

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Mejora del proceso productivo de café en una tostaduría mediante teoría de restricciones para aumentar el nivel de servicio

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

AUTOR

Jose Simon Torres Facundo

ASESOR

Marcos Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-003-4741-0122>

Chiclayo, 2022

**Mejora del proceso productivo de café en una tostadería mediante
teoría de restricciones para aumentar el nivel de servicio**

PRESENTADA POR
Jose Simon Torres Facundo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Sonia Mirtha Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
SECRETARIO

Marcos Gregorio Baca Lopez
VOCAL

Dedicatoria

A Dios quien es mi principal guía y me acompaña durante todos mis logros profesionales y personales. A mi familia, por darme todo su apoyo incondicional y fuerzas necesarias para cumplir con mis metas.

Agradecimientos

Mi agradecimiento principalmente es a Dios, quien es mi fortaleza y guía para forjarme por el camino correcto. Agradezco a mis padres y hermanos quienes me han apoyado en todo momento y siempre confiaron en mi durante todo el desarrollo de la presente investigación.

Muchas gracias a cada uno de los docentes de la universidad que me brindaron sus conocimientos y apoyaron a superarme cada día con sus enseñanzas.

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

9%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

congreso.investiga.fca.unam.mx

Fuente de Internet

<1%

5

www.monografias.com

Fuente de Internet

<1%

6

redcol.minciencias.gov.co

Fuente de Internet

<1%

7

revistas.utp.ac.pa

Fuente de Internet

<1%

8

revistas.ucc.edu.co

Fuente de Internet

<1%

9

doku.pub

Fuente de Internet

<1%

Índice

Resumen	8
Abstract	9
I. Introducción	10
II. Marco teórico	11
Antecedentes	11
Bases teóricas	13
III. Metodología	16
IV. Resultados	17
V. Discusión	27
VI. Conclusiones	29
VII. Recomendaciones	30
VIII. Referencias	31
IX. Anexos	34

Lista de tablas

Tabla 1. Ventas año 2018-2021	17
Tabla 2. Tiempo promedio de las actividades	18
Tabla 3. Producción esperada 2020-2021	19
Tabla 4. Resumen de indicadores	21
Tabla 5. Identificación de problemas y sus propuestas de solución	21
Tabla 6. Matriz para realizar valoración	22
Tabla 7. Herramientas y sus beneficios	23
Tabla 8. Tiempos estándar	23
Tabla 9. Proyección de la demanda 2021-2022	24
Tabla 10. Actividades por cada operario	24
Tabla 11. Actividades por cada operario	25
Tabla 12. Nuevos indicadores de la propuesta	26
Tabla 13. Costos de producción	27
Tabla 14. Flujo de caja	27

Lista de figuras

Figura 1. Representación de operarios y etapas	25
--	----

Resumen

En la empresa de café Picorana se identificaron los principales problemas y se analizaron los indicadores mediante los cuales se pudo realizar un diagnóstico del área de producción de la empresa, con ello se tuvo que su nivel de servicio había representado únicamente un 78%, eso se debía a que la empresa tenía rotura de stock ya que no podía atender todos los pedidos; sumado a ello había un 17% de actividades improductivas, sus ingresos no percibidos eran de S/ 811 755, la eficiencia del proceso de 50% y por ende su colchón de capacidad de 50%, así como una eficiencia económica de 1,28 y una eficiencia física de 88%; por ello para dar solución al problema principal se propusieron las herramientas de Teoría de Restricciones, dentro de lo que también se incluyó la estandarización de tiempos, balance de línea y además igualar las ventas, concluyéndose finalmente que con las mejoras planteadas se aumentó el nivel de servicio, se redujeron las actividades improductivas, se aumentó la eficiencia física hasta un 100% con el aumento de la productividad a 10 bolsas por operario y además un aumento de la eficiencia económica hasta un 1,8; se redujo el colchón de capacidad y la eficiencia del proceso aumentó hasta el 100% representada por la producción máxima de 320 bolsas de café. Con ello finalmente se desarrolló el análisis de viabilidad económica donde se obtuvo que la propuesta era viable pues por cada sol que se invertiría en la propuesta se obtendría una ganancia de S/ 4,70. De esta forma se logró realizar la mejora del proceso productivo.

Palabras claves: mejora, envasado, café, eficiencia

Abstract

In the Picorana coffee company, the main problems were identified and the indicators were analyzed through which a diagnosis of the company's production area could be made, with this it was found that its service level had represented only 78%, that was It was due to the fact that the company was out of stock since it could not fulfill all the orders; In addition to this, there was 17% of unproductive activities, their income not received was S / 811 755, the efficiency of the process of 50% and therefore its capacity buffer of 50%, as well as an economic efficiency of 1,28 and a physical efficiency of 88%; For this reason, to solve the main problem, the Theory of Constraints tools were proposed, within which the standardization of times, line balance and also equalizing sales were also included, finally concluding that with the proposed improvements the level of service, unproductive activities were reduced, physical efficiency was increased up to 100% with an increase in productivity to 10 bags per operator and also an increase in economic efficiency up to 1,8; The capacity cushion was reduced and the efficiency of the process increased to 100% represented by the maximum production of 320 bags of coffee. With this, the economic feasibility analysis was finally developed, where it was obtained that the proposal was viable because for each sol that would be invested in the proposal, a profit of S / 4,70 would be obtained. In this way, the improvement of the production process was achieved.

Keywords: improvement, packaging, coffee, efficiency

I. Introducción

Cuando se mencionaba al ámbito de los negocios, se hablaba sobre los beneficios que una empresa obtenía, ello se relacionaba con la producción, los costos y el precio de venta podían variar y de esa misma forma modificaban los ingresos, de esa forma la maximización del beneficio era el objetivo económico que las empresas buscaban [1].

Según Herrera [2] hizo referencia a que la velocidad con la que se debían tomar las decisiones en una empresa para la mejora de su proceso productivo, era crucial ya que ello les permitió poder atender su demanda en el tiempo permisible y con un menor costo, era por esa razón que todas las organizaciones buscaban adaptarse mediante un proceso de mejora continua que se relacionaba a las tendencias presentes, de esa forma se lograba aumentar la productividad y competitividad a la que aspiraban las empresas.

De ello, según Morales [3] decía que la planeación de la producción era la base fundamental para las empresas, ello debido a que les permitía conocer las necesidades de los clientes, poder satisfacerlas y con ello podían aumentar su productividad.

Asimismo, las empresas presentaban un déficit de cumplimiento de la demanda, el cual no era posible de detectar, por ello se proponían el desarrollo de la teoría de restricciones para conocer su cuello de botella y posteriormente actuaran en él, en base a esos análisis se buscaba la mejor solución para incrementar el desempeño de todo el sistema [4].

Era de esa forma que entró en contexto el conocimiento de la situación mundial del proceso productivo del café, con miras a ver una oportunidad de crecimiento para las empresas que lo producían, de esa forma según la ICO (International Coffee Organization) en el año 2021 los mayores importadores de café en el mundo fueron los países integrados por la UE (Unión Europea), de esa forma se demostró que la demanda del café había aumentado, siendo los países con mayor demanda después de la UE: USA, Japón, Rusia, Canadá, Corea del Sur, Arabia Saudita, Turquía y Ucrania [5]. Además, se sabía que el mayor exportador durante la campaña de 2020/2021 el mayor exportador fue Brasil con 41 millones de sacos, seguido por Vietnam, Colombia e Indonesia [6].

Es así como en la tostadería se identificó que la empresa tenía un nivel de servicio de solamente 78%, y una pérdida económica de 22% porque no se satisfacía la demanda, ello debido a que solamente producía 188 unidades, de tal forma que se generaban ingresos no percibidos por un monto total de S/811 755,00; esa producción estaba relacionada con el cuello de botella que se encontraba en la etapa de envasado de café, el cual representaba un total de 255,75min; además de ello se logró identificar que para la elaboración del café de 250g se

presentaba un porcentaje de 17% de actividades improductivas, por otro lado la empresa recibía pedidos todos los días y se requería que su producción sea de 391 unidades diarias, sin embargo no se tenía la producción adecuada; con ello se concluyó que tomando en cuenta que la empresa tenía una capacidad real de 188 bolsas y una capacidad efectiva con el cuello de botella, se determinó que la eficiencia de la planta fue de 50%, pero resulta muy baja; finalmente se realizó el cálculo de la eficiencia económica, con lo que se determinó que la empresa por cada sol que invertía solo ganaba S/ 0,28, cuando el promedio de la eficiencia económica de las empresas del sector era de 47%.

Por lo antes mencionado, se formuló el siguiente problema de investigación ¿De qué manera influye en el nivel de servicio la mejora del proceso productivo de café en una tostadería mediante la Teoría de Restricciones? Y por ello se planteó como objetivo general mejorar el proceso productivo de café en una tostadería para aumentar el nivel de servicio, asimismo tres objetivos específicos: diagnosticar el área de producción de la empresa, seleccionar las herramientas de TOC necesarias para la mejora del proceso productivo de la empresa y finalmente analizar la viabilidad económica de la propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa.

Se justifica la presente investigación por la parte aplicativa porque el desarrollo de la misma permitirá obtener un equilibrio en la producción de la empresa para que pueda satisfacer la demanda y aumentar su producción, ello llevará a la empresa a obtener mayores ingresos. Por la parte académica porque permitirá aplicar herramientas de ingeniería aprendidas como son la teoría de restricciones (TOC).

II. Marco Teórico

Antecedentes

Según Pravin y Nachiket [17] en su investigación presentaron la problemática que las empresas cafetaleras en Costa Rica no habían evaluado la forma de la mejora de los procesos productivos de envasado de café, por ello se registraban desechos de más de 30% por lote de producción, retrasos en las entregas de los productos, más del 60% de tiempos improductivos en sus líneas de producción, ante ello se planteó como solución la evaluación de metodologías Lean, la estandarización de tiempos y un balance de líneas, por ello primero se desarrolló la identificación del cuello de botella en las etapas de procesamiento de café, una vez identificado ello se realizó una toma de tiempos y la estandarización de todo el proceso, con ello se logró determinar con exactitud los tiempos adecuados para cada etapa de producción del café, con ello se obtuvo una línea balanceada, dando como resultado una reducción del 80% de

actividades improductivas, la reducción de los desechos en un total del 50%, además de un aumento de la producción en las empresas.

