



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

**Diseño de factibilidad de la automatización de la industria
del café en Loja usando robots. Análisis
técnico/económico**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Autor: Mora Vivanco, Carlos Oswaldo

Director: Castro Mendieta, José Raúl

LOJA

2022



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2022

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 10 de noviembre de 2022

Doctor,

Francisco Alberto Sandoval Noreña

Director de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones

Loja.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Diseño de factibilidad de la automatización de la industria del café en Loja usando robots. Análisis técnico/económico realizado por Carlos Oswaldo Mora Vivanco ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: PhD. José Raúl Castro Mendieta.

C.I.: 0102257458

Correo electrónico: jrcaastro@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Carlos Oswaldo Mora Vivanco, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Titulación denominado: Diseño de factibilidad de la automatización de la industria del café en Loja usando robots. Análisis técnico/económico, de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, específicamente de los contenidos comprendidos en: generalidades, la industria del café, automatización y robótica en la preparación del café, diseño y análisis técnico/económico en la preparación del café y análisis de los resultados para comprobar la factibilidad de inversión, siendo José Raúl Castro Mendieta, director del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad", en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....
Autor: Carlos Oswaldo Mora Vivanco

C.I.: 1104793342

Correo electrónico: comora1@utpl.edu.ec

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación le dedico, primeramente, a Dios, que ha sido mi fortaleza en los momentos buenos y malos, y por haberme permitido llegar hasta esta instancia y lograr mis objetivos.

Con mucho cariño a mis padres, Oswaldo y Alexandra, por siempre estar a mi lado y darme mucho apoyo en cualquier instancia de mi vida, ya que sin ellos no sería la persona que ahora soy, de igual manera, a mi hermana María Belén, por siempre estar para mí y brindarme todo su apoyo en los momentos de mi vida, que como hermana mayor me motiva siempre a ser mejor persona y lograr mis metas.

A toda mi familia, por siempre brindarme su apoyo y motivación de alcanzar las metas y ser una mejor persona.

Carlos Oswaldo Mora Vivanco

Agradecimiento

Agradezco, primeramente, a Dios por darme salud para culminar con éxito esta etapa de mi vida. A mis padres y hermana que son mi motor e inspiración para lograr cada una de mis metas, son quienes guían mis pasos para ser cada día una mejor persona. Así mismo, a mi familia entera que siempre me han apoyado.

Agradezco a mis compañeros, por brindarme su apoyo durante la carrera.

Agradezco al Ing. José Raúl Castro, por haber sido mi tutor de trabajo de titulación y bajo su orientación y experiencia, alcanzar a culminar la presente tesis.

1.5	Automatización	13
1.6	Robotización.....	13
	Capítulo dos	14
	La industria del café	14
2.1	Introducción	14
2.2	Industria del café en Ecuador	14
	2.2.1 Principales destinos exportadores de café desde Ecuador.....	15
	2.2.2 Concurso Taza Dorada Ecuador	16
2.3	Industria del café en Loja.....	16
	2.3.1 Premios Taza Dorada a la provincia de Loja	19
	2.3.2 Porcentaje de ocupación del sector del café en la provincia de Loja.....	21
	2.3.3 Porcentaje económico y clasificación de la industria del café en la provincia de Loja	22
	2.3.4 Problemas.....	23
	2.3.5 Determinación de precios del café en la provincia de Loja	24
	2.3.6 Empresas de cafés especiales en Loja y su provincia	25
2.4	Producción y preparación del café.....	25
	2.4.1 Proceso de producción del café	26
	2.4.2 Proceso de preparación del café	26
	2.4.3 Definición de un barista	28
	Capítulo tres	29
	Automatización y robótica en la preparación del café.....	29
3.1	Introducción	29
3.2	La robótica en la preparación de café.....	29
3.3	Impacto de la automatización y robótica en la preparación del café.....	30
3.4	¿Cómo son las ventas actualmente?	31
3.5	¿Por qué industrializar el sector de la preparación de café en Loja?.....	31
3.6	Brazos robóticos en el proceso de preparación de café	32

3.6.1	PULSE	32
3.6.2	Robots KUKA colaborativos	33
3.7	Robótica aplicada a la preparación del café	34
3.7.1	KNEXT	34
3.7.2	Café X	35
3.7.3	Café Rozum	36
3.8	Áreas en las que se puede aplicar el proceso del robot de la preparación y ventas de café.....	38
	Capítulo cuatro.....	39
	Diseño y análisis técnico/económico en la preparación del café	39
4.1	Introducción	39
4.2	Proceso del robot en la preparación del café	39
4.3	Metodología para la obtención de resultados de inversión	40
4.3.1	Flujo de caja	40
4.3.2	Valor actual neto (VAN).....	40
4.3.3	Tasa interna de retorno (TIR)	41
4.4	Análisis técnico.....	41
4.4.1	Localización del proyecto.....	41
4.4.2	Lista de equipos.....	42
4.4.3	Medidas del equipo de café.....	42
4.4.4	Brazo robótico EPSON para la preparación del café	43
4.4.4.1	Software aplicado	45
4.4.4.2	Medidas del brazo robótico EPSON VT6L	45
4.4.5	Diseño y medidas del área de trabajo.....	46
4.4.6	Diagrama de flujo de funcionamiento	47
4.5	Análisis económico	48
4.5.1	Costo de producción.....	49
4.5.2	Detalles para la evaluación económica	53

