50	S/77,490.40

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 25.
Costo de mano de obra indirecta año 2019 y 2021.

Personal	Cantidad	Sueldo/Mes	2017	2018	2019	2021
Jefe de producción	1	S/1,500	S/18,000	S/18,000	S/18,000	S/18,000
Administrador	1	S/1,500	S/18,000	S/18,000	S/18,000	S/18,000
Contador	1	S/2,000	S/24,000	S/24,000	S/24,000	S/24,000
Almacenero	1	S/1,076	S/12,912	S/12,912	S/12,912	S/12,912
Total	4	S/6,076	S/72,912	S/72,912	S/72,912	S/72,912

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Costo de inventario.

Tabla 26.
Costo de inventario.

costo alquiler/mes	Personal/mes	costo de almacén al año
S/1,000.00	S/1,076.00	S/24,912.00

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Servicios básicos

Tabla 27.
Costo por servicio básico.

costos	2017	2018	2019	2021
Básicos	S/62,532.80	S/63,532.80	S/63,832.80	S/63,632.80

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico.

A. Diagrama de Ishikawa.

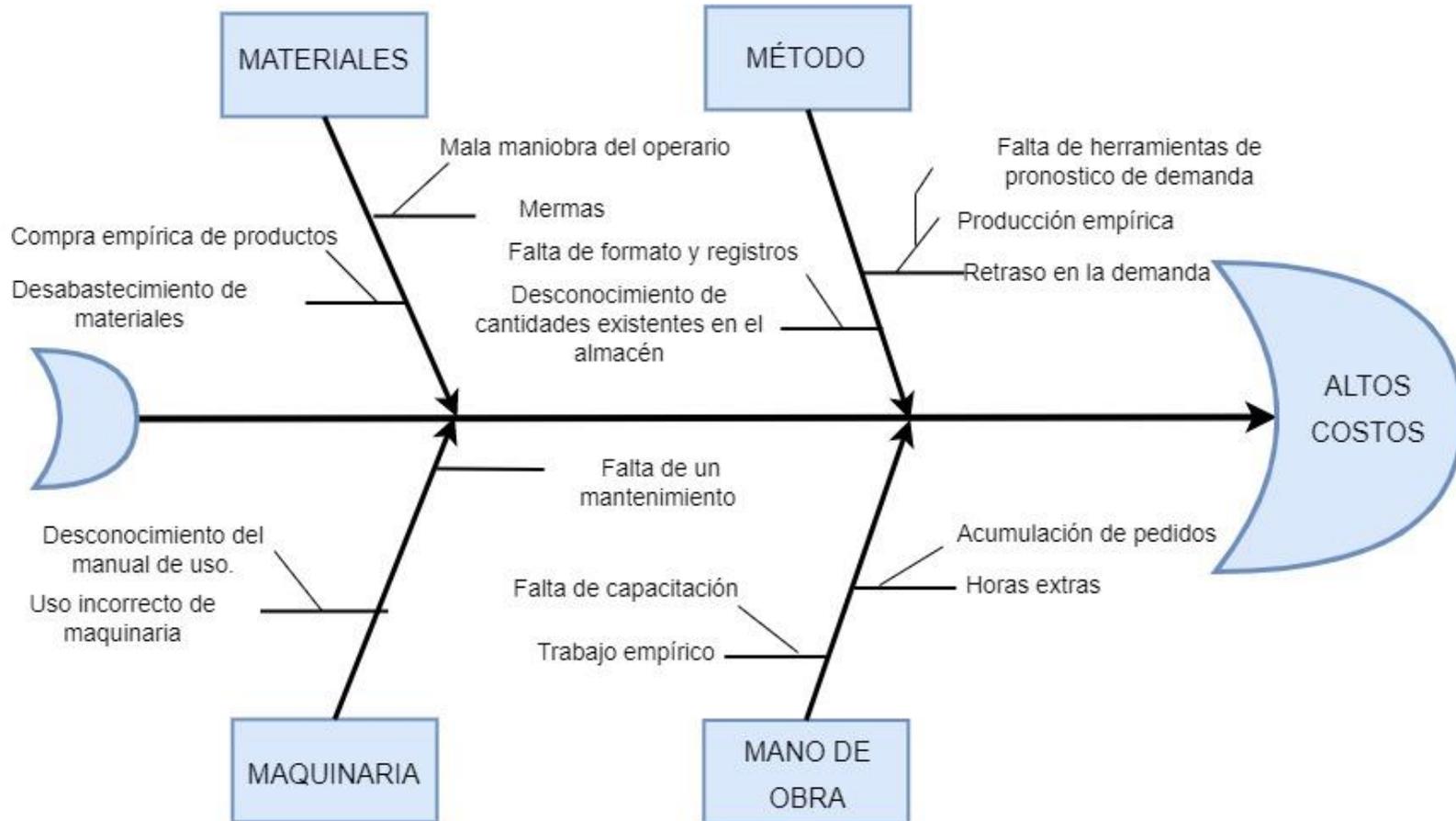


Figura 20. Diagrama de Ishikawa de la empresa Yam Dany Inversiones S.R.L.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al diagrama de Ishikawa (4M) se encontró como causas de los altos costos lo siguiente:

Tabla 28.

Causas de los altos costos.

Efecto	Causa	Sub causa
Altos costos	Materiales	Desabastecimiento de materiales. Desperdicios de materiales.
	Método	Desconocimiento de cantidades existentes en el almacén. Retraso en la demanda
	Maquinaria	Uso incorrecto de maquinaria. Falta de un mantenimiento.
	Mano de obra	Trabajo empírico. Horas extra.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis del Diagrama de Causa y Efecto.

Materiales.

Mermas.

Las mermas se dan por las malas maniobras de los operarios, dado a la falta de capacitación.

No obstante, se tiene que un 0% de los materiales directos no presentan mermas y un 38% de los materiales indirectos si presentan mermas durante el proceso productivo de la embotelladora.

$$\% \text{ de insumos desperdiciados} = \frac{\text{insumos desperdiciados}}{\text{total de insumos}} * 100$$

Tabla 29.
Mermas de materiales directos.

Materiales directos	Calificado
Esencia kola amarilla	No
Color amarillo limón tartrazina	No
Color rojo cereza allura n40	No
Esencia naranja turbia	No
Esencia piña turbia	No
Esencia kola negra	No
Flavorsweet advance natural	No
Ácido cítrico anhidro	No
Ácido fosfórico	No
Benzoato de sodio	No
Pr. Dióxido de carbono	No

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.
Mermas de materiales Indirectos.

Materiales	Calificado
PET cristal 22g PCO	Si
PET verde 22g PCO	No
PET cristal 28g PCO	No
PET verde 28g PCO	No
PET cristal 37g PCO	No
PET verde 37g PCO	No
PET cristal 56g PCO	No
Lamina termoc. 50cmx2	Si
Tapas	Si
Etiquetas de 450 ml	Si
Etiquetas de 500 ml	Si
Etiquetas de 1500 ml	No
Etiquetas de 3200 ml	No

Fuente: Elaboración propia.

Desabastecimiento de materiales.

El desabastecimiento de los materiales se da porque la empresa realiza sus pedidos de manera empírica. Generando que la compra de ciertos materiales no sea necesaria para la producción de los productos demandados, además de que la compra de estos materiales en el último momento genera retrasos y sobrecostos.

Asimismo, se tiene que el 0% de materiales directos y un 53.8% de materiales indirectos presentan desabastecimiento de materiales en el proceso productivo.

$$\% \text{ de materiales desabastecidos} = \frac{\text{materiales desabastecidos}}{\text{total de materiales}} * 100$$

Tabla 31.
Materiales directos desabastecidos.

Materiales directos	Calificado
Esencia kola amarilla	No
Color amarillo limón tartrazina	No
Color rojo cereza allura n40	No
Esencia naranja turbia	No
Esencia piña turbia	No
Esencia kola negra	No
Flavorsweet advance natural	No
Ácido cítrico anhidro	No
Ácido fosfórico	No
Benzoato de sodio	No
Pr. Dióxido de carbono	No

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.
Materiales indirectos desabastecidos.

Materiales indirectos	Calificado
PET cristal 22g PCO	Si
PET verde 22g PCO	Si
PET cristal 28g PCO	No
PET verde 28g PCO	No
PET cristal 37g PCO	No
PET verde 37g PCO	No
PET cristal 56g PCO	Si
Lamina termoc. 50cmx2	Si
Tapas	Si
Etiquetas de 450 ml	Si
Etiquetas de 500 ml	No
Etiquetas de 1500 ml	No
Etiquetas de 3200 ml	Si

Fuente: Elaboración propia.

Maquina.

Uso incorrecto de maquinaria.

El uso incorrecto de la maquinaria se da por el desconocimiento de contenido de los manuales de uso por parte de los operarios. Además de que esto ocasiona mermas en la producción, dejando por defecto sobrecostos.

Falta de un mantenimiento.

La falta de un mantenimiento provoca que aumente el riesgo de deterioro de los equipos, disminución de la vida útil y el alto costo de las reparaciones.

Método.

Retraso en la demanda.

Ocasionada por una producción empírica, falta de previsión de la demanda, tiene como consecuencia no tener la cantidad necesaria para satisfacer los pedidos en el tiempo establecido. Por lo cual se encontró que la oferta es inferior que la demanda. Teniendo que un 25% de sus productos ofrecidos presentan retrasos de demanda.

$$\% \text{ productos con retraso de demanda} = \frac{\text{Productos con retraso de demanda}}{\text{Productos totales}} * 100$$

Tabla 33.
Productos que presentan retrasos de demanda.

Presentaciones	Unidad	Calificación
Glud Kola de 450 ml	Paquete	Si
cordial de 500 ml	Paquete	No
Fresy Kola de 1500	Paquete	No
Glud kola de 3200 ml	Paquete	No

Fuente: Elaboración propia.

Desconocimiento de cantidades existentes en el almacén

Se encontró que la embotelladora desconoce de las existencias en el almacén dado que no cuenta con formatos de registros, debido a que su metodología de trabajo se basa en los pedidos. Sin embargo, debe contar con formatos que registren tanto

los productos que ingresan a almacén como los que salen, teniendo en cuenta que los primeros en vencer son los primeros en salir (FEFO).

Mano de obra.

Trabajo empírico.

La mano de obra es uno de los factores más importantes para el desarrollo del proceso productivo de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L. Sin embargo, se encontró que un gran porcentaje de la mano de obra no está calificada, por lo tanto, cuando realizaban sus funciones, las hacen de manera errónea, causando desperdicios de materiales.

Tabla 34.
Porcentaje de mano de obra no calificada.

Proceso	Operario	Grado de instrucción	Calificado
Proceso de producción	Operario 1	Superior	Si
	Operario 2	Secundaria completa	No
	Operario 3	Secundaria completa	No
	Operario 4	Secundaria completa	No
	Operario 5	Secundaria completa	No
	Operario 6	Secundaria completa	No
	Operario 7	Secundaria completa	No
	Operario 8	Secundaria completa	No
Proceso de soplado	Operario 1	Superior	Si
	Operario 2	Secundaria completa	No
	Operario 3	Secundaria completa	No

Fuente: Elaboración propia.

$$\% \text{ mano de obra no calificada} = \frac{\text{operarios no calificados}}{\text{total de operarios}} * 100$$

$$\% \text{ mano de obra no calificada} = 81.8\%$$

Horas extra.

Dado al desabastecimiento de materiales, desconocimiento de los productos existentes en el almacén, y a la falta de previsionamiento de la demanda, la empresa se ve forzada a realizar horas extra para poder completar con la producción y con ello satisfacer los pedidos.

$$\% \text{ horas extra en un periodo} = \frac{\text{horas extra en un periodo}}{\text{total de horas trabajadas en el periodo}} * 100$$

Tabla 35.
Porcentaje de horas extra.

Horas extra/año	Horas hombre/año	% de horas extra/año
11070	25344	43.6%

Fuente: Elaboración propia.

B. Diagrama de Pareto.

Con el fin de determinar las causas fundamentales que generan los altos costos en la embotelladora, se analizó las causas de los problemas por 6 meses.

Tabla 36.
Frecuencia de ocurrencia de las causas.

Causas	Casos	Porcentaje	% Acumulado
Retraso en la demanda	50	21.01%	21.01%
Desabastecimiento de materiales	46	19.33%	40.34%
Horas extra	40	16.81%	57.14%
Desconocimiento de cantidades existentes en el almacén.	35	14.71%	71.85%
Desperdicios de materiales.	22	9.24%	81.09%
Uso incorrecto de maquinaria	20	8.40%	89.50%
Trabajo empírico	15	6.30%	95.80%
Falta de un mantenimiento	10	4.20%	100.00%
Total	238	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia.

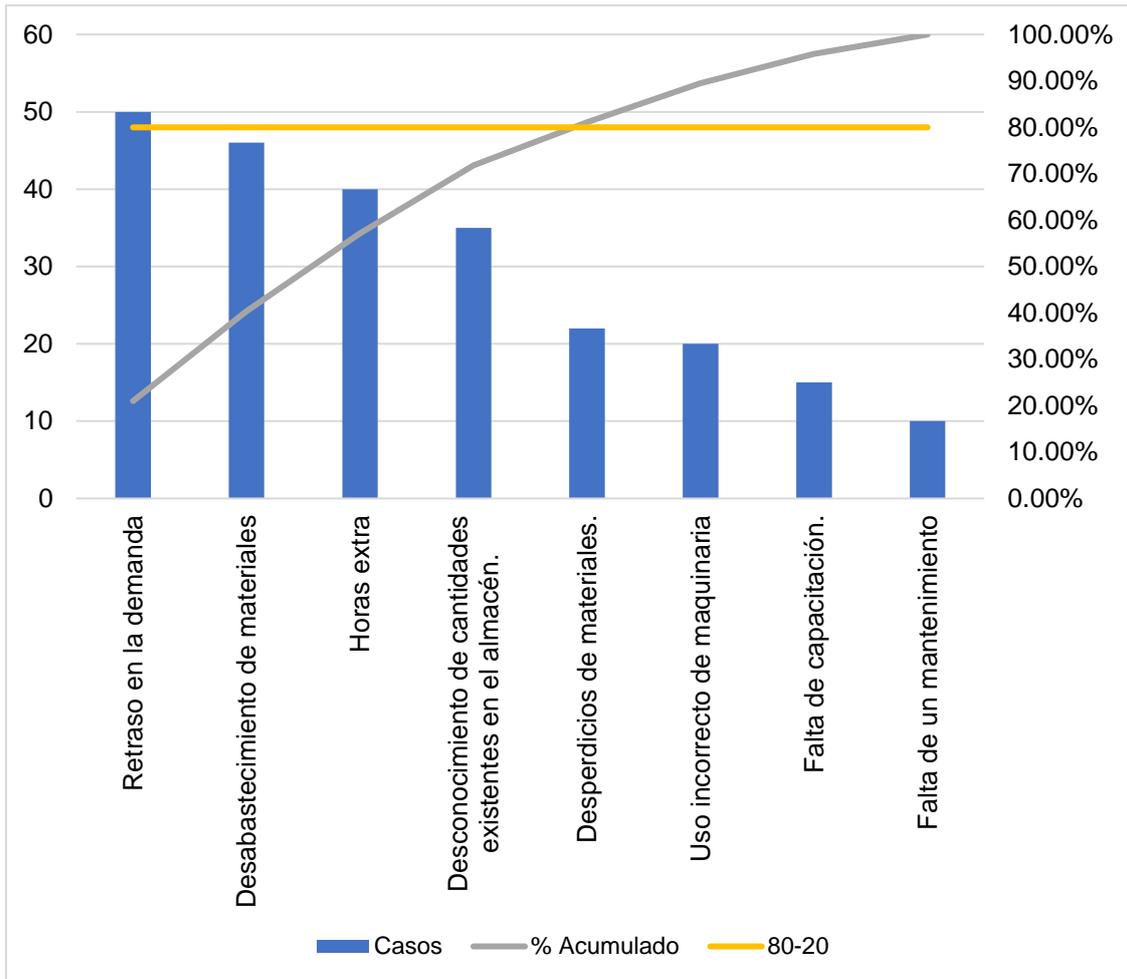


Figura 21. Diagrama de Pareto.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Dado el diagrama de Pareto se pueden identificar que los altos costos de la embotelladora se dan por 4 causas, las cuales serán consideradas para la nueva propuesta.