En su investigación Vinicus, *et al.* [18] señaló que uno de los principales problemas en el sector cafetero de Costa Rica se mostraba claramente en el proceso de elaboración del café, pues ello muchas veces había significado un aumento considerable de los costos de producción, generando de esa forma pérdidas en el sector de hasta \$ 750 600, y una demanda no atendida del 70% que había afectado al sector cafetalero, en la investigación mencionan que los costos elevados por producir habían afectado la eficiencia económica del sector, tal era el caso que al invertir 1\$ se obtenía por debajo del margen de ganancias estimado, pues solo representaba el 10% de la inversión, ante ello propusieron usar herramientas Lean que permitieran la integración de todos los factores de la cadena productiva de café, siguiendo los pasos para una mejora, habiéndose propuesto primero la identificación de las restricciones en el proceso, que para ese caso fue el cuello de botella que reducía el porcentaje de producción, luego de ello se propuso actuar frente al cuello de botella realizando mejoras como el uso de estandarización de los procesos que les permitieran sacar un estimado de demora de producción del proceso de café para que se sepa cuánto se producía exactamente en un determinado periodo de tiempo, finalmente se determinó que luego de identificar las restricciones del proceso y aplicar primeramente una estandarización de tiempos se logró aumentar la producción en un 60%, así como también la reducción de pérdidas económicas en un 80% y un aumento de la eficiencia económica del 80%, de forma tal que le permitió al sector obtener las ganancias adecuadas.

Byoungsoo [19] en su investigación señaló que había una problemática en las cadenas productoras de café, pues mostraban déficit de producción y solo se lograba tener un nivel de servicio del 80% al público objetivo, ello representaba una productividad de mano de obra por debajo del 60% estimado, esto había afectado la percepción del cliente, ante ello lo que se propuso fue realizar un análisis de Teoría de Restricciones del sistema, para ello se convocó a 238 estudiantes que acudían a las tostaderías a comprar café, luego de analizarlos se determinó que el cuello de botella se encontraba en la etapa de tostado de café; se propuso realizar un balance de línea que les permitiera asignarle la cantidad de operarios adecuado a dicha etapa para reducir el cuello de botella, se realizó una estandarización de tiempos para sincerarlos; posterior a ello una subordinación del sistema que indicaba la necesidad de designar operarios en la entrega de productos al aumentar la producción, se logró disminuir el tiempo del cuello de botella y con ello la productividad de mano de obra aumentó un 20%, el nivel de servicio aumentó hasta un 96%, los tiempos quedaron estandarizados y la línea balanceada.

Según Tesfaye y Abera [20] en su investigación mencionaron la problemática del sector del café en 4 zonas de su región, cuya principal restricción se ubicaba en la logística del café, ello mostró un déficit en las entregas del producto que afectó notablemente a la productividad del sector que solo era de 0,56; asimismo la industria presentaba una baja producción pues solo se lograba satisfacer un 55% de la demanda real, es decir se presentaba una eficiencia de solamente el 65% de la capacidad de producción del sector cafetalero, ante ello plantearon como solución un análisis de Teoría de Restricciones, un análisis de la cadena de valor del café, una producción más limpia y la instalación de procedimientos de manufactura, obteniéndose como resultado un aumento de la producción en un 50%, incrementándose de esa forma la eficiencia de la cadena hasta un 96%, debido a que su producción aumentó y se pudo satisfacer la demanda, además de la instalación de procedimientos seguros, eso les permitió a las empresas tener sostenibilidad y sustentabilidad.

Giraldo, Niño y Vianchá [21] mostraron una problemática de fincas productoras de café en Colombia, donde señalaron que no había un estudio que brindara las herramientas o resultados necesarios para saber si los procesos, proveedores, entradas salidas y el cliente estaban unificados en la cadena de producción de café, por ello se demostró que no habían procesos estandarizados y ello generaba retrasos en la producción que trajeron pérdidas de más de \$780 567, por ello plantearon la realización de una estandarización, un control de los procesos, la capacitación de los operarios, el mantenimiento de las máquinas y mejora de los métodos del trabajo que les permitieran acortar distancias que fueron lo que más se identificó que requerían la mayor parte del tiempo empleado en la producción, ante ello se obtuvo como resultado la reducción del 60% de pérdidas y un aumento de la producción, además de una disminución del impacto del medio ambiente por posibles desechos generados en la producción de café.

Bases teóricas

Según López, *et al.* [7] la Teoría de Restricciones determinaba el mejoramiento continuo de un proceso en base a optimizar las acciones de los sistemas de gestión de las organizaciones. Para López, *et al.* [7] la restricción era el elemento que impedía a las empresas alcanzar sus objetivos, implementando como meta el impulso para que el sistema lograra una apariencia constante; esa teoría fue establecida por el físico Goldratt en la que analizaba la lógica de la física a la ejecución de una propuesta de mejora para organizaciones productivas. Más adelante, sus conceptos fueron desarrollados en todas las organizaciones con fines de lucro obteniendo como resultado a futuro que en los últimos años TOC ha sido implementado en organizaciones sin fines de lucro como los hospitales y colegios por sus óptimos resultados.

En base a López, *et al.* [7] para lograr desarrollar la mejora de un proceso empleando Teoría de Restricciones se daban bajo el modelo de restricciones físicas empleando las siguientes etapas: La primera etapa conllevaba el análisis y la identificación de las restricciones, de esa forma se fijaba el máximo desempeño posible en el proceso; la segunda etapa involucraba la explotación de la restricción haciendo trabajar la restricción con el mayor tiempo variable para aumentar su rendimiento, es decir enfocarse en que llegara a ser lo más eficiente posible; la tercera etapa era subordinar los elementos restantes al funcionamiento de la restricción con el fin de obtener un desempeño eficiente ya que estaba en relación al ritmo de trabajo; la cuarta etapa era elevar la restricción y para concluir, empezar nuevamente, de esa forma se identificará y explotará la siguiente restricción hasta obtener una mejora continua.

Según Silva & Morales [8] eficiencia económica en los procesos productivos era la determinación del importe económico como resultado de los procesos que ejecutaban las empresas. Las dimensiones del valor económico en los procesos productivos según J. Silva & R. Morales [8] mostraba la siguiente característica: rendimiento de los activos actuales sin la necesidad de ejercer o añadir una inversión; estableciendo de esa forma un producto óptimo para que se pueda obtener el máximo de la utilidad con respecto al uso máximo de la capacidad de la planta.

Era necesario aclarar que ese cambio no abarcaba las mejoras que se conocían comúnmente, si bien se genera una disminución del costo esto no es debido a las estrategias de reducir costos, al contrario, se debía a la aplicación de una estrategia que genera volver a pensar la forma de desarrollar los procesos haciendo uso óptimo de los recursos que tenía. El incremento en la eficiencia del proceso productivo les iba a permitir responder con eficiencia a la demanda del mercado implicado de forma directa en el ciclo económico y la reducción del tiempo de ciclo. Lo que presentaba un beneficio que era directo de ingresos generados y en la reducción del capital de trabajo solicitado para la operación en función a los menores niveles de deuda, reducción de gastos de financiación y a los mayores niveles de ventas daban como consecuencia un impacto en las utilidades netas.

También se hacía evidente conocer la eficiencia económica o eficiencia global que involucraba utilizar de manera racional los recursos para aprovechar los potenciales existentes, de esa manera nos indicaba el costo de cada técnica en la producción. La eficiencia económica abarca 2 dimensiones: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. Esta eficiencia se calcula relacionando el total de ingresos sobre el total de inversiones de dicha venta [9].

El nivel de servicio indica la calidad del flujo con el que se satisface a los clientes, lograr un alto nivel de servicio involucra un desarrollo logístico de alto grado en cada fase de la

producción del servicio, por lo que está relacionado directamente con la eficiencia y con el grado de adquisición de insumos para satisfacer la demanda [10]. Luego el estudio de trabajo que consiste en la combinación de los estudios de los métodos y técnicas de la medición del trabajo, las cuales son útiles para analizar el desarrollo del trabajo humano, así como el estudio de los factores que afectan la eficiencia, esto con la finalidad de mejorar la producción con la misma cantidad de recursos, pero con poca inyección de capital [11] e involucra:

Estudio de métodos que permite separar y fraccionar las tareas en operaciones para poder comprender de una manera más sencilla y clara, cómo se está realizando y así poder establecer mejoras o nuevos métodos de operaciones en todos los procesos de su realización [12]. Estudio de tiempos que representa una dimensión en el estudio del trabajo, en donde se mide y analiza cada subproceso para poder determinar qué parte demanda de más tiempo muerto por parte del trabajador, de esa manera poder corregirlo y aumentar la eficiencia [13]. Tiempo estándar que le denomina al tiempo que se requiere para que un trabajador capacitado, de tipo medio, el cual desarrolla su labor a un ritmo normal, ejecute la operación según el esquema metodológico establecido. Este tiempo se puede calcular multiplicando el tiempo normal por la unidad sumada al porcentaje de los suplementos [14].

Diagrama de operaciones que consiste en la representación gráfica del proceso desde el ingreso de materiales, de esa manera permite estudiar e inspeccionar las operaciones más importantes y cómo se relacionan entre sí, teniendo como objetivo analizar cada fase del proceso para poder mejorar el uso y distribución de materiales, lo que llevaría a disminuir las demoras y eliminar el tiempo innecesario. Diagrama de análisis de operaciones: es una representación muy detallada mediante gráficos de la secuencia de actividades que ocurren durante un procedimiento, así tenemos que dentro de una industria son: operación, inspección, transporte, demora, almacenaje y actividad combinada. Su importancia radica en que nos ayuda a manifestar costos no detectados [15], la eficiencia física que se establece entre el total de la materia prima que existe en la producción total que se obtiene y la cantidad de insumos o materia prima que se ha empleado. En el mundo físico, tiende a tener un valor menor o igual que 1.

Se definió a la capacidad, que se refiere a la posibilidad de obtener la máxima producción o conversión para desarrollar el proceso con las herramientas disponibles en un sistema industrial, luego se tiene la capacidad proyectada o diseñada que es la tasa máxima de producción de un determinado proceso para la cual se establece el diseño de los productos [16].

Capacidad efectiva que representa la taza que se debería producir, estaba determinada como la división del tiempo trabajado menos el mantenimiento preventivo entre el promedio

de tiempo de fabricar una unidad. Asimismo, la capacidad real que representa la producción que se logra por el proceso que era determinada como la división del tiempo trabajado al mes o año menor el mantenimiento preventivo menos el tiempo inactivo entre el promedio de tiempo de fabricar una unidad, y finalmente la utilización que es lo que realmente se utiliza en la planta [16] que era la división de la producción real entre la capacidad de diseño.

III. Metodología

La investigación según el análisis y alcance de los resultados era de tipo cuantitativa y de carácter transversal debido a que se calcularon indicadores para determinar el comportamiento de las variables, según el nivel de orientación era una investigación aplicada. Así mismo según el diseño de investigación era de tipo no experimental ya que se observaron y midieron las variables de acuerdo a los indicadores sin manipularlas.

Para llevar a cabo el primer objetivo que fue diagnosticar el área de producción de la empresa se realizó una entrevista con el gerente, en esa entrevista el gerente brindó la data histórica de la empresa de ventas y compras las cuales fueron obtenidos de los archivos de la empresa, información de los trabajadores, información de los productos; además se usó el libro de “Estudio del trabajo” [16], del cual se citaron las fórmulas necesarias para que en contraste con la información que la empresa brindó se calcularon los indicadores que la empresa tenía en ese momento. Asimismo, se realizó un diagrama de recorrido de la empresa en el que se identificaron los puestos de trabajo; se desarrolló un diagrama de análisis del proceso (DAP) y un diagrama de operaciones (DOP) para identificar las etapas del proceso productivo de la empresa.

Para seleccionar las herramientas de TOC necesarias, se realizó una matriz de valorización, así se identificaron las herramientas más adecuadas para la investigación, luego de ello se siguieron los 5 pasos de TOC: el primer paso que fue identificar la operación cuello de botella, posterior a ello el segundo paso que fue explotar la restricción donde con ello primero se realizó una estandarización de las actividades del proceso y se emplearon las tablas de Westinghouse de donde se tomaron en cuenta el número de observaciones necesarias, los suplementos y la valorización de los factores. Posterior a ello se realizó el balance de línea para lo cual fue necesario usar la proyección de demanda mediante el método de regresión lineal y finalmente el balanceo de la línea de producción; el tercer paso fue subordinar la restricción; por consiguiente, el cuarto paso que fue subordinar todo el sistema a la decisión anterior; seguido de elevar la restricción y finalmente identificar una nueva restricción.

Para desarrollar el tercer objetivo se realizó una cotización con los proveedores para evaluar el costo de la propuesta, obteniéndose además los nuevos ingresos mediante las tablas de

ingresos y egresos, consolidándose en un flujo de caja en el cual se tomaron en cuenta todos los datos antes obtenidos.

IV. Resultados

Diagnóstico del área de producción de la empresa

Para el desarrollo de la investigación se propuso en estudio a la tostadería Picorana que contaba con 5 operarios distribuidos en la etapa de envasado del café, la empresa se dedicaba a la producción de 3 tipos de café: Picorana Blend 84 puntos en tasa. Picorana de 87 puntos en tasa, productor: Gilmer Córdova, variedad: Caturra y Picorana edición limitada 89 puntos en tasa, productor: Christian Lavan, variedad: Geisha.

Para la investigación se propuso centrarse en el producto Picorana edición limitada 89 puntos en tasa, esto debido a que tal y como se observó en la tabla 1 era el más vendido en la empresa:

Tabla 1. Ventas año 2018-2021

Tipo	Presentación	Total Ventas			
		2018	2019	2020	2021*
Picorana Blend 83	250 g	S/212 550,00	S/203 840,00	S/191 700,00	S/34 500,00
	500 g	S/253 800,00	S/234 900,00	S/120 000,00	S/81 000,00
Picorana 87	250 g	S/299 000,00	S/291 410,00	S/217 500,00	S/57 500,00
	500 g	S/352 500,00	S/340 750,00	S/250 000,00	S/60 000,00
Picorana edición limitada 89	250 g	S/1 775 900,00	S/1 954 350,00	S/1 922 850,00	S/923 850,00

Fuente: Elaboración propia * (solo 4 meses)

Como se pudo observar en la tabla 1, el producto que más se vendía en la empresa era el Picorana edición limitada 89.

Asimismo, se determinó la descripción de proceso de envasado del café para el que se seguían los siguientes pasos, primero la inspección de los kg de café en donde el café entraba a la empresa en sacos que almacenaban la cantidad requerida, de esa forma debía esperar para ser procesado, por ello se realizaba la inspección de los sacos para verificar que se encontrara en óptimas condiciones; luego se daba el transporte a tostador donde una vez verificado que el café se encontraba en las condiciones adecuadas se procedía a realizar su transporte hacia la tostadería y se daba la carga a tostador, en esa etapa, la empresa contaba con un tostador y llenador, una máquina que es 2 en 1 y que ayudaba a la empresa a realizar el tostado del producto; posteriormente se hacía la selección de tiempo de tostado en la cual de acuerdo a la calidad del café la empresa seleccionaba el tiempo de tostado que se requiere; se llevaba luego el tostado de café donde el operario verificaba de forma constante que se tueste de forma homogénea y pudiera posteriormente ser llenado en bolsas; se daba el llenado de bolsas de café con el café una vez tostado se procedía a llenar el café en bolsas de 250g, sin embargo, al no ser exacto se debía proceder al pesado posterior y por ello una vez inspeccionado, la bolsa de

café era trasladada a la zona de pesado; se procedía a pesar el café en las balanzas respectivas para que se corroborase que el peso era el indicado y pudiera procederse al rotulado realizándose una breve inspección para asegurarse que el peso era exacto, procediéndose a llevarlo a la zona del sellado, en esa zona se sellaba el café mediante un sellador en caliente para asegurar que el producto no se contaminara, se transportaba a la zona de rotulado, en la cual se colocaba la descripción del producto en la bolsa, el tipo de café, la hora de envasado, el productor y todo lo que respectaba a la información que se requería y finalmente cuando el café ya se encontraba rotulado, se hacía su transporte a almacén donde esperaba a ser vendido.

Luego se realizaron mediciones para poder determinar el tiempo promedio del tiempo de envasado del café y se usó como referencia a Niebel y Firevalds [27] quienes mencionan que cuando el tiempo del proceso excede los 40 min, entonces se deben realizar 3 mediciones:

Tabla 2. Tiempo promedio de las actividades

Actividades		Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio	Tiempo (min)
Envasado	Inspección de kg de café	4,87	5,14	5,00	5,00	255,75
	Transporte a tostador	3,00	4,05	3,04	3,36	
	Carga de tostador	7,00	6,54	7,00	6,85	
	Selección de tiempo de tostado	1,00	1,02	1,02	1,01	
	Tostado de café	60,00	59,87	59,00	59,62	
	Llenado de bolsas de café	180,00	180,70	179,00	179,90	
Pesado	Transporte a pesado	30,00	29,40	30,50	29,97	113,50
	Pesado de café	60,00	60,30	58,50	59,60	
	Inspección de peso exacto	20,00	22,40	29,40	23,93	
Sellado	Transporte a sellado	11,00	11,44	11,50	11,31	39,76
	Sellado de bolsas de 250g de café 89 puntos	28,59	27,89	28,85	28,44	
Rotulado	Transporte a rotulado	15,00	19,90	15,30	16,73	53,53
	Rotulado de bolsas	20,00	21,40	19,00	20,13	
	Transporte a almacén	15,00	16,00	19,00	16,67	
Promedio		455,46	466,05	466,11	462,54	462,54

Fuente: Elaboración propia

Y se realizó un DAP y un DOP ya teniendo los tiempos promedios de las actividades del proceso, para más detalle ver anexo 01.

Con los diagramas de operaciones y de análisis del proceso se calcularon los porcentajes de las actividades improductivas para los cuales se tomaron los transportes, dado que en este proceso no había demoras, no se consideró y arrojó un porcentaje del 17%; y finalmente las tareas improductivas para las cuales se consideraron las operaciones que agregaban valor al producto obteniéndose un 83%.

El resumen de indicadores se realizó primero con el cálculo de la producción esperada, donde para poder determinar la producción que se deseaba obtener de la empresa se realizó una tabla donde se detallaron los pedidos que la empresa recibió en unidades de bolsas de 250g de café, con los cuales se determinó tomar el pedido más alto para poder determinar la producción

esperada en la empresa de haber cumplido completamente la demanda de los clientes, es por ello que se tuvo:

Tabla 3. Producción esperada 2020-2021

Meses	Unidades pedidas	Días trabajados	Producción necesaria
Enero	7560	20	378
Febrero	6740	20	337
Marzo	850	10	85
Abril	0	0	0
Mayo	0	0	0
Junio	0	0	0
Julio	7990	22	363
Agosto	7890	21	376
Setiembre	7560	22	344
Octubre	8600	22	391
Noviembre	5670	21	270
Diciembre	5679	23	247
Enero	5100	20	255
Febrero	6050	20	303
Marzo	5110	24	213
Abril	6500	22	295

Fuente: Elaboración propia

*Durante los meses de abril, mayo y junio se observan valores en 0 debido a que por pandemia la empresa no trabajó

Siguiendo con los cálculos de indicadores, la producción esperada que se esperaba que diariamente se produjeran 391 bolsas de café de 250g para que se pudiera satisfacer la demanda de los clientes, ante ello se determinó el cálculo del takt time esperado que fue un total de 1,23 min/unidad, es decir era necesario que la empresa produjera a ese ritmo.