- Retraso en la demanda.
- Horas extra.
- Desabastecimiento de materiales.
- Desconocimiento de cantidades existentes en almacén.

3.1.4. Situación actual de los costos de producción.

Costos totales.

Tabla 37.

Costos totales de producción.

COSTOS DE PRODUCCION		2017	2018	2019	2021
MPD	Costo de materia prima	S/564,094.23	S/597,633.50	S/642,745.32	S/615,983.10
	Total	S/564,094.23	S/597,633.50	S/642,745.32	S/615,983.10
MOD	costo de mano de obra directa	S/142,032	S/142,032	S/142,032	S/142,032
	costo de horas extra	S/70,963	S/75,183	S/75,806	S/77,490
	Total	S/212,995	S/217,215	S/217,838	S/219,522
GIF	costo de materia indirecta	S/1,532,382.75	S/1,619,166.24	S/1,721,436.14	S/1,728,025.85
	costo de mano de obra indirecta	S/72,912	S/72,912	S/72,912	S/72,912
	costo de almacén	S/14,840.04	S/14,840.04	S/14,840.04	S/14,840.04
	costos de servicios básicos	S/62,532.80	S/63,532.80	S/63,832.80	S/63,632.80
	Total	S/1,682,667.59	S/1,770,451.08	S/1,886,038.41	S/1,853,477.62
	COSTO DE PRODUCCION S/.	S/2,459,757.02	S/2,585,299.78	S/2,733,603.80	S/2,714,916.19

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 38 se observa los costos de materia prima directa (MPD), costos de mano de obra directa (MOD), y gastos indirectos de fabricación (GIF) han variado en función a las ventas realizadas durante los periodos 2017, 2018, 2019 y 2021. Sin embargo, no se consideró analizar los costos de producción (MP, MOD, GIF) en el año 2020 dado que presenta valores atípicos, ya que la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L no presentó ventas durante un periodo de cinco meses, por la crisis sanitaria. No obstante, se encontró un comportamiento anómalo en los costos de horas extra y costos de materia indirecta.

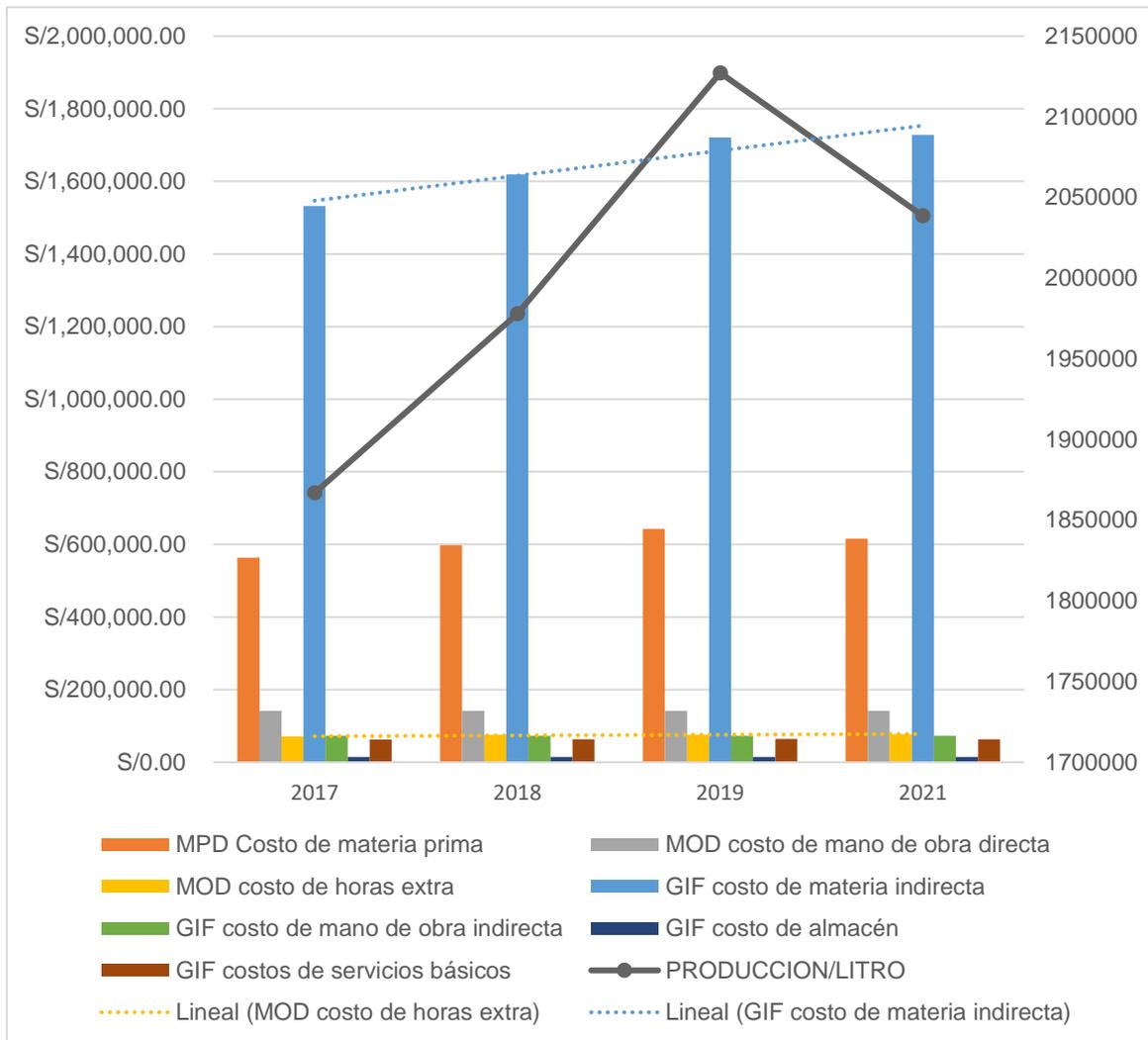


Figura 22. Costos de producción de la embotelladora.
Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 22 se observa que los de materiales indirectos y horas extra presentan un aumento en embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L en los años 2019 y 2021, en donde el volumen de producción fue menor a los demás, esto debido a inconvenientes que se presentan en la producción, como el desabastecimiento de materiales, lo que ocasiona horas muerta e incluso paradas de proceso, afectando directamente a la producción dado que esta será menor a la establecida, con un volumen mayor de demanda cada día y con menor tiempo para cumplirla, siendo la causa de que el requerimiento de horas extra sea mayor. Aumentando los costos y la carga de trabajo.

3.2. Discusión de resultados.

El mercado actual es un ente cambiante, existen puntos de inestabilidad debido a la gran competencia, es así que las empresas con el objetivo de desarrollarse eficientemente y mantener una estabilidad buscan aplicar estudios innovadores para su realidad actual, la optimización de costos no es ajeno a aquello. En la presente investigación se tuvo como finalidad planificar la producción utilizando programación lineal (PL) para minimizar los costos de la Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, proponiendo un modelo de PL que otorgue una producción óptima, tomando en cuenta el requerimiento de materiales, demanda, mano de obra y horas extras. (Caicedo, Criado, & Morales, 2019), en su investigación en una industria metalmecánica, diseñaron un modelo matemático para la planeación de la producción fundamentado en la programación lineal. Asimismo, tomaron en cuenta horas extras y la reasignación de colaboradores. Como resultado obtuvieron una minimización de costos del 7,4 %, puesto que la planificación actual de la empresa correspondía a \$27,457.693 y lo propuesto \$25,403.880.

Como resultado del diagnóstico de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L se obtuvo que el problema principal era los altos costos, lo cual se encontró en semejanza con la investigación de (Cieza, 2021), en la empresa procesadora y comercializadora de cereales Producciones nacionales TC. E.I.R.L. La cual aplica un modelo de planificación de la producción utilizando programación lineal, en la cual obtiene una reducción del 39% de sus horas extra, con un ahorro de S/. 31, 653.08 y un beneficio costo de 1.51.

De tal manera se deduce que la aplicación de la programación lineal logra minimizar los costos de producción, logrando un resultado efectivo para la embotelladora.

3.3. Propuesta de investigación.

3.3.1. Fundamentación.

El propósito de la investigación es minimizar los costos de producción de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L. utilizando programación lineal. La propuesta se fundamenta en la planificación de la producción en base a la programación lineal, la misma que proporciona una metodología en busca de resultados como la minimización de costos, teniendo en cuenta ciertas restricciones, como la disponibilidad de recursos, capacidad de producción, inventario, requerimiento de recursos extra.

Objetivos

- a) Reducir costos de producción a través de la utilización de la programación lineal.
- b) Planificar la producción que logre satisfacer la demanda en los tiempos establecidos.

3.3.2. Objetivos de la propuesta

- Reducir costos de producción a través del uso de la programación lineal.
- Planificar la producción que logre satisfacer la demanda en los tiempos establecidos
- Realizar un análisis de beneficio - costo para evidenciar la efectividad de la propuesta

Estrategia

- Pronosticar la demanda.
- Planificar la producción utilizando programación lineal.

Actividad

- Identificar la demanda histórica.
- Identificar los costos actuales de producción.
- Desarrollar el modelo en base programación lineal.
- Desarrollo de la propuesta

Recursos

- Laptop.

- Licencia de programas.
- Lapicero.
- Papel.
- Asesoría.
- Alimentos
- Pasajes.

Responsables

- Atoche Orellana Eduardo Humberto.
- Espinoza Piscoya José Graciano.

Lugar

- Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.
- Área de producción.

Tabla 38.
Propuesta.

OBJETIVO	ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	RECURSOS	RESPONSABLES	LUGAR
Reducir costos de producción a través del uso de la programación lineal.	Pronosticar la demanda	Identificar la demanda histórica.			
Planificar la producción que logre satisfacer la demanda en los tiempos establecidos	Planificar la producción utilizando programación lineal. Requerimiento de materiales e insumos.	Identificar los costos actuales de producción. Desarrollar el modelo en base programación lineal.	Laptop. Licencia de programas. Lapicero. Papel. Asesoría. Alimentos Pasajes.	Atoche Orellana Eduardo Humberto. Espinoza Piscoya José Graciano.	Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L. Área de producción.
Realizar un análisis de beneficio - costo para evidenciar la efectividad de la propuesta.	ERP para controlar el servicio, compras y cadena de suministro.				

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Desarrollo de la propuesta.

Luego de haber identificado los altos costo dados por el desabastecimiento del 53.8% de los materiales directos de producción, un exceso del 43.6% de horas hombre, el retraso de demanda del 25% de sus productos ofrecidos y por el desconocimiento de cantidades existentes en almacén. Se plantea planificar la producción utilizando programación lineal, con lo que se busca encontrar la cantidad de producción de cada una de las diferentes presentaciones para satisfacer la demanda, teniendo en cuenta las horas hombre, utilización y disponibilidad de materiales e insumos.

Pronóstico de ventas para el año 2022.

Para realizar dicho pronostico se tuvo en cuenta las ventas históricas del año 2017, 2018, 2019 y 2021, las cuales se utilizaron para proyectar la demanda del año 2022 utilizando el software Oracle Cristal Balls.

Tabla 39.
Demanda Real de los años 2017 - 2021.

Año	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
2017	16823	3567	650	265
	16249	4879	670	287
	17508	4953	695	300
	18071	5115	770	358
	18475	5109	894	427
	21947	5703	935	480
	23400	6043	1055	596
	25113	6346	1090	625
	24107	7047	1193	481
	20811	6884	1007	430
	18954	5208	833	356
	16325	4732	723	328
2018	16674	3905	328	120
	16368	4795	470	250
	16787	4915	590	267
	19352	5217	617	385
	19748	5075	767	395
	23313	5252	1240	564
	24449	6026	1506	810
	26014	6541	1540	860

	25950	7075	1445	755
	23857	7210	1219	480
	21465	5564	714	385
	20014	4976	544	366
	17868	3954	579	192
	17351	4000	640	245
	17961	5131	719	296
	16513	5280	828	506
	20053	6006	1001	586
2019	23451	6069	1217	620
	28131	7057	1335	898
	28512	7273	1365	900
	27581	7352	1472	788
	26441	7390	1217	618
	23344	7106	1105	524
	21826	5874	934	483
	13716	4571	303	145
	13771	5297	441	152
	18456	5585	544	204
	20408	5882	769	388
	20515	6522	920	399
2021	25800	6516	1258	705
	29527	6740	1309	822
	30284	6986	1678	824
	29208	7021	1568	715
	26456	6998	1466	570
	23547	6810	1225	398
	22775	5586	1199	247

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se determinaron los modelos de pronóstico con ARIMA (media móvil integrada autorregresiva), el cual dio como resultado las siguientes proyecciones para cada producto.