Para poder realizar el cálculo de la producción real se determinó realizar un cuadro donde se mostró lo que realmente producía la empresa actualmente en forma promedio, a partir de ahí se calculó si se estaba por debajo de la producción esperada, teniéndose que de acuerdo a la producción real que presentó la empresa, la producción promedio debió ser de 188 unidades al día, con ello se obtuvo su takt time que era 2,56 min/unidad.

A partir de lo calculado se pudo observar que la capacidad real y la capacidad esperada diferían, y por lo tanto se pudo deducir que la empresa tenía pérdidas por ingresos no percibidos debido a que no cumplía con lo que el cliente requería:

Con lo observado en la empresa, habían pedidos que esta no podía atender y que representaron pérdidas importantes como era S/811 755; es por ello que se determinó el nivel de servicio de la empresa que era un 78%, sin embargo, Ferrin [22] mencionó que para que una empresa tenga óptimas condiciones, su nivel de servicio debía ser superior a 95%, entonces como se observó, era necesario que la empresa incrementara su nivel de servicio.

Entonces se propuso el cálculo de las pérdidas económicas por pedidos no atendidos, que estaban dadas por el porcentaje de pedidos que no se atendían en relación a aquellos que se

atendían para determinar en forma porcentual cuánto de la demanda no se pudo atender, teniéndose un porcentaje total de 22% como pérdida económica por pedidos no atendidos.

Para poder determinar la capacidad de producción real de la empresa se tomó como referencia al promedio de bolsas de café que se producían al día, es por ello que se tuvo que el promedio eran 188 bolsas de 250g y por lo tanto se determinó que esa la capacidad de producción. La capacidad efectiva era un indicador que se calculó tomando en cuenta el cuello de botella del proceso, que era la etapa de envasado que tenía un total de 255,75 min por cada lote de 200 bolsas de café, entonces se tuvo que el tiempo de ciclo era 1,3 min/bolsa y por lo tanto la capacidad efectiva era de 375 bolsas/día.

Con la capacidad de producción real y la capacidad efectiva se calculó que la utilización de la planta en el envasado de café de 250g era de un 50%, con lo cual se podía decir entonces que la empresa solo utilizaba un 50% de la capacidad total de su planta y por eso se tenía un colchón de capacidad que permitió conocer cuál era el porcentaje que la empresa no estaba utilizando para la producción, ese porcentaje era del 50%.

La productividad de MO estaba dada por la capacidad de producción real, el número de operarios y la cantidad de horas que se trabajaba al día, teniéndose que cada operario producía en promedio 4,7 bolsas de café de 250g por hora, con un total de 20% de productividad de mano de obra; sin embargo, en el Perú, para empresas productoras lo último que se marcó fue una productividad de 50% [23]. Entonces se tuvo que la eficiencia física era de 88%, lo que quería decir que durante el envasado de café se perdía 12% entre el deshidratado que sufría el café en el tostador y algunos desechos, ya que según [24] mencionaba que el café en el proceso de tueste podía llegar a perder hasta un 16% de su peso.

Finalmente se calculó la eficiencia económica, donde se tuvieron en cuenta los costos de los materiales que se incurrían al momento del envasado que eran primordialmente las bolsas y plumones para el rotulado, se determinaron otros costos como el costo de kg de café que era de S/30,00; además del costo de mano de obra para el cual se sabía que se les pagaba S/930,00 a cada operario, eran 5 operarios y trabajaban 24 días al mes con una producción estimada de 188 unidades, obteniéndose que la eficiencia de la producción era de 1,28; esto quería decir que la empresa por cada sol que invertía solo ganaba S/0,28; cuando según [25] mencionaba que la eficiencia económica promedio de las empresas del sector era en promedio 47%.

En la siguiente tabla se mostró un resumen de los indicadores del proceso que se obtuvo del proceso de elaboración de café de la empresa Picorana. De forma general se analizó la producción de los meses de enero de 2020 a abril del 2021, por ello se identificó que:

Tabla 4. Resumen de indicadores

Resumen de los indicadores	
Indicadores	Valor
Actividades productivas	83%
Actividades improductivas	17%
Takt time real	2,56 min/unidad
Ingresos no percibidos	S/811 755,00
Nivel de servicio	78%
% Pérdida económica por pedidos no atendidos	22%
Capacidad de producción real	188 bolsas de 250g
Capacidad efectiva	375 bolsas/día
Eficiencia del proceso	50%
Colchón de capacidad	50%
Productividad MO	4,7 bolsas
Eficiencia física	88%
Eficiencia económica	1,28

Fuente. Elaboración propia

Selección de las herramientas de TOC necesarias para la mejora del proceso productivo de la empresa

Para llevar a cabo la selección de las herramientas de TOC necesarias se identificaron los problemas y se dieron propuestas de solución:

Tabla 5. Identificación de problemas y sus propuestas de solución

Nº	Problemas	Causas posibles	Pérdidas económicas	Propuesta de solución
1	Tiempos improductivos en la línea de envasado	Tiempos no estandarizados	S/811 755,00	Estandarización
		Variación en los tiempos por etapa		Balance de línea
2	Pedidos no atendidos	Bajo rendimiento de la capacidad de planta	S/811 755,00	Teoría de Restricciones
		Incumplimiento de la producción que el cliente demanda		

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 5, los tiempos improductivos se debían a que los tiempos en cada una de las etapas para la producción de café eran diferentes, era por ello que se generaban demoras en el proceso tal y como se demostró en los diagramas que se presentaron, de esa forma se pudo comprobar que la distribución de los puestos de trabajo no era correcta, pues como se mostró en el DAP, las bolsas de café esperaban a ser llenadas durante la etapa de envasado y ello generaba tiempos improductivos tal y como se mostró anteriormente, por lo tanto se planteó como propuesta lograr una reducción significativa de los tiempos improductivos que se encontraban en la etapa de envasado, de esa forma se lograría equilibrar el tiempo del Takt time y poder realizar el balance adecuado que permitiera determinar la cantidad de operarios necesarios para desarrollar cada una de las actividades y su correcta asignación de materia prima u otros.

Picorana no se encontraba en la capacidad de poder satisfacer toda la demanda ya que no contaba con la producción necesaria para realizarlo, ello se debía a que había tiempos que eran improductivos y por lo tanto generaban que el nivel de servicio fuera de solo 78% y su utilización de planta de solo el 50%, entonces se propuso que se aplicaran los pasos de la Teoría de Restricciones que fueron determinados en la teoría, de esa forma la empresa Picorana podría satisfacer su demanda en un 100% y podrían incrementar las ganancias realizando las modificaciones necesarias. De otra forma como señalaba la Teoría de Restricciones era necesario conocer la restricción para que esa sea explotada y posteriormente mostrar una mejora dentro de todo el proceso, pues se le debían asignar la materia prima u otros necesarios para que lleve a cabo sus actividades sin afectar al resto de las actividades.

Es así como primero se planteó la realización de una matriz de valorización donde se entrevistaron a 4 operarios de los 5 que laboraban y se plantearon criterios, los cuales fueron: aumentar la producción (A), disminuir los tiempos improductivos presentes (B), precisar los recursos suficientes (C) y administrar las restricciones presentes (D)

Posterior a la evaluación de los 4 puntos mostrados se asignó un puntaje para cada una de las combinaciones, de la siguiente forma: igual importancia (1), un poco más importante (2) y gran importancia (5).

Tabla 6. Matriz para realizar valoración

	A	B	C	D	Total	Total (%)
A		2	2	1	5	36%
B	0,5		2	1	3,5	25%
C	0,5	0,5		0,5	1,5	11%
D	1	1	2		4	29%
Total					14	100%

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la matriz [16], se determinó que el criterio que tenía mayor relevancia era el de aumentar la producción y se le asignó 36%.

Posteriormente, una vez de haberse determinado el porcentaje de importancia de las 4 premisas presentadas, se realizó una tabla 7 en la cual se colocaron las herramientas propuestas y además a cada una de ellas se le asignaron sus beneficios al aplicarlas, por consiguiente con cada uno de ellos se hizo un cruce de evaluación entre las 3 herramientas que se mencionaron y cada uno de los criterios que se plantearon en la propuesta, asimismo, posteriormente a ello se realizó la multiplicación de los números y se concluyó que la herramienta más viable era TOC con 42%.

Tabla 7. Herramientas y sus beneficios

Herramientas	Relación con la empresa	
Teoría de restricciones	Aumentar los beneficios de la empresa	sí
	Es sencillo pues no hace falta reestructurar	sí
	Elimina actividades que no agregan valor	sí
	Disminuye los tiempos de reparto	sí
	Identifica las restricciones y las elimina	sí
	Permite incrementar la utilización de la planta	sí
	Plantea una eficiencia total	sí
Balance de línea	Determinar la carga de trabajo porcentualmente	sí
	Repartir de forma igualitaria la carga de trabajo	sí
	Disminuir los costos de producir el café	sí
	Determinar el cuello de botella del proceso	sí
	Permitir equilibrar el tiempo de las actividades	sí
	Calcular de forma exacta las estaciones	sí
Trabajo estandarizado	Conocer el desempeño de los operarios.	sí
	Disminuir los costes	sí
	Se obtiene un balance en la etapa de envasado	sí
	Cuantificar la cantidad exacta de recursos a emplear	sí
	Calcular la cantidad de operarios	sí

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se determinó que el desarrollo de TOC sería el más adecuado, por ello primero se identificaron las restricciones del sistema: la restricción que era más importante en el proceso productivo se identificó en la línea de envasado, pues había existencia excesiva de tiempos improductivos, ello se pudo determinar luego de realizar el DAP y DOP que se plantearon en el diagnóstico y un nivel de servicio de 78% debido a que no se atendía la demanda de forma oportuna.

Como segundo paso se explotó la restricción, realizándose primero una estandarización de tiempos que partió por un registro de tiempos que fue obtenido del diagnóstico y que luego fueron necesarios para determinar el cálculo de los tiempos normales, en donde se formularon los factores de evaluación de los operarios.