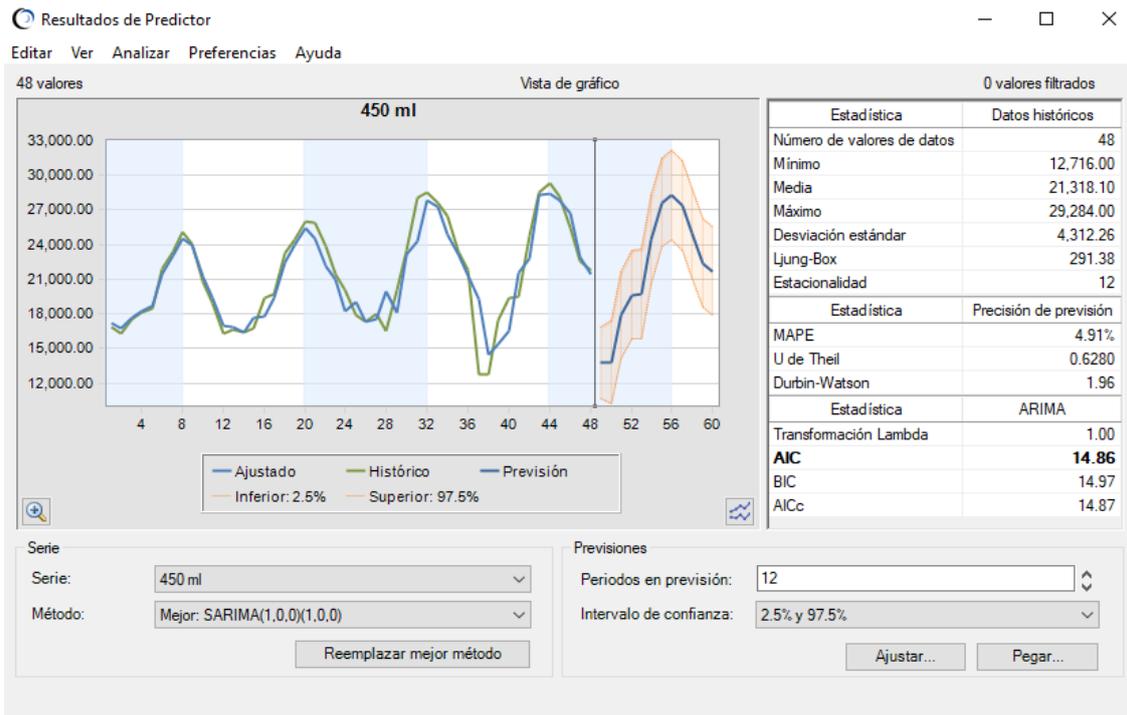


Figura 23. Modelo pronóstico de la presentación de 450 ml, método SARIMA con un MAPE de 4.91%.
Fuente: Oracle Crisall Balls.

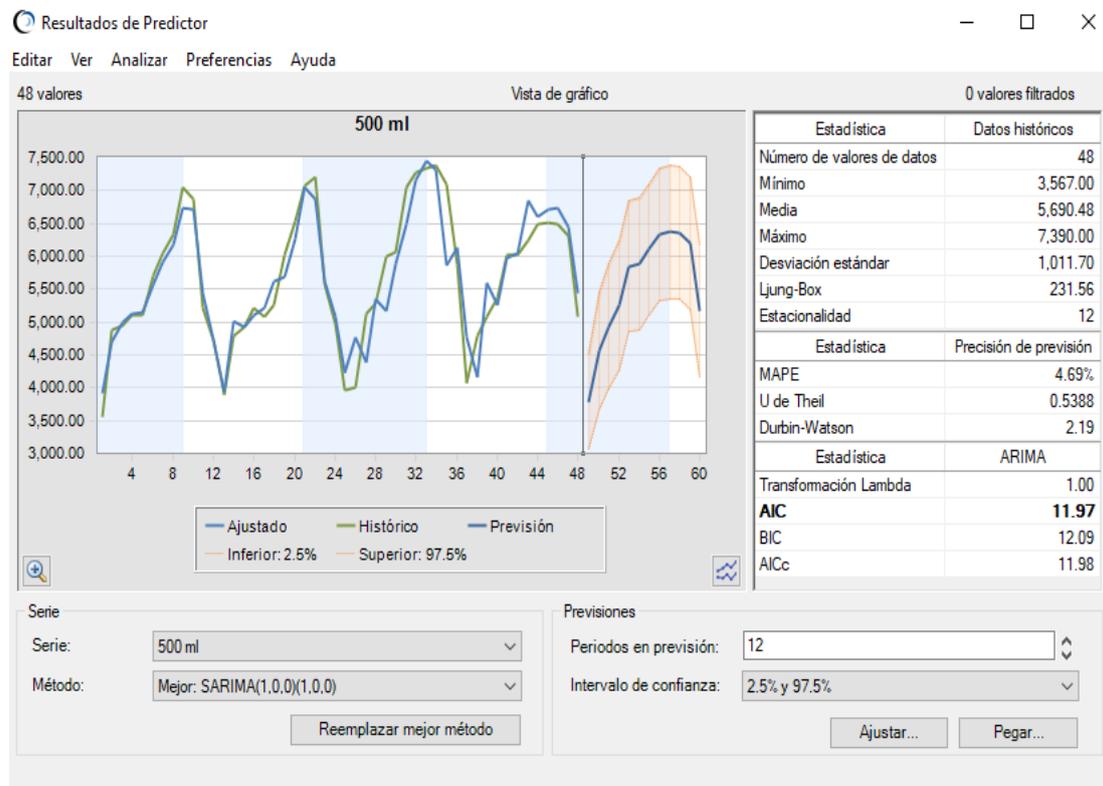


Figura 24. Modelo pronóstico de la presentación de 500 ml, método SARIMA con un MAPE 4.69%.
Fuente: Oracle Crisall Balls.

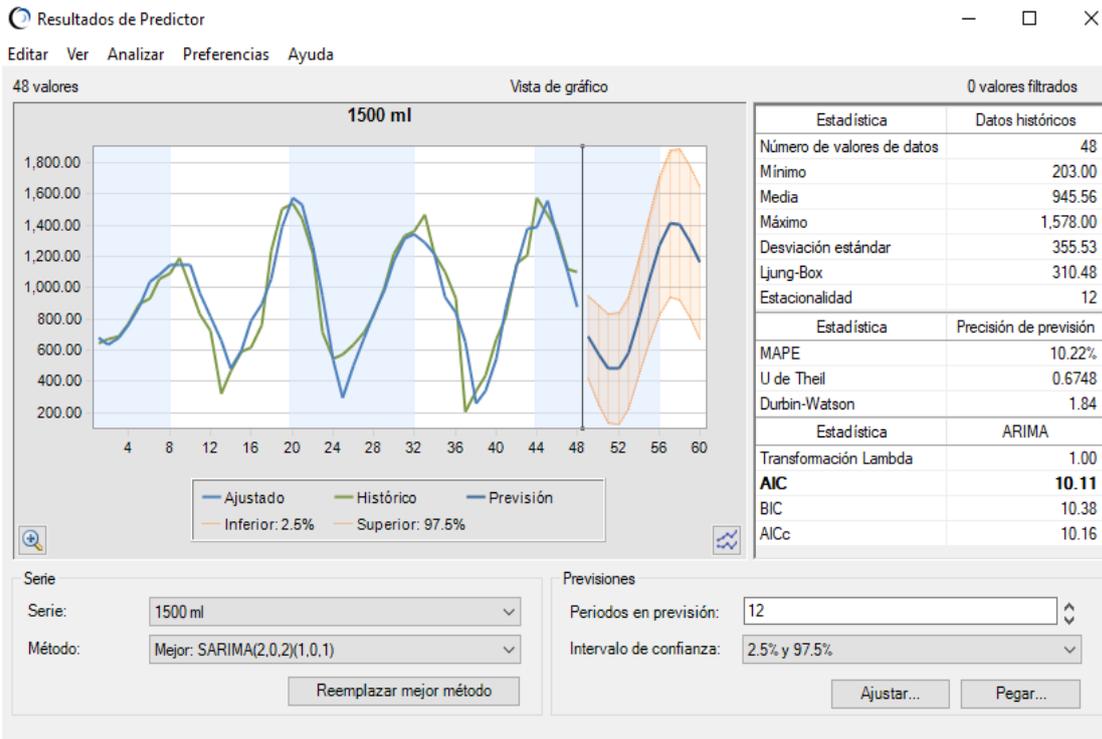


Figura 25. Modelo pronóstico de la presentación de 1500 ml, método SARIMA con un MAPE 10.22%.

Fuente: Oracle Crisall Balls

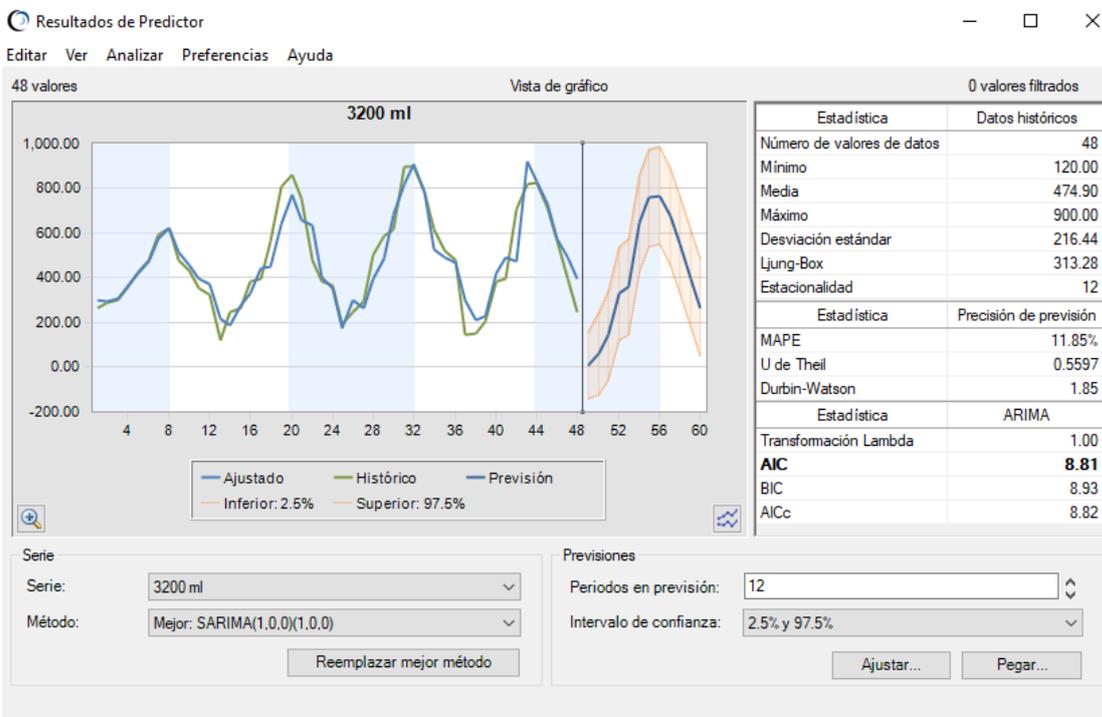


Figura 26. Modelo pronóstico de la presentación de 3200 ml, método SARIMA con un MAPE 11.85%.

Fuente: Oracle Crisall Balls

Tabla 40.
Demanda pronosticada para el año 2022.

Año	Unidad	450 ml	500 ml	1500ml	3200 ml
2022	Paquete	13739	3791	689	10
	Paquete	13785	4570	571	63
	Paquete	17915	4927	487	144
	Paquete	19635	5257	485	332
	Paquete	19729	5854	584	360
	Paquete	24388	5886	819	646
	Paquete	27674	6101	1038	759
	Paquete	28342	6328	1269	768
	Paquete	27393	6370	1415	676
	Paquete	24966	6358	1407	550
	Paquete	22402	6204	1289	400
	Paquete	21721	5168	1163	267

Fuente: Oracle cristal Balls.

Programación lineal.

Luego de haber pronosticado la demanda para el año 2022 se definieron las variables de decisión, función objetivo, restricciones limitantes y condiciones de no negatividad. Para el planteamiento del problema.

Tabla 41.
Índices del modelo.

Índices	
j	Número de productos (j=1, 2, 3, ..., n)
t	Periodos de tiempo de la planificación (t=1, 2, 3, ..., T)
i	Numero de recursos (i=1,2, 3,..., m)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42.
Variables de decisión.

Variables de decisión	
X_{jt}	Número de unidades del producto j producidas en el periodo t.
I_{jt}	Número de unidades del producto j almacenadas en el periodo t.
Z_{jt}	Mandar a producir el producto j en el periodo t.
Y_{it}	Número de recursos i extras utilizados en el periodo t.
Z'_{it}	Mandar a comprar el recurso i en el periodo t.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43.
Coefficientes de la función objetivo.

Coefficientes de la función objetivo	
C_{jt}	Costo de producción del producto j en el periodo t.
H_{jt}	Costo de mantener almacenada una unidad del producto j el periodo t.
K_{jt}	Costo de mandar a producir el producto j en el periodo t.
G_{it}^{Extra}	Costo extra de recurso i en el periodo t.
K'_{it}	Costo de mandar a pedir recursos i en el periodo t.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44.
Parámetros.

Parámetros	
a_{ij}	Uso del recurso i en el producto j.
b_{it}	Disponibilidad del recurso i en el periodo t.
d_{jt}	Demanda del producto j en el periodo t.
I_{jt-1}	Número de unidades del producto j almacenadas en el periodo t-1.
U_{it}	Cargas fijas del producto j en el periodo t.
U'_{it}	Cargas fijas del recurso i en el periodo t.
M_{it}	Capacidad de producción del producto j en el periodo t.

Fuente: Elaboración propia.

La formulación de programación lineal entera mixta – planificación de producción.

Función objetivo.

En nuestro caso se planteó que la función objetivo será minimizar los costos de producción, costos de inventario, costos de mandar a producir y costos extra de un material costo de mandar a pedir un recurso.

$$\text{Minimizar} = \sum_{t=1}^T \left(\sum_{j=1}^n C_{jt} X_{jt} + \sum_{j=1}^n H_{jt} I_{jt} + \sum_{j=1}^n K_{jt} Z_{jt} + \sum_{i=1}^m G_{it}^{Extra} Y_{it} + \sum_{i=1}^m K'_{it} Z'_{it} \right)$$

Restricciones

Sujeta a:

1. Utilización de recursos:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}X_{jt} \leq b_{it} + Y_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T$$

2. Inventario:

$$I_{jt} = I_{jt-1} + X_{jt} - d_{jt} \quad j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$$

3. Capacidad de producción:

$$X_{jt} \leq M_{jt} \quad j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$$

4. Cargas fijas en la producción:

$$X_{jt} \leq U_{jt}Z_{jt} \quad j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$$

5. Cargas fijas en comprar recursos:

$$Y_{it} \leq U'_{it}Z'_{it} \quad i = 1, \dots, m; t = 1, \dots, T$$

6. No negatividad:

$$X_{jt} \geq 0; I_{jt} \geq 0; Y_{it} \geq 0; Z_{jt}, Z'_{it} \in \{0,1\} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T$$

Periodo de planificación de la producción (t)

El periodo de planificación de producción es de 12 meses (Enero – Diciembre del año 2022).

Presentaciones (j).

Se analizaron las 4 presentaciones que fabrica la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 45.
Presentaciones.