Con los tiempos normales se tuvo los tiempos estándar en función a los suplementos que se consideraron y se concluyó que serían:

Tabla 8. Tiempos estándar

Etapa	Tiempo Promedio	Tiempo normal	Suplemento	Tiempo estándar
Envasado	255,74	268,76	16%	273,36
Pesado	113,5	127,34	14%	136,76
Sellado	39,75	46,905	14%	53,47
Rotulado	53,53	25,65	14%	29,24

Fuente: Elaboración Propia

Para el balance de línea se determinó el registro de la demanda de bolsas de café y finalmente se proyectó la demanda para los próximos 5 años mediante la regresión lineal, además de calcularse que el coeficiente de correlación era de 0,92 lo que señaló que había una correlación positiva en la demanda de café. Ver anexo 2.

Tabla 9. Proyección de la demanda 2021-2022

Año	Cantidad	Proyección día
2021	45461	146
2022	46779	150
2023	48098	154
2024	49416	158
2025	50735	163

Fuente: Elaboración Propia

Se desarrolló el balance de línea y se tomó la demanda del último año porque se buscaba cumplir con lo solicitado:

Se determinó que el ritmo de producir o takt time debía ser de 2,94 min/unidad para cumplir con la demanda y con ello se sabía que los puestos de trabajo necesarios serían 2 y además que el tiempo de flujo equilibrado sería 140,7min por lo que al desarrollar el balance de línea se debía tener en cuenta las actividades predecesoras de cada actividad para luego procederse a hacer un ordenamiento de las etapas en función al cuello de botella que venía a ser la etapa de envasado de la empresa sabiéndose que el lote de producción era de 200 bolsas.

Se determinó el número de operarios que se necesitarán con la implementación de la mejora, por ello se tuvo que serían de 4 operarios.

Luego de ello se procedió a distribuir a los operarios en función al flujo equilibrado que se propuso, quedando de la siguiente forma:

Tabla 10. Actividades por cada operario

	Tiempo de ciclo (3min)	
	1,5	1,5
Operario A	Etapa 1	Etapa 1
Operario B	Etapa 1	Etapa 1
Operario C	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4
Operario D	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4

Fuente: Elaboración propia

Al calcularse el número de operarios se concluyó que la distribución de los operarios sería en función a los tiempos que se tenían en el cuello de botella, ello con la finalidad de evitar que el operario tuviera excesiva carga de trabajo y así se determinó que el porcentaje de carga de trabajo era baja por cada operario con un porcentaje de 37% como mínimo y de 46% como máximo.

Entonces se planteó el desarrollo de un DOP y DAP nuevos, los cuales contarán con las actividades y sus tiempos de acuerdo con la estandarización del proceso. Ver Anexo 3.

Partiendo de ello se realizó el nuevo cálculo de las actividades improductivas, ese indicador se tomaron los transportes, dado que en ese proceso no había demoras, no se consideró, por lo tanto, se obtuvo un 8% y un total de 92% de actividades productivas pues se consideraron las operaciones que agregaban valor al producto.

La tercera etapa de TOC era subordinar todo el sistema a la restricción anterior, entonces esta etapa de la teoría de restricciones se realizó cuando una vez evaluada la etapa que restringe el proceso productivo, luego de realizar una evaluación pertinente se lograron mejoras en dicha actividad, entonces se procede a evaluar todas las demás etapas o recursos, de forma tal que dichos cambios no afecten al resto de las operaciones. En el caso de la tostaduría, la empresa cuenta con el espacio suficiente de almacenamiento ya que sus instalaciones eran amplias.

Para el cuarto paso que era elevar la restricción se determinó que se dará si no se logra disolver la restricción que se encontró al inicio, para ese caso, el operario que sobraba deberá ser incluido en las operaciones, ello debido a que se encuentra con contrato en la empresa, por lo tanto, puede apoyar a los demás operarios en caso lo requieran, para ese fin se le colocará en la etapa más demandante de tiempo, garantizándose así un proceso continuo y una carga de trabajo menor para cada uno de los operarios.

Tabla 11. Actividades por cada operario

	Tiempo de ciclo (6min/bolsa)			
	1,5	1,5	1,5	1,5
Operario A	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1
Operario B	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1
Operario C	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4
Operario D	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4	Etapa 2,3y4
Operario E	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1	Etapa 1

Fuente: Elaboración propia

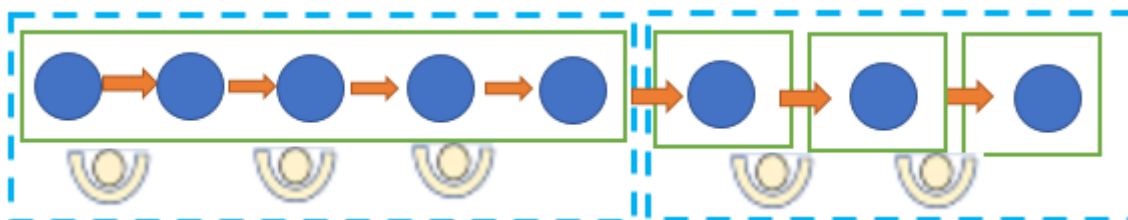


Figura 1. Representación de operarios y etapas

Fuente: Elaboración propia

Para lo cual se tendría una carga equilibrada de mínimo 30% y de un máximo de 37%. Así se determinó que el porcentaje de carga de trabajo sería baja por cada operario.

El quinto paso se dará luego de desarrollar los pasos pertinentes, entonces se pudo evidenciar que la demanda que se proyectó era inferior a lo que la empresa luego de las mejoras iba a poder producir y por ello entonces será necesario que la empresa busque otro canal de ventas como un e-commerce para evitar tener demasiado stock de bolsas de café.

Finalmente se calcularon los nuevos indicadores teniéndose que la restricción del proceso de producción de café era el cuello de botella, posteriormente luego de equilibrarlo, tenía un tiempo de 1,5 minutos por bolsa por etapa, entonces se pudo decir que la producción teórica que debía tener la línea de envasado en función al tiempo equilibrado era de 320 bolsas por día.

Ahora se tendrá que su producción real será de 320 bolsas por día, que en comparación con los indicadores del diagnóstico ha aumentado, por lo tanto, la eficiencia de la línea será de 100%, por consiguiente, la etapa de envasado de bolsas de café tendrá un colchón de la capacidad igual a 0% y la nueva productividad será de en promedio 10 bolsas al día.

Se realizó la comparación de los indicadores en el diagnóstico y los de la propuesta:

Tabla 12. Nuevos indicadores con la propuesta

Resumen de los indicadores				
Indicadores	Valor actual		Valor propuesto	%logro
Actividades productivas	83%		92%	Aumentó en 9%
Actividades improductivas	17%		8%	Disminuyó en 9%
Ingresos no percibidos	S/811 755,00		S/ 32 470,2	Disminuyó en 96%
Nivel de servicio	78%		96%	Aumentó en 18%
% Pérdida económica por pedidos no atendidos	22%		4%	Disminuyó en 18%
Capacidad de producción real	188 bolsas de 250g		320 bolsas de 250g	Aumentó en 70%
Eficiencia del proceso	50%		100%	Aumentó en 50%
Colchón de capacidad	50%		0%	Disminuyó 100%
Productividad MO	4,7 bolsas		10 bolsas	Aumentó en 112%
Eficiencia física	88%		100%	Aumentó en 12%
Eficiencia económica	1,28		1,8	Aumentó en 40%

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de la viabilidad económica de la propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa

Para que los operarios pudieran llevar a cabo la aplicación de TOC en la tostaduría se planteó la capacitación en el proceso productivo del café de la tostaduría, ello con la finalidad de que conocieran con exactitud los pasos que debían seguir.

Asimismo, para la investigación se tomó el producto que tenía más ventas durante el periodo estudiado, por lo tanto, en base a la eficiencia económica que se propuso y a los costos de producción del café que se calcularon, se determinó que el precio de venta sería de S/ 63,05. Luego se determinaron los ingresos por año y los egresos, para estos últimos se tomaron como referencia los costos directos e indirectos y se tuvo como resumen:

Tabla 13. Costos de Producción

Costos	2021	2022	2023	2024	2025
Materiales directos	S/ 340 957,50	S/ 350 842,50	S/ 360 735,00	S/ 370 620,00	S/ 380 512,50
Materiales indirectos	S/ 115 152,50	S/ 118 447,50	S/ 121 745,00	S/ 125 040,00	S/ 128 337,50
Total	S/ 456 110,00	S/ 469 290,00	S/ 482 480,00	S/ 495 660,00	S/ 508 850,00

Fuente: Elaboración propia

Y finalmente se desarrolló el flujo de caja de la propuesta una vez evaluados los ingresos, egresos e inversiones.

Según la tabla 14, indica que la propuesta es viable, pues por cada sol invertido, la empresa obtendrá como ganancia un total de S/ 4,7.

Tabla 14. Flujo de caja

CONCEPTO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Ingresos					
Ventas	S/ 2 866 497,89	S/ 2 949 603,07	S/ 3 032 771,29	S/ 3 115 876,46	S/ 3 199 044,69
Total ingresos	S/ 2 866 497,89	S/ 2 949 603,07	S/ 3 032 771,29	S/ 3 115 876,46	S/ 3 199 044,69
Egresos					
Costo de producción	S/ 456 110,00	S/ 469 290,00	S/ 482 480,00	S/ 495 660,00	S/ 95 497,73
Costo de mano de obra	S/ 44 640,00	S/ 44 640,00	S/ 44 640,00	S/ 44 640,00	S/ 508 850,00
Total egresos	S/ 500 750,00	S/ 513 930,00	S/ 527 120,00	S/ 540 300,00	S/ 604 347,73
Utilidad operativa	S/ 2 365 757,97	S/ 2 435 673,07	S/ 2 505 651,29	S/ 2 575 576,46	S/ 2 594 696,96
Impuesto a la renta	S/ 709 724,37	S/ 730 701,92	S/ 751 695,39	S/ 772 672,94	S/ 778 409,09
Utilidad después de impuestos	S/ 1 656 023,53	S/ 1 704 971,15	S/ 1 753 955,90	S/ 1 802 903,52	S/ 1 816 287,87
Utilidad acumulada	S/ 1 656 023,53	S/ 3 360 994,67	S/ 5 114 950,58	S/ 6 917 854,10	S/ 8 734 141,98

Fuente: Elaboración propia

V. Discusión

Según [17] en su artículo señalaron que luego de aplicar metodologías Lean, entre ellas lograr realizar una estandarización de tiempos y un balance de línea, lograron reducir sus tiempos de actividades improductivas de hasta el 80% y una reducción del 50% de sus desechos; para la investigación presentada, luego de realizar la estandarización de los tiempos de las etapas en uno de los pasos de la Teoría de Restricciones se propuso la elaboración de un nuevo DAP, donde se identificó que al agrupar las actividades en estaciones y con el número de operarios adecuado se logrará disminuir sus actividades improductivas en un 53%, esto es contrastado con la investigación, pues en ella señala que lograron reducir el 80% de las actividades improductivas, entonces en relación con la misma hay un margen de 27% de diferencia.

En [18] en su investigación demostraron que luego de identificar las restricciones del proceso de producción de café e identificando el cuello de botella de este, se logró estandarizar el proceso, que le permitió tener un aumento en su producción del 60%, un aumento en su eficiencia económica del 80% y una reducción de sus pérdidas económicas del 80%. En la investigación presentada se demostró que luego de aplicar los pasos de la Teoría de Restricciones se logró aumentar la producción de la empresa un 70% más de lo que eran, es decir de 188 bolsas de 250g a 320 bolsas de 250g, ante ello tomando como referencia el artículo mencionado se puede decir que la eficiencia económica de la empresa también aumentará un 80% y sus pérdidas económicas reducirán en 80%, además la eficiencia del proceso aumentó un 100% ya que se producirá lo que realmente se puede producir y por ello su colchón de capacidad se reducirá hasta 0%.

De acuerdo con [19] en su investigación señalaron que luego de realizar un balance de línea de las actividades del proceso, siguiendo los pasos de Teoría de Restricciones que incluía también una subordinación del proceso se logró aumentar en 20% la productividad de mano de obra, aumentar el nivel de servicio hasta el 96% y una línea estandarizada, para la investigación presentada se tomó que luego de realizarse los mismos pasos que en el artículo, se logrará un aumento del nivel de servicio del 96%, es decir sus pérdidas económicas reducirán al 4% del total y por ende sus ingresos no percibidos debido a que la demanda no atendida también se reducirán, además de un aumento de la productividad de mano de obra del 4,7 bolsas a 10 bolsas.

Según [20] en su investigación obtuvieron como resultados luego de aplicar el análisis de Teoría de Restricciones que su producción aumentó un 50%, la eficiencia de la cadena aumentó hasta el 96% y su satisfacción de la demanda aumentó igualmente al incrementarse la producción; como ya se demostró en la investigación presentada en la empresa Picorana, luego de aplicar Teoría de Restricciones se determinó que su producción aumentó un 70% y su satisfacción de demanda también, pues al producirse más entonces la demanda se podría satisfacer.

Como demuestra [21] en su investigación demostraron que luego de estudiar los procesos de producción de café, estandarizar los procesos, brindar capacitación a los operarios, obtuvieron como resultados una reducción del 60% de las pérdidas económicas y un aumento de la producción; en la empresa Picorana se determinó que su producción aumentaría en 70%, además luego de estandarizar los procesos y balancear la línea de producción se tendría una eficiencia física del 100% ya que la carga de los operarios se reduce.

VI. Conclusiones

Se logró mejorar el proceso productivo de café en una tostaduría lográndose una producción de 320 bolsas de 250g de café gracias a la reducción de sus tiempos improductivos en un 9% y un aumento en su productividad de mano de obra en 112% de bolsa más; así se pudo aumentar el nivel de servicio a un 96%, reduciéndose su porcentaje de pedidos no atendidos a solo un 4% y por ende sus ingresos no percibidos se redujeron en S/ 779 284,80.

Se realizó el diagnóstico del área de producción de la empresa, con ello se pudo determinar que la empresa tenía un nivel de servicio de 78% y por ende una rotura de stock de 22%, esto había hecho que la empresa tuviera un total de ingresos no percibidos de S/ 811 755. Las principales causas que habían desencadenado este problema fueron los tiempos no estandarizados con la existencia de actividades improductivas del 17%, una producción de solo 188 bolsas de café que representaban una presencia del 50% de capacidad ociosa en la planta, solo un 88% de eficiencia física, variación en los tiempos por etapa, bajo rendimiento de la capacidad de planta y el incumplimiento de la producción que el cliente demandaba.

Se seleccionaron las herramientas de TOC necesarias para la mejora del proceso productivo de la empresa. Primero se realizó una matriz para determinar las herramientas necesarias para que se llevara a cabo el proyecto, por ello se realizó la teoría de restricciones y se siguieron los pasos que indicaban, asimismo, se realizó una estandarización de los tiempos, balance de línea y se determinó finalmente el ritmo de producción adecuada que debía seguir la empresa mediante la proyección de la demanda, de esa forma podría satisfacer la demanda que tenía en su totalidad. Obteniéndose mejoras en los indicadores, como reducción del 9% de las actividades improductivas, una disminución del 96% de ingresos no percibidos, aumento del 70% de la producción de bolsas, la eficiencia del proceso aumentó en 50% y su capacidad ociosa también se redujo en 100%.

Se analizó la viabilidad económica de la propuesta, es así como se obtuvo que los egresos fueron de S/ 500 750,00 y los ingresos fueron de S/ 2 866 497,89 para el primer año que se realizará la inversión de la propuesta planteada, con lo que se determinó que la empresa ganaría S/ 4,7 por cada sol que invierte y le resultaría viable económicamente a la empresa.

VII. Recomendaciones

Se recomienda para futuras investigaciones apoyarse de nuevas metodologías de diagnóstico que puedan complementar el desarrollo del aprendizaje obtenido en la carrera.

Realizar un seguimiento de las mejoras propuestas, con respecto a los puestos de trabajo planteados y medir el desempeño de los operarios a través de indicadores.

Se recomienda a futuras investigaciones aplicar el uso de POE con el fin de mantener la uniformidad de los procesos.

VIII. Referencias

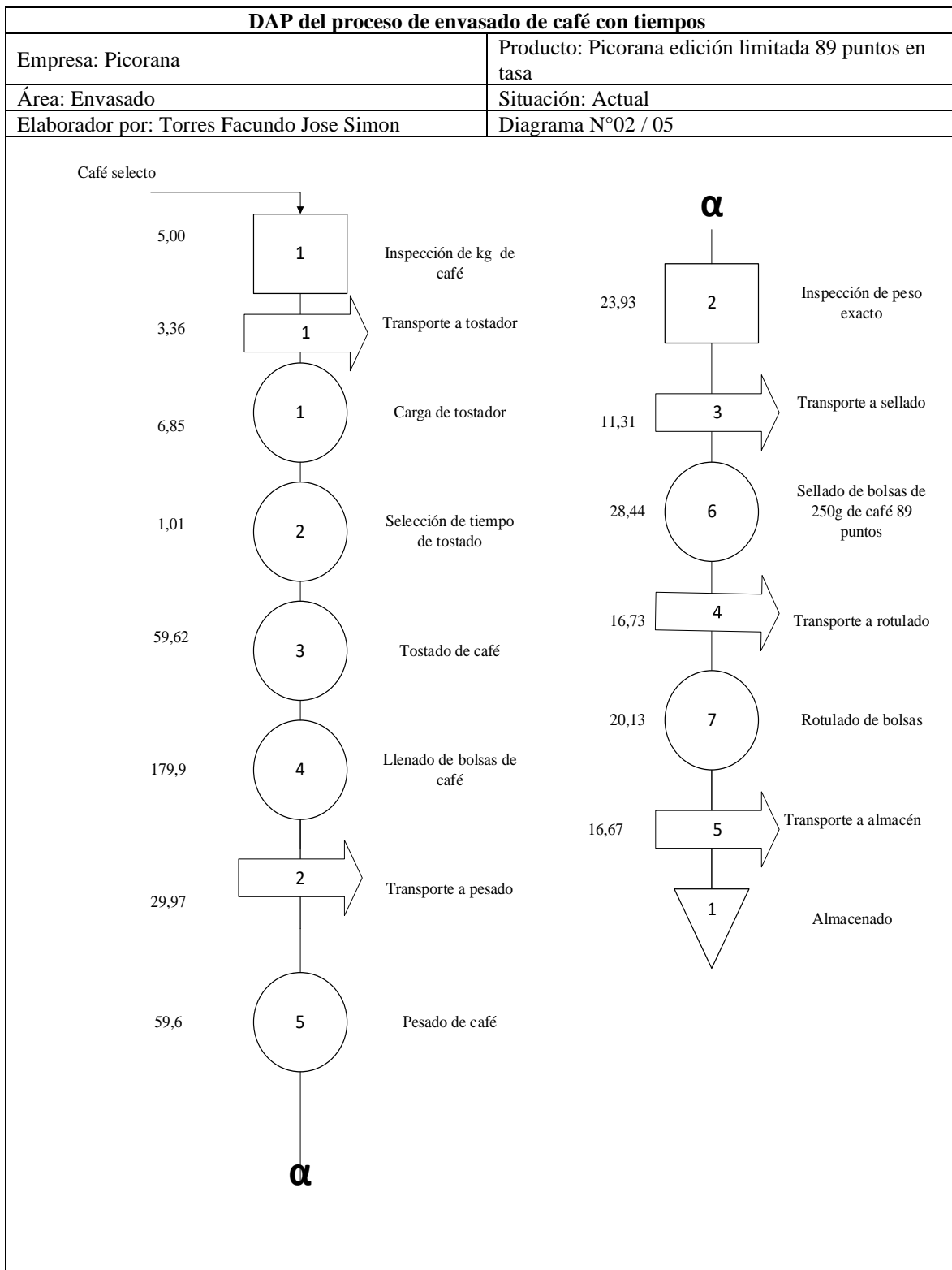
- [1] J. Sánchez, «Maximización del beneficio,»2017. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/maximizacion-del-beneficio.html> . [Último acceso: 1 Abril 2021].
- [2] G. Herrera, «Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación,» pp. 1-18, 2017.
- [3] N. Morales, Modelo de Optimización en Producción Basado en la Teoría de las Restricciones Como Estrategia para la Gestión de la Productividad. Caso de Aplicación: Cantera de Agregados para la Construcción Cimaco, 2016.
- [4] Goldratt Consulting, «Ingeniería Industrial,»2021. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/teoria-de-restricciones-toc/teoria-de-restricciones-toc-por-donde-comenzar/>. [Último acceso: 08 09 2021].
- [5] C. d. C. R. d. I. M. C., «Cafemalist,»2021 [En línea]. Available: <https://cafemalist.com/consumo-del-cafe/>. [Último acceso: 03 10 2021].
- [6] U. P. M. d. c. a. l. l. m. d. s. e. l. c. 2020/2021, «Agraria.PE,» 2021. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/usda-produccion-mundial-de-cafe-alcanzaria-los-175-4-millone-23516>. [Último acceso: 3 Octubre 2021].
- [7] I. Lopez, J. Urrea y D. Navarro, «Aplicación de la Teoría de Restricciones,» INNOVAR, núm. 27, pp. 91-100, 2006.
- [8] J. Silvia y R. Morales, «La gestión de restricciones como herramienta para maximizar el valor económico generado en los procesos productivos. Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración, 20 - 22,» 2018. [En línea]. Available: <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxiii/docs>. [Último acceso: 6 Mayo 2021].
- [9] Arburg, «Eficiencia en la producción: pensando globalmente, reduciendo los costes unitarios,» 2019. [En línea]. Available: https://www.arburg.com/fileadmin/redaktion/mediathek/prospekte/arburg_production_efficiency_680244_es.pdf [Último acceso: 28 Junio 2021].
- [10] L. Rimarachí, «"Análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas con mayor afluencia de la Av. Hoyos Rubio",» 2018.