Presentaciones	Materiales e insumos
450 ml	Agua, Esencia kola amarilla, Color amarillo limón tartrazina,
500 ml	Color rojo cereza allura n40, Esencia naranja turbia, Esencia kola negra, Flavorsweet advance natural, Ácido cítrico anhidro,
1500 ml	Ácido fosfórico, Benzoato de sodio, Pr. Dióxido de carbono,
3200 ml	Preformas PET, Lamina termocontraíble, Tapas, Etiquetas

Fuente: Elaboración Propia.

Costo de producción.

Tabla 46.

Costo de producción.

costo	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Costo de producción(S/./u) - Cjt	S/ 5.6	S/ 6.4	S/ 6.8	S/ 12

Fuente: elaboración propia

Costo de mantener inventario.

Tabla 47.

Costo de mantener inventario.

costo	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Mantener inventario	S/ 0.13	S/ 0.14	S/ 0.16	S/ 0.29

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mandar a producir.

Tabla 48.

Costo de mandar a producir.

costo	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Costo de Set-up (\$/setup) - Kjt - Preparar	S/ 27.69	S/ 27.69	S/ 46.15	S/ 46.15

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mandar a pedir Materiales

Tabla 49.

Costo de mandar a pedir materiales.

costo	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Costo de Set-up (\$/setup) - K'jt -Pedir materiales	S/ 25.23	S/ 25.23	S/ 25.23	S/ 25.23

Fuente: Elaboración propia.

Costo por recursos extra.

Tabla 50.
Costo de recursos extra.

materiales /insumos	costo por pedir extra
Agua	S/0.00
Esencia kola amarilla	S/2.38
tartrazina amarillo limón	S/3.20
rojo cereza allura n40	S/3.93
Esencia naranja turbia	S/2.45
Esencia piña turbia	S/2.23
Esencia kola negra	S/2.48
Flavorsweet advance natural	S/2.69
Ácido cítrico anhidro	S/2.40
Ácido fosfórico	S/1.44
Benzoato de sodio	S/1.05
Pr. Dióxido de carbono	S/0.16
PET cristal 22g	S/0.01
PET verde 22g	S/0.01
PET cristal 28g	S/0.01
PET verde 28g	S/0.01
PET cristal 37g	S/0.01
PET verde 37g	S/0.01
PET cristal 56g	S/0.01
Lamina termoc.	S/0.42
Tapas	S/0.00
Etiquetas de 450 ml	S/0.00
Etiquetas de 500 ml	S/0.00
Etiquetas de 1500 ml	S/0.00
Etiquetas de 3200 ml	S/0.00
Horas hombre	S/7.00

Fuente: Elaboración propia.

Recursos (i)

los recursos manipulados para las diferentes presentaciones de la embotelladora Yam Dany Inversiones se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 51.

Requerimiento de recursos por presentación.

Recursos	unidad	450 ml	5000 ml	1500 ml	3200 ml
Agua	M3	0.0054	0.0060	0.0054	0.0054
Esencia kola amarilla	Kg	0.0015	0.0016	0.0015	0.0015
Color amarillo limón tartrazina	Kg	0.0014	0.0016	0.0014	0.0014
Color rojo cereza allura n40	Kg	0.0013	0.0015	0.0013	0.0013
Esencia naranja turbia	Kg	0.0013	0.0015	0.0013	0.0013
Esencia piña turbia	Kg	0.0013	0.0014	0.0013	0.0013
Esencia kola negra	Kg	0.0015	0.0017	0.0015	0.0015
Flavorsweet advance natural	Kg	0.0013	0.0015	0.0013	0.0013
Ácido cítrico anhidro	Kg	0.0063	0.0070	0.0063	0.0063
Ácido fosfórico	Kg	0.0020	0.0022	0.0020	0.0020
Benzoato de sodio	Kg	0.0015	0.0017	0.0015	0.0015
Pr. Dióxido de carbono	Kg	0.0094	0.0104	0.0094	0.0094
PET cristal 22g	Unidad	11	0	0	0
PET verde 22g	Unidad	1	0	0	0
PET cristal 28g	Unidad	0	11	0	0
PET verde 28g	Unidad	0	1	0	0
PET cristal 37g	Unidad	0	0	5	0
PET verde 37g	Unidad	0	0	1	0
PET cristal 56g	Unidad	0	0	0	6
Lamina cristal termoc	Kg	0.0041	0.0046	0.0069	0.0079
Tapas	Unidad	12	12	6	6
Etiquetas de 450 ml	Unidad	12	0	0	0
Etiquetas de 500 ml	Unidad	0	12	0	0
Etiquetas de 1500 ml	Unidad	0	0	6	0
Etiquetas de 3200 ml	Unidad	0	0	0	6
Horas hombre	HH	0.0800	0.1100	0.1760	0.3520

Fuente: elaboración Propia.

Disponibilidad de los recursos (b)

La disponibilidad de los recursos está dada por la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Tabla 52.
Disponibilidad de los recursos.

Recursos	Unidad	Disponibilidad
Agua	m3	254
Esencia kola amarilla	kg	20
Color amarillo limón tartrazina	kg	50
Color rojo cereza allura n40	kg	45
Esencia naranja turbia	kg	44
Esencia piña turbia	kg	43
Esencia kola negra	kg	50
Flavorsweet advance natural	kg	45
Ácido cítrico anhidro	kg	206
Ácido fosfórico	kg	65
Benzoato de sodio	kg	51
Pr. Dióxido de carbono	kg	305
PET cristal 22g	unidad	254100
PET verde 22g	unidad	23100
PET cristal 28g	unidad	99000
PET verde 28g	unidad	9000
PET cristal 37g	unidad	7500
PET verde 37g	unidad	1500
PET cristal 56g	unidad	3300
Lamina cristal termocontraíble	kg	100
Tapas	unidad	397500
Etiquetas de 450 ml	unidad	277200
Etiquetas de 500 ml	unidad	108000
Etiquetas de 1500 ml	unidad	9000
Etiquetas de 3200 ml	unidad	3300
Horas hombre	HH	2112

Fuente: elaboración propia

Restricción de uso de recursos.

Tabla 53.

Restricciones de uso de recursos.

Recursos	Unid	uso de recursos a_{ij}								b_{it}	Y_{it}
		j1	j2	j3	j4	\leq	Disponibilid ad/mes	+	Recursos extra/mes		
Agua	M3	0.0054	+	0.0060	+	0.0090	+	0.0192	\leq	254	+
Esencia kola amarilla	Kg	0.0165	+	0.0176	+	0.0264	+	0.0572	\leq	20	+
C.amarillo limón tartrazina	Kg	0.0168	+	0.0176	+	0.0253	+	0.0550	\leq	50	+
C.rojo cereza allura n40	Kg	0.0143	+	0.0165	+	0.0242	+	0.0528	\leq	45	+
Esencia naranja turbia	Kg	0.0143	+	0.0165	+	0.0242	+	0.0517	\leq	44	+
Esencia piña turbia	Kg	0.0143	+	0.0154	+	0.0231	+	0.0506	\leq	43	+
Esencia kola negra	Kg	0.0165	+	0.0187	+	0.0286	+	0.0605	\leq	50	+
Flavorsweet advance natural	Kg	0.0143	+	0.0165	+	0.0242	+	0.0517	\leq	45	+
Ácido cítrico anhidro	Kg	0.0693	+	0.0770	+	0.1155	+	0.2475	\leq	206	+
Ácido fosfórico	Kg	0.0220	+	0.0242	+	0.0363	+	0.0781	\leq	65	+
Benzoato de sodio	Kg	0.0165	+	0.0187	+	0.0275	+	0.0594	\leq	51	+
Dióxido de carbono	Kg	0.1034	+	0.1144	+	0.1716	+	0.3663	\leq	305	+
PET cristal 22g	Unid.	11	+	0	+	0	+	0	\leq	254100	+
PET verde 22g	Unid.	1	+	0	+	0	+	0	\leq	23100	+
PET cristal 28g	Unid.	0	+	11	+	0	+	0	\leq	99000	+
PET verde 28g	Unid.	0	+	1	+	0	+	0	\leq	9000	+
PET cristal 37g	Unid.	0	+	0	+	5	+	0	\leq	7500	+
PET verde 37g	Unid.	0	+	0	+	1	+	0	\leq	1500	+
PET cristal 56g	Unid.	0	+	0	+	0	+	6	\leq	3300	+
Lamina termo.	Kg	0.0041	+	0.0046	+	0.0069	+	0.0079	\leq	100	+
Tapas	Unid.	12	+	12	+	6	+	6	\leq	397500	+
Etq. de 450 ml	Unid.	12	+	0	+	0	+	0	\leq	277200	+
Etq de 500 ml	Unid.	0	+	12	+	0	+	0	\leq	108000	+
Etq de 1500 ml	Unid.	0	+	0	+	6	+	0	\leq	9000	+
Etq de 3200 ml	Unid.	0	+	0	+	0	+	6	\leq	3300	+
Horas hombre	HH	0.0800	+	0.1100	+	0.1760	+	0.3520	\leq	2112	+

VARIABLE DE DECISIÓN

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa que la restricción del uso de recursos i del producto j (x) la producción del producto j en el periodo t , (\leq) a la disponibilidad de recursos i en el periodo (+) el número de recursos i extras en el periodo t .

La disponibilidad de horas hombre al mes, se determinó teniendo en cuenta que actualmente se cuenta con 11 operarios de producción que trabajan 8 horas diarias, durante 6 días por 4 semanas.

$$11 \text{ operarios} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} = 2112 \frac{\text{HH}}{\text{mes}}$$

Capacidad de producción

Tabla 54.

La capacidad de producción de la embotelladora mensual.

Producto	Capacidad de producción
Glud kola (450x12)	23100
Cordial (500x12)	9000
Fresy Kola (1500x6)	1500
Glud kola (3200x6)	750

Fuente: Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L.

Restricción de inventario.

En esta restricción se menciona la cantidad de inventario que se poseerá de cada producto en el periodo planificado. El cual se determinará sumando el inventario del producto j en el periodo $t-1$ (+) la producción del producto j en el periodo t (-) la demanda del producto j en el periodo t .

Restricción de cargas fijas en la producción.

en esta restricción la producción del producto j en el periodo t debe ser (\leq) a las cargas fijas del producto j en el periodo t (x) el set-up del producto j en el periodo t .

Restricción de cargas fijas en los recursos.

en esta restricción el número de recursos i en el periodo t , debe ser (\leq) a de las cargas fijas del recurso i en el periodo t (x) set-up del recurso i en el pedido t .

Restricciones de no negatividad.

se tiene que la producción, inventario y recursos extras tienen que ser (\geq) a 0. Además, que el set-up de mandar a producir y pedir recursos pertenezcan a $\{0,1\}$

El inventario de los 12 meses sin contar el inicial tiene que ser mayor o igual que 0.

Las variables binarias de los 12 meses como su nombre lo indica tiene que tener valores binarios (0,1)

La carga fija U de enero a diciembre tiene que ser mayor o igual que los pronósticos.

La carga fija U' de enero a diciembre tiene que ser mayor o igual que el requerimiento de recursos.

Aplicación del modelo de planificación.

Luego de haber definido los índices, variables de decisión, coeficientes de la función objetivo y parámetros, se ejecutó el modelo de planificación de la producción con programación lineal entera mixta.

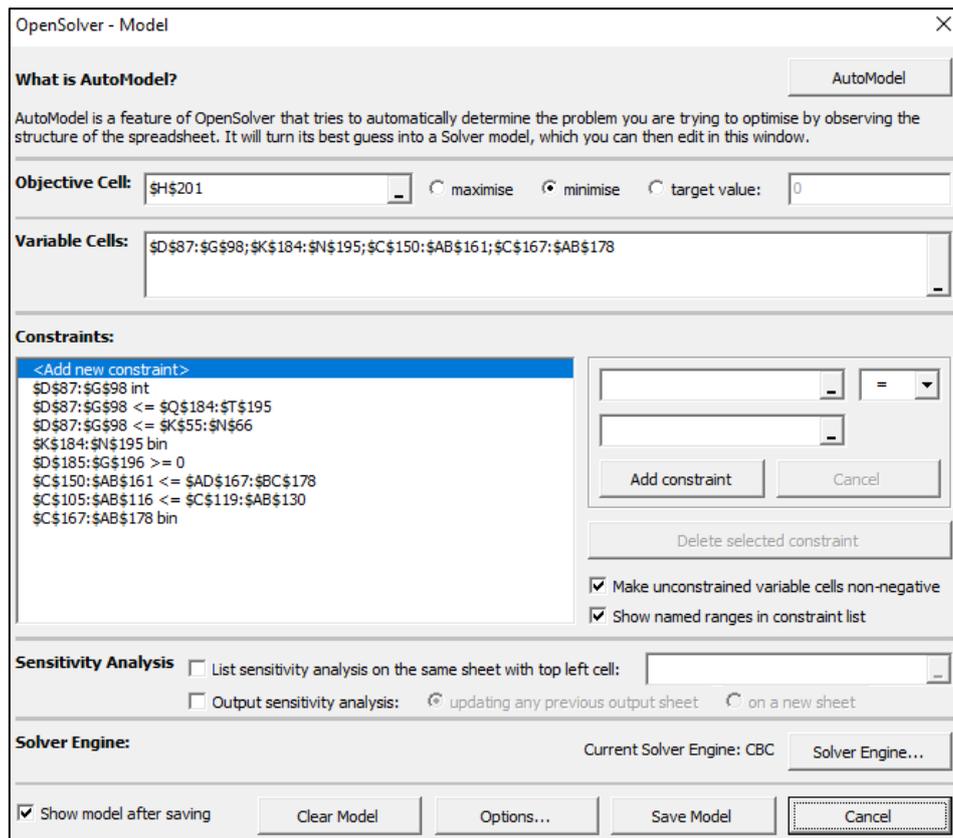


Figura 27. Modelo de planificación en OpenSolver-Model.

Fuente: Open solver-Model.

Producción por presentaciones al mes - 2022.

El modelo nos dio como resultado la producción mensual en las diferentes presentaciones para el año 2022 de la embotelladora.

Tabla 55.

Producción por presentaciones 2022.

Meses	Producción: Xjt			
	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Enero	13748	5557	1179	549
Febrero	19019	4432	585	0
Marzo	23100	3300	0	0
Abril	23100	5257	470	0
Mayo	23100	5854	584	364
Junio	23100	5886	819	671
Julio	23100	6101	1038	750
Agosto	23100	6330	1269	748
Setiembre	23099	6373	1415	676
Octubre	23100	6352	1407	550
Noviembre	22402	6204	1287	400
Diciembre	21721	5168	1163	267

Fuente: Open Solver Excel.

Requerimiento de materiales directos por mes – 2022.

El modelo dio como resultado el requerimiento de materiales directos en los meses de enero – diciembre 2022 de la embotelladora.

Tabla 56.

Requerimiento de materiales directos 2022

Meses	Agua	Esencia kola amarilla	tartrazina amarillo limón	rojo cereza allura n40	Esencia naranja turbia	Esencia piña turbia	Esencia kola negra	Flavorsweet advance natural	Ácido cítrico anhidro	Ácido fosfórico	Benzoato de sodio	Pr. Dióxido de carbono
Enero	116.912	31.644	30.379	29.114	28.513	27.849	33.310	28.650	136.908	43.304	33.047	202.870
Febrero	132.454	35.850	34.417	32.984	32.303	31.551	37.738	32.459	155.108	49.061	37.440	229.838
Marzo	144.540	39.122	37.558	35.994	35.251	34.430	41.181	35.421	169.261	53.538	40.856	250.811
Abril	158.820	42.987	41.268	39.550	38.733	37.831	45.250	38.920	185.984	58.827	44.892	275.590
Mayo	164.984	44.655	42.870	41.085	40.236	39.299	47.006	40.431	193.201	61.110	46.634	286.284
Junio	168.102	45.499	43.680	41.861	40.997	40.042	47.894	41.195	196.853	62.265	47.516	291.696
Julio	171.001	46.284	44.433	42.583	41.704	40.733	48.720	41.905	200.248	63.339	48.335	296.727
Agosto	173.612	46.990	45.112	43.233	42.341	41.355	49.464	42.545	203.305	64.306	49.073	301.257
Setiembre	174.264	47.167	45.281	43.396	42.500	41.510	49.650	42.705	204.069	64.547	49.258	302.388
Octubre	173.420	46.938	45.062	43.185	42.294	41.309	49.409	42.498	203.080	64.235	49.019	300.924
Noviembre	167.305	45.283	43.473	41.663	40.802	39.852	47.667	40.999	195.919	61.970	47.291	290.312
Diciembre	156.024	42.230	40.542	38.853	38.051	37.165	44.453	38.235	182.709	57.791	44.102	270.737

Fuente: Open Solver Excel.

Requerimiento de Materiales indirectos por mes – 2022.

El modelo dio como resultado el requerimiento de materiales indirectos en los meses de enero – diciembre 2022 de la embotelladora.

Tabla 57.

Requerimiento de materiales indirectos 2022

Meses	PET cristal 22g	PET verde 22g	PET cristal 28g	PET verde 28g	PET cristal 37g	PET verde 37g	PET cristal 56g	Lamina termoc.	Tapas	Etiquetas de 450 ml	Etiquetas de 500 ml	Etiquetas de 1500 ml	Etiquetas de 3200 ml
Enero	151228	13748	61127	5557	5895	1179	3294	95	242028	164976	66684	7074	3294
Febrero	209209	19019	48752	4432	2925	585	0	103	284922	228228	53184	3510	0
Marzo	254100	23100	36300	3300	0	0	0	110	316800	277200	39600	0	0
Abril	254100	23100	57827	5257	2350	470	0	122	343104	277200	63084	2820	0
Mayo	254100	23100	64394	5854	2920	584	2184	129	353136	277200	70248	3504	2184
Junio	254100	23100	64746	5886	4095	819	4026	133	356772	277200	70632	4914	4026
Julio	254100	23100	67111	6101	5190	1038	4500	136	361140	277200	73212	6228	4500
Agosto	254100	23100	69630	6330	6345	1269	4488	139	365262	277200	75960	7614	4488
Setiembre	254089	23099	70103	6373	7075	1415	4056	139	366210	277188	76476	8490	4056
Octubre	254100	23100	69872	6352	7035	1407	3300	138	365166	277200	76224	8442	3300
Noviembre	246422	22402	68244	6204	6435	1287	2400	133	353394	268824	74448	7722	2400
Diciembre	238931	21721	56848	5168	5815	1163	1602	123	331248	260652	62016	6978	1602

Fuente: Open Solver Excel.

Requerimiento de Materiales directos extra por mes – 2022.

En el modelo se observa que no se requiere materiales directos extra para los meses de enero a diciembre del año 2022.

Requerimiento de Materiales indirectos extra por mes – 2022.

En el modelo se observa que se requiere materiales indirectos de los materiales que presentan desabastecimiento.

Tabla 58.

Requerimiento de materiales indirectos extra 2022

Meses	PET cristal 22g	PET verde 22g	PET cristal 28g	PET verde 28g	PET cristal 37g	PET verde 37g	PET cristal 56g	Lamina termoc.	Tapas	Etiquetas de 450 ml	Etiquetas de 500 ml	Etiquetas de 1500 ml	Etiquetas de 3200 ml
Enero	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Febrero	39809.0	3619.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.68	14622.0	43428.0	0.0	0.0	0.0
Marzo	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.29	46500.0	92400.0	0.0	0.0	0.0
Abril	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.48	72804.0	92400.0	0.0	0.0	0.0
Mayo	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.86	82836.0	92400.0	0.0	0.0	0.0
Junio	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	726	33.04	86472.0	92400.0	0.0	0.0	726
Julio	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1200	36.15	90840.0	92400.0	0.0	0.0	1200
Agosto	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1188	38.77	94962.0	92400.0	0.0	0.0	1188
Setiembre	84689.0	7699.0	0.0	0.0	0.0	0.0	756	39.39	95910.0	92388.0	0.0	0.0	756
Octubre	84700.0	7700.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.26	94866.0	92400.0	0.0	0.0	0.0
Noviembre	77022.0	7002.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.70	83094.0	84024.0	0.0	0.0	0.0
Diciembre	69531.0	6321.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.25	60948.0	75852.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Open Solver Excel.

Variables binarias de mandar a pedir un recurso extra por mes – 2022.

Se obtuvo las variables binarias de recursos extra en la cual nos dice en que mes se va a mandar a requerir materiales extra para la producción de cada presentación en los meses de enero a diciembre 2022.

Tabla 59.

Variable binaria de mandar a pedir un recurso extra 2022.

Meses	PET cristal 22g	PET verde 22g	PET cristal 28g	PET verde 28g	PET cristal 37g	PET verde 37g	PET cristal 56g	Lamina termoc.	Tapas	Etiquetas de 450 ml	Etiquetas de 500 ml	Etiquetas de 1500 ml	Etiquetas de 3200 ml
Enero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Marzo	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Abril	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Mayo	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Junio	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Julio	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Agosto	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Setiembre	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
Octubre	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Noviembre	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Diciembre	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

Fuente: Open Solver Excel

Requerimiento de horas extra por mes – 2022.

se obtiene el requerimiento de horas extra en los meses de enero a diciembre del año 2022. Asimismo, se tiene set-up de requerimiento de recursos extra, en la cual “1” indica que se va a requerir Hh extra y “0” que no.

Tabla 60.

Requerimiento de horas extra 2022

Meses	Horas hombre	Variable Binaria Z' jt
Enero	0	0.00
Febrero	0	0.00
Marzo	99	1.00
Abril	397	1.00
Mayo	611	1.00
Junio	764	1.00
Julio	854	1.00
Agosto	919	1.00
Setiembre	924	1.00
Octubre	876	1.00
Noviembre	730	1.00
Diciembre	493	1.00

Fuente: Open Solver Excel.

Inventario por presentación en los meses – 2022

Del modelo se obtiene la cantidad de productos que almacenaran en los meses de enero a diciembre 2022 de sus diferentes presentaciones.

Tabla 61.

Inventario por presentación 2022

Meses	Inventario: ljt			
	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Inicial				
Enero	9	1766	490	539
Febrero	5243	1628	504	476
Marzo	10428	1	17	332
Abril	13893	1	2	0
Mayo	17264	1	2	4
Junio	15976	1	2	29
Julio	11402	1	2	20
Agosto	6160	3	2	0
Setiembre	1866	6	2	0
Octubre	0	0	2	0
Noviembre	0	0	0	0
Diciembre	0	0	0	0

Fuente: Open Solver Excel.

Variable binaria de mandar a producir por mes – 2022.

Se obtuvo las variables vinarias de producción en la cual nos dice en que mes se va a mandar a producir las diferentes presentaciones en los meses de enero a diciembre 2022.

Tabla 62.

Variables binarias de mandar a producir por mes 2022.

Meses	Variable Binaria: Zjt			
	450 ml	500 ml	1500 ml	3200 ml
Enero	1	1	1	1
Febrero	1	1	1	0
Marzo	1	1	0	0
Abril	1	1	1	0
Mayo	1	1	1	1
Junio	1	1	1	1
Julio	1	1	1	1
Agosto	1	1	1	1
Setiembre	1	1	1	1
Octubre	1	1	1	1
Noviembre	1	1	1	1
Diciembre	1	1	1	1

Fuente: Open Solver Excel.

costos totales de producción

Los costos que se obtuvieron con el modelo fueron: costos de producción (materia prima, mano de obra y Gastos indirectos de fabricación), costos de inventario, costo de recursos extras, mandar a producir y costo de mandar a pedir un recurso.

Tabla 63.

Costos totales del modelo de planificación con programación lineal.

Costo total - ventas reales	Resumen de costos
costo de producción	S/ 2,029,036.80
costo de inventario	S/ 11,738.88
costo de mandar a producir	S/ 1587.69
costo de recursos extra	S/ 56,498.16
costo de pedir recursos extra	S/ 1589.49
costos totales	S/ 2,100,450.59

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta.

Al analizar la propuesta de minimización de costos, se presenta una variación con el modelo de un 26.3% de costos de materiales directos en el año 2022.

Tabla 64.

Variación de costos de materia prima.

Materia directa	Antes	Con Modelo	% variación
Agua	S/12,747.64	S/9,392.93	-26.3%
Esencia kola amarilla	S/43,813.42	S/32,283.34	-26.3%
Color amarillo limón tartrazina	S/56,492.10	S/41,625.46	-26.3%
Color rojo cereza allura n40	S/66,444.96	S/48,959.09	-26.3%
Esencia naranja turbia	S/40,662.44	S/29,961.58	-26.3%
Esencia piña turbia	S/36,102.56	S/26,601.70	-26.3%
Esencia kola negra	S/48,095.57	S/35,438.58	-26.3%
Flavorsweet advance natural	S/44,770.83	S/32,988.80	-26.3%
Ácido cítrico anhidro	S/190,984.01	S/140,724.05	-26.3%
Ácido fosfórico	S/36,245.21	S/26,706.80	-26.3%
Benzoato de sodio	S/20,168.44	S/14,860.85	-26.3%
Pr. Dióxido de carbono	S/19,455.92	S/14,335.84	-26.3%
Total	S/615,983.10	S/453,879.02	-26.3%

Fuente: Elaboración propia.

También, se presenta la variación de costos en materiales indirectos con el modelo con un 24.36 % en el año 2022.

Tabla 65.

Variación de costos en materiales indirectos con el modelo.

Materia Indirecta	Antes	Con Modelo	% variación
PET cristal 22g PCO	S/679,467.67	S/514,414.12	-24.29%
PET verde 22g PCO	S/64,786.64	S/49,048.87	-24.29%
PET cristal 28g PCO	S/205,160.31	S/158,055.13	-22.96%
PET verde 28g PCO	S/25,600.43	S/19,722.52	-22.96%
PET cristal 37g PCO	S/25,305.36	S/19,531.51	-22.82%
PET verde 37g PCO	S/6,289.00	S/4,854.06	-22.82%
PET cristal 56g PCO	S/24,094.61	S/17,004.46	-29.43%
Lamina termoc. 50cmx2	S/24,280.31	S/16,706.89	-31.19%
Tapas	S/263,511.86	S/196,453.76	-25.45%
Etiquetas de 450 ml	S/290,539.95	S/219,963.17	-24.29%
Etiquetas de 500 ml	S/85,721.79	S/66,039.91	-22.96%
Etiquetas de 1500 ml	S/20,053.92	S/15,478.27	-22.82%
Etiquetas de 3200 ml	S/13,214.00	S/7,790.15	-41.05%
Total	S/1,728,025.85	S/1,307,084.82	-24.36%

Fuente: Elaboración propia.

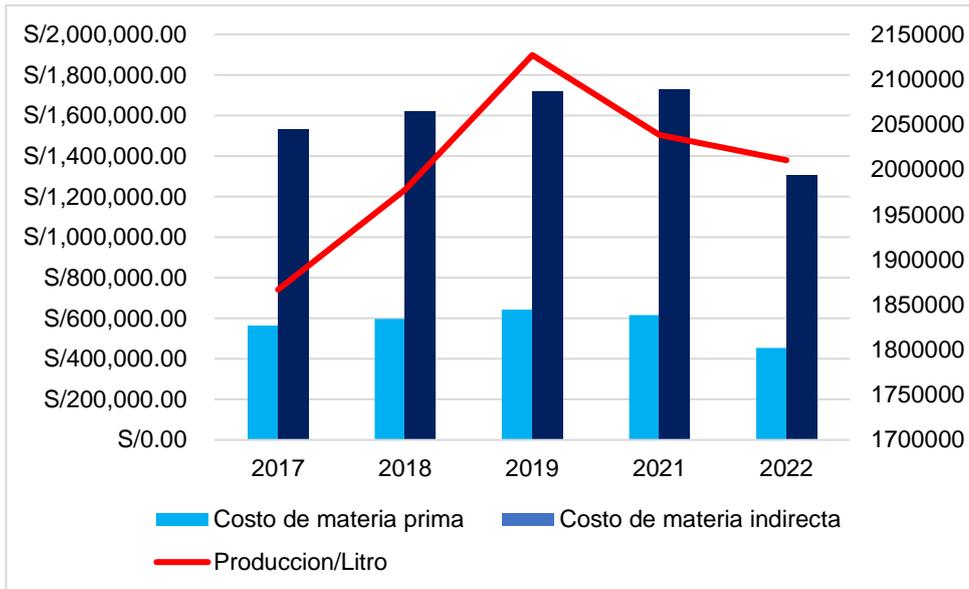


Figura 28. Costos de materiales antes y después de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

De la imagen 28 podemos observar que los costos de materiales indirectos han disminuido con la propuesta en función a la producción, a diferencia del año 2021 que, a pesar de haber disminuido la producción, los costos de materiales indirectos se mantenían altos.

Asimismo, al analizar los costos de la propuesta de mejora, se observa que los costos de horas extras han disminuido en los meses de enero a diciembre del año 2022.

Tabla 66.
% de horas extra antes y después del modelo.

Horas	Antes	Con modelo
Horas Extra/Año	11070	6667
Horas Hombre/Año	25344	25344
% De Horas Extra/Año	43.6%	26%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67.
Variación de los costos de horas extra.

Costos	Antes	Modelo	% de variación	Variación costos
Horas Extra	S/77,490.40	S/46,669.00	-40%	S/30,821.00

Fuente: Elaboración propia.