- [11] Prokopenko, «Gestión de la productividad,» *Organización Internacional del trabajo*, 1989.
- [12] J. Cruelles, *Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. España: Marcombo, 2012.
- [13] I. Díaz, «"Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de envasado de harina de pescado de la empresa pesquera Exalmar S.A.A., La Libertad, 2018",» *La Libertad*, 2018.
- [14] J. Cruelles, «"Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua.",» n° 491, 2013.
- [15] M. Barrantes, «"Mejora del proceso de producción de la línea de muebles de melamina de la empresa Fabricaciones Leoncito S.A.C. para incrementar la productividad",» 2021. [En línea]. [Último acceso: 9 Mayo 2021].
- [16] C. García, *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México, Alfaomega Grupo Editor, 2013.
- [17] J. Pravin y E. Nachiket, «Implementation of lean techniques in the packaging machine to optimize the cycle time of the machine,» 8 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320398473>. [Último acceso: 4 Mayo 2021].
- [18] L. Vinicus, L. Mahlmann, F. Giraldo, R. Nicholas, S. Ladana y C. Taborda, «A model for Lean integration and monitoring for the coffee sector,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169917314709>. [Último acceso: 1 Mayo 2021].
- [19] K. Byoungsoo, «The Role of Dedication-Based and Constraint-Based Mechanisms in Consumers' Sustainable Outcomes in the Coffee Chain Industry,» 2018. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.3390/su10082636>. [Último acceso: 8 Mayo 2021].
- [20] B. Tesfaye y G. Abera, «Coffee production constraints and opportunities at major growing districts of southern Ethiopia,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2020.1741982>. [Último acceso: 29 Abril 2021].
- [21] J. Giraldo, C. Niño y Z. Vianchá, «Análisis de buenas prácticas en el proceso de beneficio del café: experiencia de estudio en el municipio de Viotá (Cundinamarca, Colombia),» 2017. [En línea]. Available:

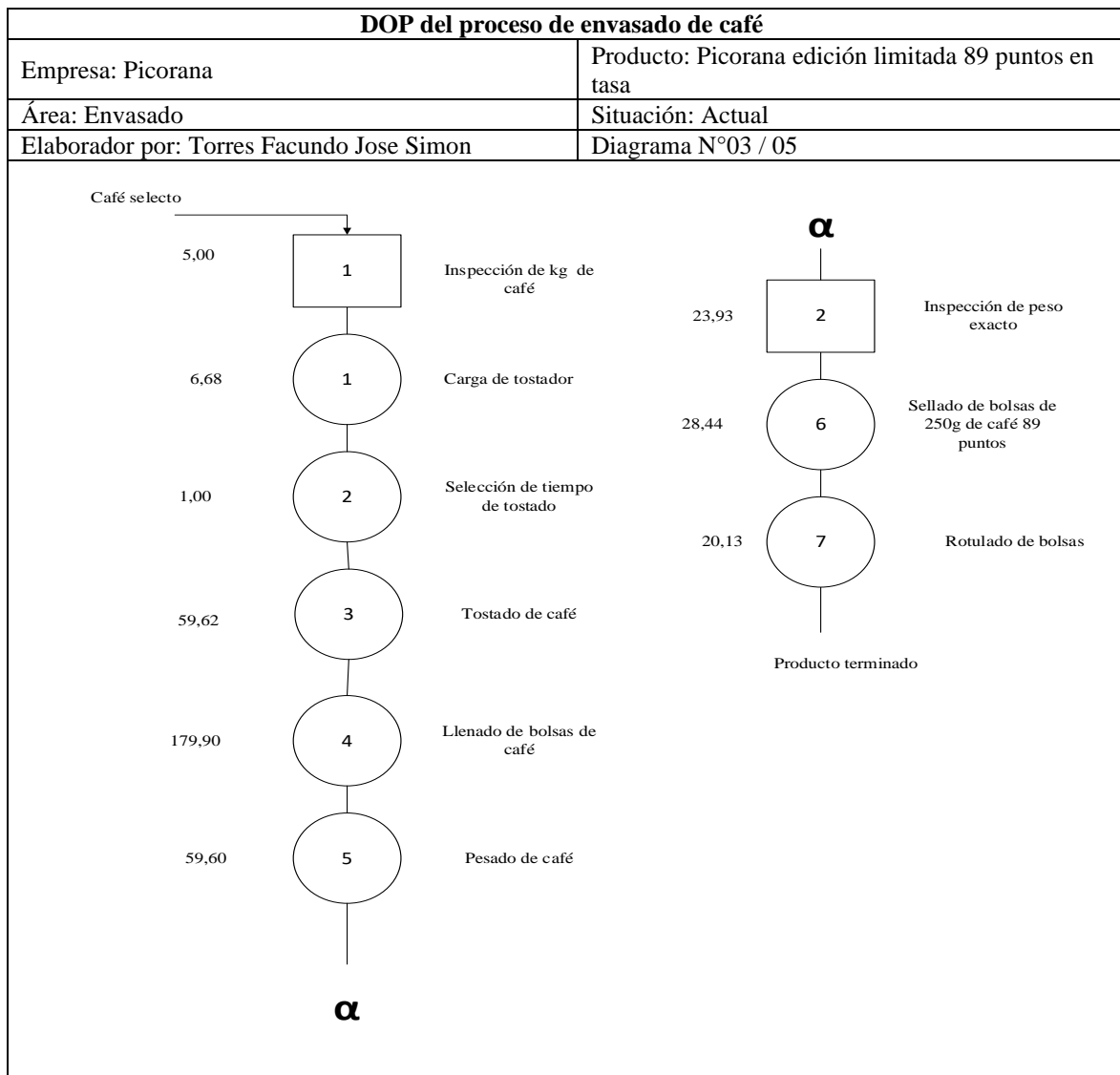
- [https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/IngSol/13\(22\)/13\(22\)8/13\(22\)8.html](https://revistas.ucc.edu.co/html_revistas/IngSol/13(22)/13(22)8/13(22)8.html). [Último acceso: 30 Abril 2021].
- [22] A. Gutierrez, «Gestión de stocks en la logística de almacenes,», Bogotá: Revista Edil, Bogota: Ediciones de la U, 2014.
- [23] N. Céspedes, M. Aguije, A. Sánchez y R. Vera, «BCRP,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2014/documento-de-trabajo-13-2014.pdf>. [Último acceso: 13 Septiembre 2021].
- [24] P. español, «Cómo Manejar la Pérdida de Peso Del Café Durante el Tueste,» 2020. [En línea]. Available: <https://perfectdailygrind.com/es/2020/05/14/como-manejar-la-perdida-de-peso-del-cafe-durante-el-tueste/>. [Último acceso: 15 Mayo 2021].
- [25] M. d. I. Producción, «Estudio de la Situación Actual de las empresas peruanas,» 2015. [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299953/d29294_opt.pdf. [Último acceso: 15 Mayo 2021].
- [26] A. Jordan, «Teoría de restricciones como herramienta de desarrollo estratégico productivo del sector textil,» Digital Publisher, 55., 2019.
- [27] W. Niebel y A. Freivalds, Métodos, estándares y diseños de trabajo. México: Alfaomega, 2019.