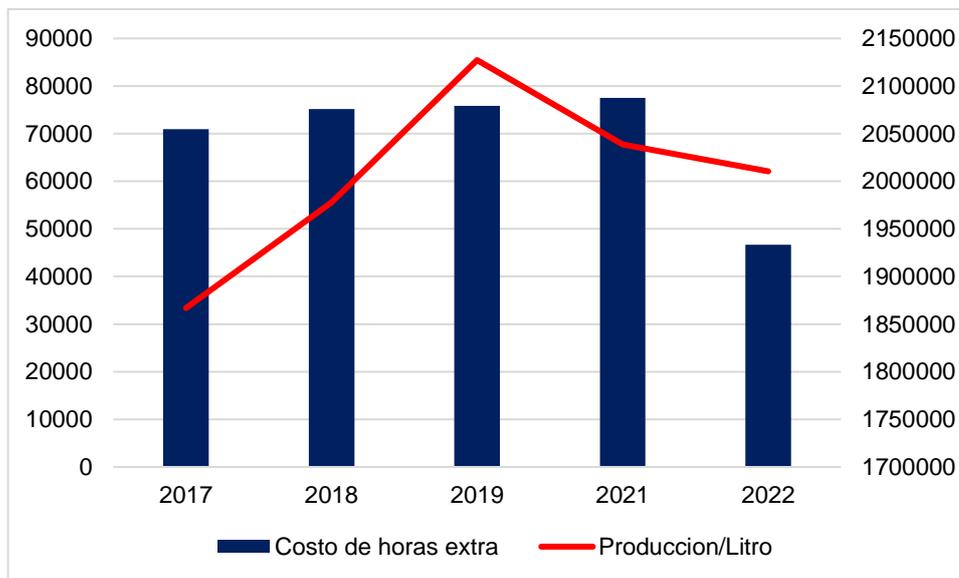


Figura 29. Costos de horas extra antes y después de la propuesta.

Fuente: Elaboración propia.

De la imagen 29 podemos observar que han disminuido los costos de horas hombre y con esto la carga de trabajo para los operarios de la embotelladora.

3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta.

La aplicación del modelo de programación lineal entera mixta permitió que los costos sean optimizados, logrando planificar la producción, determinar el requerimiento de recursos para cada mes del año 2022, asimismo se planifica las horas hombre a trabajar, asegurando el cumplimiento de la demanda.

A continuación, se muestran los costos que se tendrán en cuenta en la propuesta.

Tabla 68.
Costos de la propuesta.

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	costo total
Estudios en Planificación de la producción	1	S/5,300.00	S/5,300.00
Licencia de open Solver	1	S/2,000.00	S/2,000.00
Asesoría en open solver	1	S/2,300.00	S/2,300.00
Capacitación en open solver	2	S/1,000.00	S/2,000.00
Licencia de Crystal ball	1	S/1,438.64	S/1,438.64
Capacitación en Crystal ball	2	S/800.00	S/1,600.00
Software ERP (GEST NET)	12	S/129.00	S/1,548.00
Capacitación de ERP	3	S/700.00	S/2,100.00
Capacitación al personal	11	S/500.00	S/5,500.00
Otros	1	S/2,000.00	S/2,000.00
Total			S/25,786.64

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69.
Resumen de costos de la propuesta.

Resumen de Costos de Propuestas		INVERSION	COSTO ANUAL
PROPUESTA	Planificación de la producción con programación lineal	S/17,100.00	S/11,800.00
	Oracle cristal Balls	S/3,038.64	S/1,600.00
	software ERP (GEST NET)	S/3,648.00	S/3,648.00
TOTAL		S/23,786.64	S/17,048.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70.
Gastos administrativos y ventas.

Gastos administrativos y ventas			
Descripción	cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Laptop	1	S/4,500.00	S/4,500.00
Papel bond	12	S/20.00	S/240.00
Lapiceros	48	S/1.00	S/48.00
Mesa	1	S/300.00	S/300.00
Sillas	1	S/250.00	S/250.00
TOTAL			S/5,338.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71.
Resumen de beneficios de las propuestas.

Resumen de Beneficios de las propuestas		Beneficio Anual
	Costo de horas extra	S/30,821.00
	Costos de materiales extra	S/9,829.160
PROPUESTA	Costos de almacén	S/13,173.55
	Costo de mandar a pedir recursos extra	S/1,387.65
	Costo de mandar a producir	S/184.62
TOTAL		S/56,200.81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72.
Estado de resultados.

Estado de resultados				
Año	0	1	2	3
Ingresos	S/55,395.98	S/55,395.98	S/55,395.98	S/55,395.98
costos operativos	S/17,048.00	S/17,048.00	S/17,048.00	S/17,048.00
GAV	S/5,338.00	S/288.00	S/288.00	S/288.00
utilidad antes de impuestos	S/33,009.98	S/38,059.98	S/38,059.98	S/38,059.98
Impuestos (29.5%)	S/9,737.94	S/11,227.69	S/11,227.69	S/11,227.69
utilidad después de impuestos	S/23,272.03	S/26,832.28	S/26,832.28	S/26,832.28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73.
Flujo de caja.

Flujo de caja				
Año	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/23,272.03	S/26,832.28	S/26,832.28
Inversión	S/23,786.64	S/23,272.03	S/26,832.28	S/26,832.28
Año	0	1	2	3
FNE	-S/23,786.64	S/23,272.03	S/26,832.28	S/26,832.28
VAN	S/37,304.43			
TIR	89.1%			
TMAR	12.2%			
Año	0	1	2	3
Ingresos		S/55,395.98	S/55,395.98	S/55,395.98
Egresos	S/23,786.64	S/32,123.94	S/28,563.69	S/28,563.69
VAN Ingresos	S/132,677.28			
VAN Egresos	S/95,372.85			
B/C	1.39			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

se tiene que por cada S/ 1.00 invertido se tiene una ganancia de S/ 0.39. siendo la propuesta factible para la embotelladora.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDADACIONES

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

1. Se analizó la situación actual de la embotelladora y las causas que ocasionan el incremento de los costos mediante un diagrama de Ishikawa, donde se encontró desabastecimiento de materiales y materiales dado por una compra empírica de productos y por el trabajo empírico del operario, además de retrasos de demanda ocasionada por una producción empírica la cual no contaba con una herramienta de pronóstico de demanda, asimismo se encontró que los operarios usaban incorrectamente las maquinarias dado que desconocían de los manuales de uso, y por último se encontró un aumento de horas extra para lograr cumplir con los pedidos y trabajo empírico por la falta de capacitación al personal.
2. Se determinaron los costos actuales de producción, la materia prima directa, mano de obra, en la cual se encontró un exceso uso de horas extra, y gastos indirectos de fabricación, en la cual se halló un aumento de costos en la compra de materiales, a un precio mayor por ser requerido fuera del tiempo establecido.
3. Se diseñó un modelo matemático en la cual se tiene como objetivo minimizar los costos de producción, inventario, mandar a producir o preparar maquinaria, recursos extra y mandar a pedir recursos extra. No obstante, se logró reducir en un 40% el costo de horas extra con un total de S/ 30,821.00. Asimismo, se tiene una utilización del 26% de horas extra en relación a las horas hombre.
4. se tiene una reducción de S/ 9,829.16 en compra de recursos extra, ya que estos serán incluidos en un requerimiento normal de materiales.
5. Se determinó el beneficio costo de la propuesta, la cual tiene como resultado S/1.39. Lo que quiere decir que por cada S/1.00 invertido se obtiene una ganancia de S/0.39, siendo el modelo de planificación propuesto factible.

4.2. Recomendaciones.

1. se recomienda actualizar los datos utilizados en el modelo de programación lineal, en relación a la demanda y al requerimiento de materiales y sus costos.
2. Se recomienda aumentar la disponibilidad de recursos en un 40% a los materiales que presentan desabastecimiento de materiales.
3. Se recomienda realizar escenarios para determinar las variaciones que se pueden dar en la demanda, a causa de cambios en el mercado, como por ejemplo lluvias en las zonas de sierra y selva (mercado objetivo).
4. Se recomienda disponer de un nuevo almacén, puesto que el número de productos almacenados es demasiado bajo para el almacén con el que cuentan actualmente.

REFERENCIAS.

- AC. (02 de 2020). EBITDA y ventas netas de Arca Continental y Arca Continental Lindley crecieron en el 2019. *ArcaContinental*. Obtenido de ArcaContinental.
- Alzate, P. (2018). *Investigación de operaciones: conceptos fundamentales*. Ediciones de la U.
- ANDI. (2020). *Encuesta de opinión industrial conjunta*. Colombia: Revista A.
- Azahuanche, G., & Pajares, J. (22 de 11 de 2017). *Modelo de planeamiento y programación del abastecimiento de materia prima para la producción del concreto premezclado a través de la programación lineal para incrementar la utilidad en la empresa Elmer Oscar Quintana Guevara S.R.L – La Colpa*. Obtenido de Repositorio Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12042>
- Caicedo, R., Criado, A., & Morales, R. (2019). Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmecánica. *Ebscohost*, 408-419.
- Cieza, V. (2021). *Planeación de la producción aplicando programación lineal para la optimización de costos en la empresa Producciones Nacionales TC. E.I.R.L.* Obtenido de Repositorio Universidad Señor de Sipan: <https://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/8460>
- Coronado, J., Hoz , L., Zapateiro, O., Leyva , J., & Ramos , M. (2020). Modelo programación lineal para minimizar los costos de producción de una empresa de cintas adhesivas. *ResearchGate*.
- Cruz, A. (2018). *Planificación y gestión de la demanda*. IC Editorial.
- Escobar, J., Marceles, J., & Quevedo, D. (2020). Modelo matemático para la programación de la producción en compañías fabricantes de alambres y cables para la construcción. *Ebscohost*, 1-102. Obtenido de <https://web.s.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=5&sid=b64322c3-5889-4924-a222-32695bd3155f%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=144733725&db=zbh>
- Garcia, J. (21 de 4 de 2020). Coca-Cola pierde en abril el 25% de sus ventas globales por la pandemia. *CincoDias* 45.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill educación.
- Hoyos, A. (2017). *Contabilidad de costos I.* . Huancayo: Universidad Continental.
- Ismaila, A., Dorcas, T., & Akeyede, I. (2018). Optimizing Profit in Lace Baking Industry Lafia with Linear Programming Model. *Scientific & Academic Publishing*.
- Izar, J. (2019). *Modelos matemáticos para la toma de decisiones*. Instituto Mexicano de contadores Públicos.
- Jacobs, F., & Chase, R. (2018). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. Mexico: McGraw-Hill.
- Lopez , G., Castro , N., & Guerra, O. (2017). Optimización del plan de Producción: Estudio de caso carpintería de aluminio. *Scielo*.
- Mongrut , E., & Tigre, E. (2021). *Aplicación de la programación lineal en el área de extrusión para optimizar la producción en la empresa Procomsac. Chiclayo - 2019*. Obtenido de Repositorio Universidad Señor de Sipan : <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7906>
- Niño, V. (2019). *Metodología de la investigación diseño, ejecución e informe*. Bogotá: Ediciones de la u.
- Norabuena, Y. (2018). *Mejoramiento de la Planificación de la Producción para Disminuir los Costos en la Empresa Fundo los Paltos*. Obtenido de Repositorio Universidad Cesar Vallejos: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30116>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Oblitas, L. (24 de 11 de 2020). Producción de bebidas no alcohólicas se recuperará en el 2021, pero no al nivel del 2019. *El comercio*.
- OGEIEE. (2020). *Estadística Sectorial*. Obtenido de PRODUCE: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/estadistica-oe/estadistica-sectorial>
- Pereira, I. (29 de 01 de 2021). *Planificación y digitalización: el futuro de la industria en 2021*. Obtenido de Technocio: <https://technocio.com/planificacion-y-digitalizacion-el-futuro-de-la-industria-en-2021/>

Reveles, R. (2017). *Análisis de los elementos del costo*. Mexico: Instituto Mexicano de contadores Públicos.

Steidle, R. (2017). *Modelo de producción robusto con postponement para una línea de embotellado*. Obtenido de Repositorio Pontificia Universidad Católica de Chile: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/21414>

Taha, H. (2017). *Investigación de operación*. Madrid: Pearson.

ANEXOS.

Anexo 01. Resolución de aprobación del proyecto de investigación.



UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

RESOLUCIÓN N°0997-2021/FIAU-USS

Pimentel, 9 de noviembre de 2021

VISTO:

El Acta de reunión N°1001-202102 del Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL remitida mediante oficio N°0216-2021/FIAU-II-USS de fecha 14 de octubre 2021, y;

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con la Ley Universitaria N° 30220 en su artículo 48° que a letra dice: "La investigación constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con especial énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en su propia institución o en redes de investigación nacional o internacional, creadas por las instituciones universitarias públicas o privadas.";

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 21° señala: "Los temas de trabajo de investigación, trabajo académico y tesis son aprobados por el Comité de Investigación y derivados a la Facultad o Escuela de Posgrado, según corresponda, para la emisión de la resolución respectiva. El periodo de vigencia de los mismos será de dos años, a partir de su aprobación. En caso un tema perdiera vigencia, el Comité de Investigación evaluará la ampliación de la misma.

Que, de conformidad con el Reglamento de grados y títulos en su artículo 24° señala: La tesis es un estudio que debe denotar rigurosidad metodológica, originalidad, relevancia social, utilidad teórica y/o práctica en el ámbito de la escuela profesional. Para el grado de doctor se requiere una tesis de máxima rigurosidad académica y de carácter original. Es individual para la obtención de un grado; es individual o en pares para obtener un título profesional. Asimismo, en su artículo 25° señala: "El tema debe responder a alguna de las líneas de investigación institucionales de la USS S.A.C."

Que, según documentos de Vistos el Comité de investigación de la Escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL acuerdan aprobar los temas de las Tesis a cargo de los estudiantes que se detallan en el anexo de la presente Resolución.

Estando a lo expuesto, y en uso de las atribuciones conferidas y de conformidad con las normas y reglamentos vigentes;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°: APROBAR, el tema de la Tesis perteneciente a la línea de investigación de INFRAESTRUCTURA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE, a cargo de los estudiantes del Programa de estudios de INGENIERÍA INDUSTRIAL según se detalla en el anexo de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°: ESTABLECER, que la inscripción del Tema de la Tesis se realice a partir de emitida la presente resolución y tendrá una vigencia de dos (02) años.

ARTÍCULO 3°: DEJAR SIN EFECTO, toda Resolución emitida por la Facultad que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE

 Mg. Victor Alexei Tuesta Montesa
Decano (a) / Facultad De Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

 MBA. Mazia Noelia Sialer Rivera
Secretaría Académica / Facultad de Ingeniería,
Arquitectura y Urbanismo
UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN SAC.

Cc: Interesado, Archivo

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
RESOLUCIÓN N°0997-2021/FIAU-USS

Pimentel, 9 de noviembre de 2021

N°	AUTOR(ES)	TEMA DE TESIS
		REDUCIR LOS ACCIDENTES EN LA EMPRESA VIRGEN DE FATIMA S.R.L. 2021
19	GARNIQUE CASTILLO DIEGO ALONSO	SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA REDUCIR ACCIDENTES EN LA EMPRESA CIVARQ SAC - 2021
20	HUAMANCHUMO LLENQUE RONALD ERINSON ISUSQUI FLORES CARLOS AUGUSTO	PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INDUSTRIALIZACION DEL COCO Y SUS DERIVADOS
21	MESTANZA HIDROGO LUZ DE LOS ANGELES RAMOS CASTILLO KATTIA JAZMIN	GESTION POR PROCESOS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO 2021
22	SANCHEZ LOZADA BRYAN ISIS DEZA DIAZ RODOLFO ADOLFO	PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MOLINENDA
23	ZOEGER CALLE ERIK ANTONIO	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN NORMA ISO 9001:2015 PARA MEJORAR LA GESTIÓN EMPRESARIAL DE LA EMPRESA AGRICOLA PUEMAPE S.A.C
24	VALDEZ PIZARRO LINDA ZARAIT	GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA KSI COMPANY INTERNATIONAL, CHICLAYO-2021
25	PEÑA CORDOVA SAMUEL EDUARDO VELASQUEZ ANGELES CARLOS DEL PIERO	GESTIÓN POR PROCESOS PARA INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DEL BANCO AZTECA EKT BALTA CHICLAYO
26	CHAVEZ CABRERA JHOSELINE MILAGROS	ESTUDIO ERGONÓMICO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS ELÉCTRICOS, CHICLAYO 2021
27	CARRANZA SAMAME RENATO FELIPE PISCOYA REQUEJO WENDY ELIZABETH	APLICACIÓN DEL SISTEMA HACCP PARA MEJORAR LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS EN LA EMPRESA MOLINOS ALDUR S.A.C.
28	CABRERA TISNADO GERARDO JOEL GAMARRA URIARTE YEIMI JAVIER	SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENES PARA DISMINUIR COSTOS LOGÍSTICOS EN LA EMPRESA R&M BIOCONSTRUCCIONES S.A.C.- CHICLAYO 2021
29	RAMOS MARIÑOS CRISTIAN DANIEL YAMO CLAVO KAREN NOEMI	APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS, CHICLAYO 2021
30	FERNANDEZ TORRES CHRISTIAN ANDRES GAMERO CHIROQUE JOSE JOEL	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE
31	LLONTOP BELLODAS MIGUEL ANGEL LIZANA RODRIGUEZ NANCY YANET	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN LA NORMA ISO 45001 PARA REDUCIR ACCIDENTES Y ENFERMEDADES LABORALES EN LA EMPRESA TALLER CASAS S.A.C.
32	ISERN PAZ JAVIER ALONSO	PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE UN CARRITO DE COMPRAS INTELIGENTE PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE ESPERA EN LA COAL DE MAKRO-CHICLAYO
33	SANTAMARIA BALDERA CLARA VICTORIA SAMAME JIMENEZ MIGUEL ANGEL	REDUCCIÓN DE COSTOS EN LA EMPRESA SIRIUS ALFA ICM E.I.R.L.- CHICLAYO, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN LOGÍSTICA
34	BAQUEDANO CRUZ CRISPINIANO SEGUNDO ESPINOZA ROJAS ERICO VIRGILIO	GESTIÓN LOGÍSTICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DE BEBIDAS GASIFICADAS
35	BURGA CRUZADO ANGIE FAVIOLA PIZARRO ARAGON LEIDY NAOMI	DISEÑO DE UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA INCREMENTAR LA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
RESOLUCIÓN N°0997-2021/FIAU-USS

Pimentel, 9 de noviembre de 2021

ANEXO

N°	AUTOR(ES)	TEMA DE TESIS
1	ALVAREZ JIMENEZ KEVIN ORLANDO PEREZ NIETO HILDER	GESTION DE INVENTARIOS PARA INCREMENTAR LA SATISFACCIÓN DEL SERVICIO AL CLIENTE, CHICLAYO - 2021
2	ATOCHE ORELLANA EDUARDO HUMBERTO ESPINOZA PISCOYA JOSE GRACIANO	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.
3	CABRERA MONTESTRUQUE JOSE FRANCISCO NEYRA JIMENEZ YOHANA IBET	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL MOLINO COLPA EIRL ADAPTADO A LA NORMA ISO 45001 PARA REDUCIR LOS RIESGOS Y ACCIDENTES LABORALES
4	CALDERON GAONA PEDRO JHONATAN SALAZAR VERGARA LIZETH DEL ROCIO	GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ALMACÉN EN UNA EMPRESA DEL PRODUCCIÓN DE AZÚCAR
5	CAMPOS LLACSAHUANGA ELIZABETH MONTEZA IZQUIERDO YOFFER ALVIN	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS MASTER GROUP S.A.C
6	DELGADO JULON VICTOR RICARDO	DISEÑO DE UN MODELO DE INVENTARIO PARA REDUCIR LOS COSTOS DE ALMACENAMIENTO EN LA COMERCIALIZADORA MI AMAZONAS
7	ROJAS CUBAS KARINA ISABELLA VARGAS VALDERA LEONOR ISABEL	GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL EN LAMBAYEQUE 2021
8	ROJAS ESPEJO JANNYNA DEL CARMEN	SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, SEGÚN NORMA ISO 45001 PARA REDUCIR ACCIDENTES LABORALES EN LA EMPRESA M.R.M. INDUSTRIES S.R.L.
9	SILVA TAICA NEICER	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MAQUINAS EN LA EMPRESA SEIN S.A.C
10	TENORIO OLIVERA KIARA MIRELLA	MODELO DE MEJORA CONTINUA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA DESTILERIA MI KATHYA EN EL DISTRITO DE CHANCAY BAÑOS
11	ABAD PALOMINO VICTOR MANUEL SALAS QUISPE PATRICIA ALEJANDRA	LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA EMBOTELLADORA UCEDA S.A.C. CHICLAYO - 2021
12	BARDALES ALVAREZ CLAUDIA ALEXANDRA ROSABEL FARFAN HURTADO TAIS ANTHONY	MODELO DE GESTIÓN BASADO EN LEAN LOGISTICS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ALMACÉN DE LA EMPRESA ARDEGAS EIRL
13	BENDEZU AQUIJE ELIZETH KARELL LLONTOP SIESQUEN RAUL	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO BASADO EN LA LEY 29783 PARA REDUCIR LOS RIESGOS LABORALES EN LA EMPRESA HEMERCOL EIRL
14	CASTRO GUEVARA ARIADNA BRISET CESPEDES ESCOBEDO BERNARDO JOEL	GESTIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.
15	COLONIA LEON CESAR AUGUSTO VARGAS TUYRO JOEL JONNATHAN	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AVILA COMERCIAL SRL LIMA 2021
16	ESPINOZA GARCIA HERNANDO JESUS MEL SANDOVAL JHAN CARLOS	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MB RENTING SA, LIMA-2021
17	GALVEZ TORRES BREINER EDINSON ORTIZ MELENDEZ NILTON DANIEL JORGE	ESTUDIO DEL TRABAJO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN DE HILOS DE LA EMPRESA ROYAL KNIT S.A.C - LIMA, 2021
18	GARCIA MEDINA HERBERT	PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL PARA

Anexo 02. Carta de aceptación de la institución para la recolección de datos.

YAM DANY INVERSIONES S R L
FABRICACIÓN Y VENTA DE BEBIDAS GASEOSAS, NÉCTARES Y CÍTRICOS – COMPRA VENTA DE INSUMOS

AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 8 de noviembre de 2021.

Quien suscribe:

Sr. VICTOR FERNANDEZ JULCA
GERENTE GENERAL – YAM DANY INVERSIONES S.R.L.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.**

Por el presente, el que suscribe, señor **VICTOR FERNANDEZ JULCA** gerente general de la empresa: **YAM DANY INVERSIONES S.R.L.**, AUTORIZO a los alumnos: **EDUARDO HUMBERTO ATOCHE ORELLANA** con DNI N° 76008065 Y **JOSÉ GRACIANO ESPINOZA PISCOYA** con DNI N° 73654115, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, y autores del trabajo de investigación denominado: **PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021**, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de pregrado, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

YAM DANY INVERSIONES S.R.L.
Victor Fernandez Julca
Victor Fernandez Julca
GERENTE GENERAL

VICTOR FERNANDEZ JULCA: DNI N° 17400302
GERENTE GENERAL

252587

fresyglud@hotmail.com

San Antonio 2119

Anexo 03. Instrumentos de recolección de datos, con su respectiva validación de los instrumentos.

GUÍA DE ENTREVISTA

I. DATOS GENERALES:

Entrevistado:		Cargo:	Cargo:		
Lugar:		Fecha:		Hora:	

II. OBJETIVO:

Identificar la situación actual de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L. con respecto a su planificación de la producción.

I. PREGUNTAS

1. ¿La embotelladora cuenta con un proceso de planificación de la producción y previsión de la demanda?
2. ¿La embotelladora considera que presenta problemas en el cumplimiento de satisfacción de la demanda?
3. ¿La embotelladora busca reducir sus costos de producción? ¿Conoce algún método de optimización?
4. ¿Conoce usted sobre programación lineal y los beneficios que esta genera?
5. ¿La embotelladora tiene determinada la capacidad máxima de producción para elaborar cada una de sus presentaciones al mes?
6. ¿La embotelladora realiza capacitaciones al personal?
7. ¿La embotelladora cuenta con un sistema de inventario?
8. ¿La embotelladora está utilizando sus recursos adecuadamente?

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Rivasplata Sánchez Absalón.

Grado Académico: Magister.

Cargo e Institución: Docente Tiempo Parcial.

Autor del instrumento: Guía de entrevista.

Nombre del instrumento a validar: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscocya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20): 17

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 02.10.2021

Firma: 

Colegiatura: 163595

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Grentz Adriazola Reynaldo Abel.

Grado Académico: Ingeniero Industrial.

Cargo e Institución: Asistente SAP de planificación — Agrolmos S.A.

Autor del instrumento: Guía de entrevista.

Nombre del instrumento a validar: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscoya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				19
Organización	Existe una organizacionlógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				19
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20): 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 21.10.2022

Firma: 
REYNALDO ABEL GRENTZ ADRIAZOLA
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiatura: REG. CIP N° 287743

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Armas Zabaleta Jose Manuel

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente de la escuela de ingeniería industrial USS.

Autor del instrumento: Guía De Entrevista

Nombre del instrumento a validar: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscocya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				19
Organización	Existe una organizacionlógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				19
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20): 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 02.10.2021

Firma: 
.....
Jose Manuel Armas Zabaleta
.....
R. CIP. N° 221101

Colegiatura: 221101

CUESTIONARIO

OBJETIVO: conocer y analizar los factores que afectan la planificación de la producción.

INSTRUCCIONES: Responda con sinceridad cada una de las preguntas, marcando con una (X) sólo una de las opciones, teniendo en cuenta que:

1. Totalmente en desacuerdo
2. En desacuerdo
3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
4. De acuerdo
5. Totalmente de acuerdo

N°	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿La embotelladora cuenta con un proceso de planificación de la producción?					
2	¿La embotelladora cumple con los requerimientos de la demanda en el tiempo establecido?					
3	¿La embotelladora utiliza adecuadamente sus recursos?					
4	¿La embotelladora realiza oportunamente el requerimiento de sus materiales?					
5	¿Cree que la falta de disponibilidad de recursos afecta en la eficiencia del proceso productivo?					
6	¿se realizan paradas de producción en la embotelladora?					
7	¿Cree usted que la falta de capacitación afecta el cumplimiento de la demanda en los tiempos establecidos?					
8	¿cree usted que es importante hacer un seguimiento a las entradas y salidas de los materiales en almacén?					
9	¿Cuenta usted con los manuales de funcionamiento de la maquinaria?					
10	¿Cuenta la embotelladora con un plan de mantenimiento?					

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Grentz Adriaola Reynaldo Abel.

Grado Académico: Ingeniero Industrial.

Cargo e Institución: Asistente SAP de planificación — Agrolmos S.A.

Autor del instrumento: Encuesta.

Nombre del instrumento a validar: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscocya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				18
Organización	Existe una organizacionlógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				18
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20): 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): Muy bueno

Observaciones

.....
.....

Fecha: 21.10.2022

Firma: 
REYNALDO ABEL GRENTZ ADRIAZOLA
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiatura: REG. CIP N° 287743

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Rivasplata Sánchez Absalón

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente Tiempo Parcial

Autor del instrumento: Guía De Encuesta

Nombre del instrumento a validar: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscocya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la producción utilizando programación lineal para minimizar los costos de la embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				18
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				18
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20): 18

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): Muy bueno

Observaciones

.....

Fecha: 02.10.2021

Firma:



Colegiatura: 163595

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Vidauro Carpio Incio

Grado Académico: Ingeniero Industrial

Cargo e Institución: Docente

Nombre del instrumento a validar: Guía de encuesta

Autor del instrumento: Atoche Orellana Eduardo Humberto y Espinoza Piscocya José Graciano.

Título del Proyecto de Tesis: Planificación de la Producción utilizando Programación Lineal para minimizar los costos de la Embotelladora Yam Dany Inversiones S.R.L, Chiclayo 2021.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				18
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				17
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ...17...

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno): ...Muy bueno...

Observaciones

Fecha:

Firma:

Colegiatura:


 Vidauro Carpio Incio
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 72214
 ITSE 0590

Anexo 04. Otros anexos que considere conveniente.

```
RELIABILITY
/VARIABLES=VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006 VAR00007 V
AR00008 VAR00009 VAR00010
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA.
```

Análisis de fiabilidad

[Conjunto_de_datos0]

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	11	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	11	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,737	10

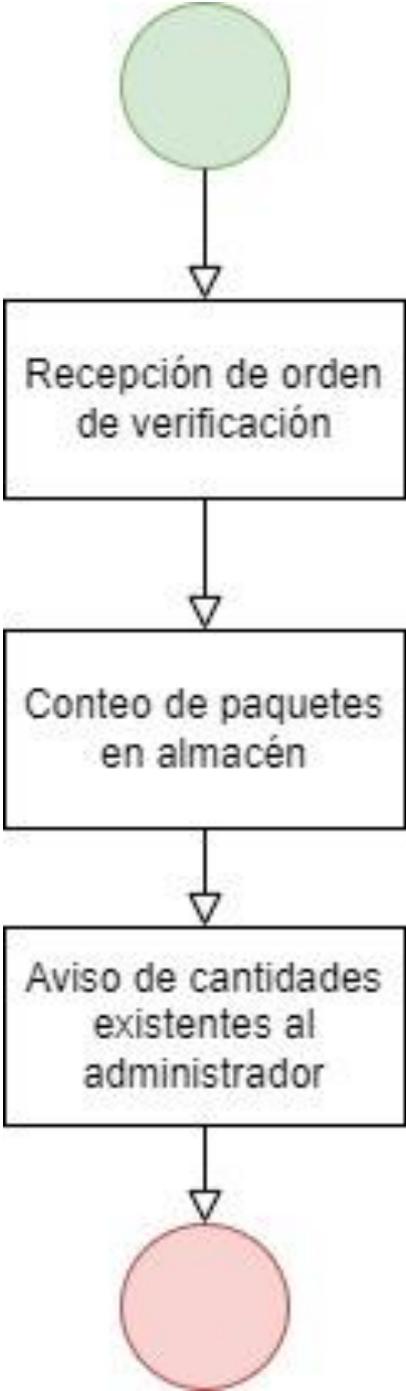
GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTARIO.