IX. Anexos

Anexo 1: DAP Y DOP Actual del Proceso



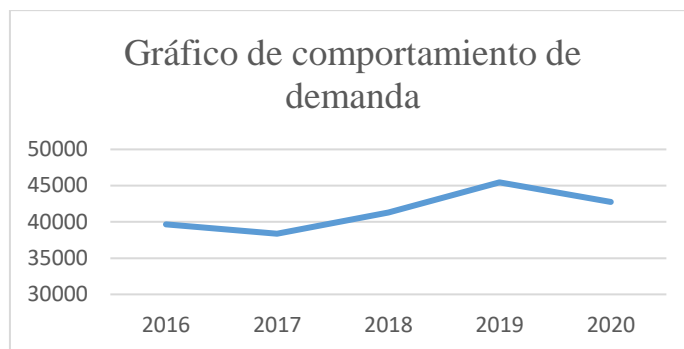
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Cálculo de coeficiente de correlación

Demanda actual	
Año	Cantidad
2016	39679
2017	38367
2018	41300
2019	45450
2020	42730



El método de la línea recta

$$\text{MODELO: } Y=a+bx$$

Información estadística

Años	X	Y	XY	X ²	Y ²
2016	1	39679	39679	1	1574423041
2017	2	38367	76734	4	1472026689
2018	3	41300	123900	9	1705690000
2019	4	45450	181800	16	2065702500
2020	5	42730	213650	25	1825852900
	15	207526	635763	55	8643695130

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de "a"

$$a = 37549,7$$

Cálculo de "b"

$$b = 1318,5$$

El modelo e Proyección será entonces

$$Y = 37549,7 + 1318,5 X$$

Cálculo del coeficiente de Correlación "R" datos no agrupados D>20

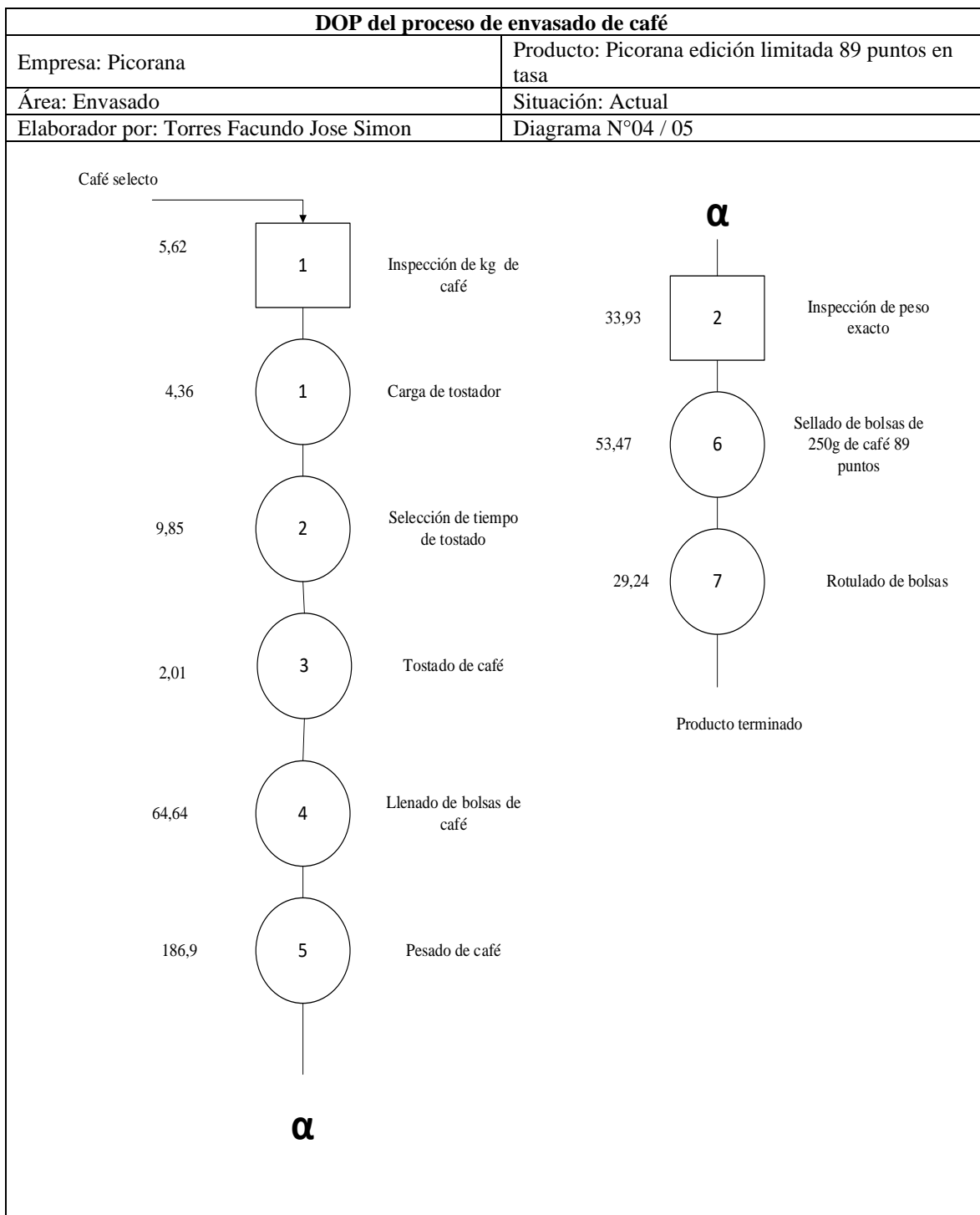
$$R = 0,92207062$$

Por lo tanto, la demanda:

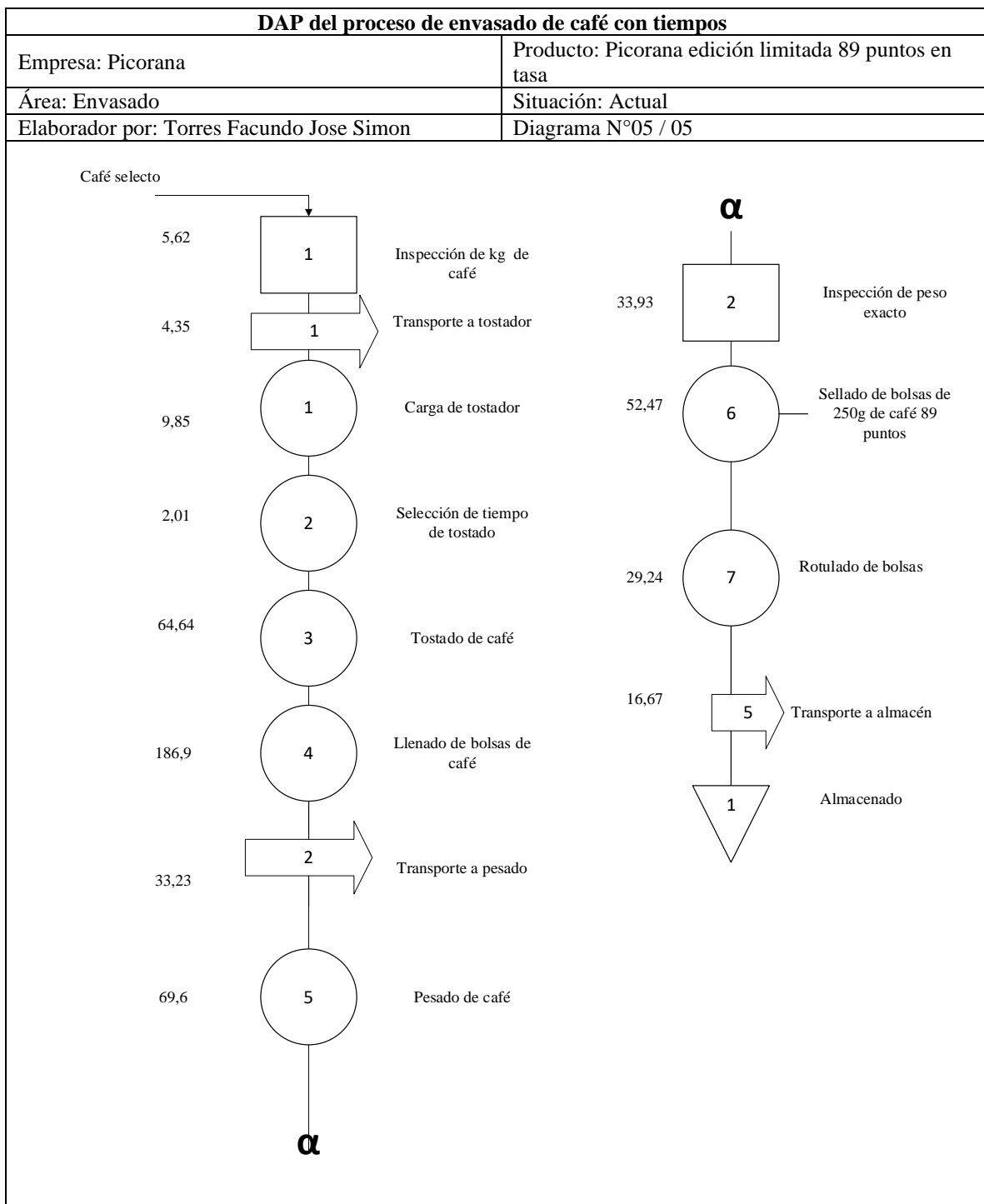
Año	Cantidad
2020	45460,70
2021	46779,20
2022	48097,70
2023	49416,20
2024	50734,70

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Nuevos DAP Y DOP



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Cálculo del tiempo estándar

Tabla 1D. Factores de evaluación del operario

Destreza o habilidad		Esfuerzo o empeño	
+0,15	Extremo	+0,13	Excesiva
+0,13	Extremo	+0,12	Excesiva
+0,11	Excelente	+0,1	Excelente
+0,08	Excelente	+0,08	Excelente
+0,06	Bueno	+0,05	Buena
+0,03	Bueno	+0,02	Buena
+0,00	Regular	0,00	Regular
-0,05	Aceptable	-0,04	Aceptable
-0,1	Aceptable	-0,08	Aceptable
-0,16	Deficiente	-0,12	Deficiente
-0,22	Deficiente	-0,17	Deficiente

Fuente: Westinghouse [22]

Tabla 2D. Factores de evaluación del operario

Condiciones		Consistencia	
+0,06	Ideal	+0,04	Perfecto
+0,04	Excelente	+0,03	Excelente
+0,02	Buena	+0,01	Bueno
0,00	Regulares	0,00	Regular
-0,03	Aceptable	-0,02	Aceptable
-0,07	Deficiente	-0,04	Deficiente

Fuente: Westinghouse [22]

Tabla 3D. Tiempos estándar

Etapa	Tiempo Promedio	Condiciones	Consistencia	Destreza	Esfuerzo	Factor de valoración	Tiempo normal	Suplementos	Tiempos estándar
Envasado	255,74	0,0	-0,02	0,06	0,05	1,09	268,76	16%	273,36
Pesado	113,5	0,0	0,1	0,06	0,05	1,21	127,34	14%	136,76
Sellado	39,75	0,0	0,1	0,06	0,02	1,18	46,905	14%	53,47
Rotulado	53,53	0,0	0,1	0,06	0,02	1,09	25,65	14%	29,24

Fuente: Elaboración propia