Título de la investigación:
PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MINIMIZAR LOS COSTOS DE LA EMBOTELLADORA YAM DANY INVERSIONES S.R.L, CHICLAYO 2021.

Variables	Dependiente: Minimización de costos	Historial de costos de materia prima
		Historial de costos de materia indirecta
		Historial de costos de mano de obra
		Historial de costos de hora extras
		Historial de costos de mano de obra indirecta
		Historial de costos de inventario
		Historial de costos de servicios básicos
	Independiente: Planificación de la producción	Historial de ventas
		Historial de requerimiento de materiales

Anexo: 06

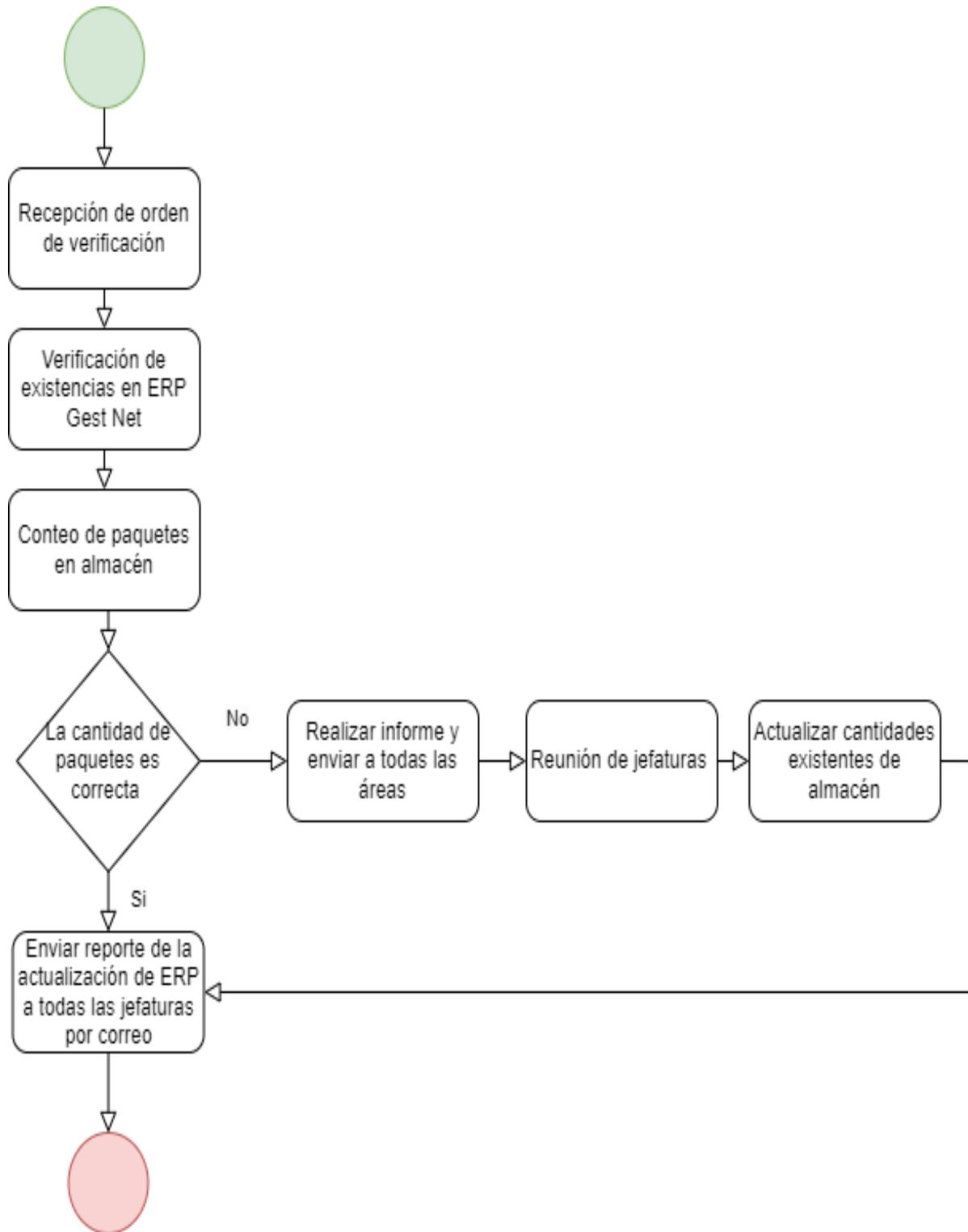
Diagrama actual del proceso de control de inventario.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo: 07

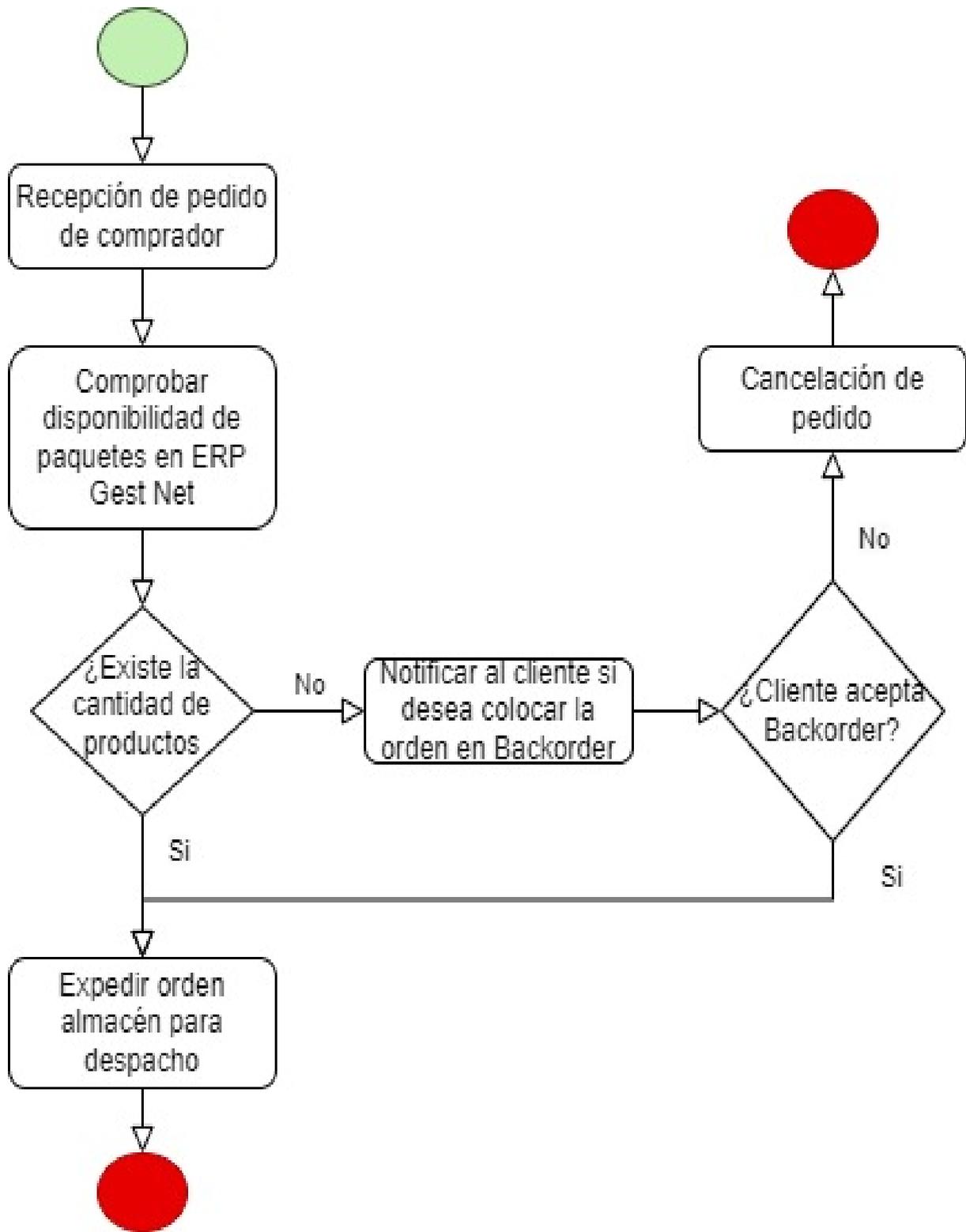
Diagrama propuesto de control de inventario actual incluyendo el ERP.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo: 08

Diagrama propuesto de proceso de venta.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 09. Determinación del % de costos de almacén.

Costo de Personal		
Actividad	Administración	Almacén
ALMACENAMIENTO		
Min. Dedicados/día	187	358

Análisis del costo de personal		
Actividad	Administración	Almacén
Sueldo promedio/mes	S/. 1,500	S/. 1,076
Sueldo promedio/año	S/. 18,000	S/. 12,912
Tiempo Dedicado (Hrs/año)	748	1432
% de Tiempo dedicado	38.96%	74.58%

Min. Trab./día	480
Hrs. Trab./día	8
Nro. Días /Sem	6
Nro. Sem/Año	40
Total Hrs./año	1920

Puestos/Año	Administración	almacén
2021	1	1

% uso	30%	% Tiempo dedicado equipo de computo
-------	-----	-------------------------------------

Análisis de Otros Recursos	
Horas laborales / Año	2021
Útiles de oficina (Papel, lapiceros, etc)	S/. 80.00
Equipos de cómputo	S/. 360.00
Telefonía móvil y fija	S/. 0.00
Estanterías (depreciación)	S/. 0.00
Internet	S/. 0.00
Subtotal	S/. 440.00

Espacio	
Valor alquiler al mes S/.	S/. 1,000.00

Costos de Almacenamiento Anual	
Descripción	2021
Personal	S/. 16,642.70
Otros Recursos	S/. 440.00
Espacio	S/. 12,000.00
Seguridad Nocturna	S/. 0.00
Costo de personal y servicios	S/. 29,082.70

TASA del Costo de Almacenamiento por existencia en Soles	
Costo total de almacenamiento al año	S/. 29,082.70
Total de existencias en el almacén al año	S/. 1,195,347.85
%	2.4%

TASA del Costo de Almacenamiento por m2	
Costo total de almacenamiento al año	S/. 29,082.70
Area de Almacén m2	400
Costo por m2 al año	S/. 72.71

Presentación	Costo unitario	Costo de mantener inventario por porcentaje	Costo de inventario
Glud Kola 450 ml	S/ 5.6	2.40%	S/0.13
Cordial 500 ml	S/ 6.4		S/0.15
Fresy kola 1500 ml	S/ 6.8		S/0.16
Glud Kola 3200 ml	S/ 12		S/0.29

Anexo 10. Determinación del % de costos de mandar a pedir.

Actividad	Administrador	Gerente General
Min dedicados / día	130	23

Análisis del costo de personal		
Actividad	Administrador	Gerente General
Sueldo (promedio/mes)	1500	1076
Sueldo (promedio/año)	18000	12912
Tiempo dedicado (hrs/año)	504	88
% Tiempo dedicado	26.25%	4.58%

Año / Puesto	Administrador	Gerente Adm.
2021	1	1

% Uso	32%
--------------	------------

Análisis de otros recursos	
Horas laborales / año	2021
Útiles de oficina	S/. 100.00
Equipos de cómputo	S/. 800.00
Telefonía móvil y fija	S/. 840.00
Internet	S/. 192.00
Subtotal	S/. 1,932.00

Costo de Pedido anual	
Año	2021
Personal	S/. 5,316.80
Otros recursos	S/. 1,932.00
Total	S/. 7,248.80

Costo de Pedido por Pedido	
Cantidad de pedidos	288
Costo de Pedido anual	S/. 7,248.80
costo por pedido	S/. 25.23

31/2019
Correo: victor.fernandez.julca - Outlook

Calle Daniel Velez 142 (paralela
contra 7 Av. Huaylas) - Lima -
Lima - Chorrillos
Fijo: 01 286 - 7832
RPO: 981 885 441
Email:
anvip.peru@hotmail.com

Anvip Perú
ANVIP PERU S.R.L. S.A.

R.U.C. 20345465929
FACTURA ELECTRONICA
Nro. F010 - 321

FECHA DE EMISION : 20/05/2019

NRO. RUC : 20601438969
CLIENTE : INVERSIONES EL NORTE Y SUS SABORES E.I.R.L.
DIRECCION : CSN ANTONIO Nº2149 INO SN LORENZO LAMBAYEQUE - CHICLAYO
GUJA REMISION : 14512 FORMA DE PAGO : CONTADO DEP BCP VENDEDOR :

CODIGO	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	CANTIDAD	Unid. Med.	PRECIO UNITARIO	VALOR DE VENTA
100246	ETIQ AUTODH TRANSPARENTE 1 CM X 1.3 CM C/D FECHA	60.00	MILL	1.90	114.00

OP. GRAVADA : US\$ 114.00
I.G.V. 18 % : US\$ 20.52
IMPORTE TOTAL : US\$ 134.52

SON : CIENTO TREINTA Y CUATRO CON 52/100 DOLARES AMERICANOS

g3CCL=20345465929#001=



" GRACIAS POR SU PREFERENCIA "

Adminis
Powered by Informat System
(01) 558 9948 - 992 265 022

Autorizado para ser emitido electrónico mediante Resolución de Superintendencia Nº 155-2017/SUNAT
Representación impresa del Comprobante de Pago Electrónico
Consulte y/o descargue su comprobante electrónico en www.sunat.gob.pe o solicítelo al correo : anvip.peru@hotmail.com

Miércoles 3-4-19

1) Anglica : 50 pag 520x12 (2.19) = 580
20 pag 1500x26 (9.1)

2) Sa. Diag : 50 pag 520x12 = 350

3) Sa. Diagn Deposito : 2103.75
5 M. de bot 1/4

Jueves 4-4-19

1) P. de J. de : 150 pag 400x12 = 945

2) Sa. Diag : 300 pag 400x12 = 640

3) M. de J. : 300 pag 400x12 = 1890

4) M. de J. de : Selección
6 bot de bot 625.70 =
3,000 bot. Bancarios

Viernes 5-4-19

1) M. de J. : 150 pag 520x12 = 1050

Sábado 6-4-19

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1400

Domingo 8-4-19

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 sábado

1) M. de J. : 150 pag 520x12 = 1050

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 domingo

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 lunes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 martes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 miércoles

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 jueves

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 viernes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 sábado

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 domingo

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 lunes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 martes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 miércoles

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 jueves

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 viernes

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 sábado

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920

11-11-18 domingo

1) M. de J. : 200 pag 400x12 = 1280

2) Sa. Fla. : Selección
300 pag 400x12 = 1920