4.5.3	Ingresos	53
4.5.3.1	Cafetería robótica (brazo robótico barista).....	53
4.5.3.2	Cafetería física (trabajo realizado por una persona)	54
4.5.3.3	Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending) .	55
4.5.4	Egresos	57
4.5.5	Cálculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)	58
4.5.6	Cálculo del VAN y TIR	60
4.5.6.1	Cafetería robótica (Brazo robótico barista)	60
4.5.6.2	Cafetería física (trabajo realizado por una persona)	61
4.5.6.3	Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending) .	62
4.6	Metodología para realizar un diseño de factibilidad y el análisis técnico/económico en la preparación del café implementando robots.....	63
	Capítulo cinco	65
	Análisis de los resultados para comprobar la factibilidad de inversión	65
5.1	Introducción	65
5.2	Comprobación de resultados VAN y TIR	65
5.2.1	Cafetería robótica (Brazo robótico barista)	65
5.2.2	Cafetería física (trabajo realizado por una persona)	66
5.2.3	Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending)	67
5.3	Comparación de resultados de inversiones para la preparación de café	67
	Conclusiones	70
	Recomendaciones	71
	Referencias.....	72
	Apéndice	77
	Apéndice A. Máquina expendedora de café mediante un brazo robótico	77
	Apéndice B. Resultados de la obtención del VAN y TIR para un robot barista	77
	Apéndice C. Resultados de la obtención del VAN y TIR para una cafetería física.....	78

Apéndice D. Resultados de la obtención del VAN y TIR para una maquina dispensadora de café (maquina vending)	79
---	-----------

Índice de tablas

Tabla 1 Lista de países importadores de café	15
Tabla 2 Características de un productor de café en la provincia de Loja	17
Tabla 3 Resultados del concurso taza dorada en los años 2007 - 2020	20
Tabla 4 Actividades de los negocios del sector cafetalero	23
Tabla 5 Marcas de café especial en la provincia de Loja.....	25
Tabla 6 Lista de equipos para el área de trabajo del brazo robótico	42
Tabla 7 Especificaciones del brazo robótico EPSON VT6L	44
Tabla 8 Costo final de inversión para la implementación de un robot barista	49
Tabla 9 Costo estimado de inversión en una cafetería física	50
Tabla 10 Costo estimado de inversión de una máquina autónoma de café (máquina vending)	52
Tabla 11 Planteamiento de ingresos para el brazo robótico	53
Tabla 12 Planteamiento de ingresos para la cafetería física	54
Tabla 13 Planteamiento de ingresos para la máquina dispensadora de café.....	56
Tabla 14 Egresos para la cafetería robótica	57
Tabla 15 Egresos para la cafetería física	57
Tabla 16 Egresos para la máquina dispensadora de café	58
Tabla 17 Datos para calcular el VAN y TIR (cafetería robótica)	60
Tabla 18 Datos para calcular el VAN y TIR (cafetería física)	61
Tabla 19 Datos para calcular el VAN y TIR (máquina de café autónoma)	62
Tabla 20 Indicadores de resultados obtenidos por el robot barista	65
Tabla 21 Indicadores de resultados obtenidos para una cafetería física	66
Tabla 22 Indicadores de resultados obtenidos para una máquina dispensadora de café	67
Tabla 23 Comparación de resultados y características entre las tres opciones.....	68

Tabla B1.1 Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una cafetería robótica	78
Tabla B1.2 Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (cafetería robótica).....	78
Tabla C1.1 Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una cafetería física	79
Tabla C1.2 Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (cafetería física).....	79
Tabla D1.1 Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una máquina dispensadora de café	80
Tabla D1.2 Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (maquina dispensadora de café).....	80

Índice de figuras

Figura 1 Ventas del sector industrial en Ecuador	7
Figura 2 Porcentaje que aporta la industria a las ventas totales del país.....	7
Figura 3 Porcentajes de los negocios registrados en la provincia de Loja	10
Figura 4 De la industria 1.0 a la industria 4.0	11
Figura 5 IloT: Internet Industrial de las Cosas	13
Figura 6 Rendimiento promedio de café Arábigo.....	18
Figura 7 Rendimiento del puntaje en taza en los años 2007 - 2020	20
Figura 8 Porcentajes sector café de las provincias 2016	21
Figura 9 Porcentaje de la producción de las provincias (2014).....	22
Figura 10 Proceso de producción del café.....	26
Figura 11 Métodos de extracción del café.....	27

Figura 12	Máquina de café expreso.....	28
Figura 13	Porcentaje de consumo de edad y cantidad.....	32
Figura 14	Brazo robótico PULSE	33
Figura 15	Robot KUKA: LBR iiwa	34
Figura 16	Robot barista KNEXT	35
Figura 17	Robot Barista: Café X.....	36
Figura 18	Rozum Café.....	37
Figura 19	Dimensiones de máquina cafetera.....	43
Figura 20	EPSON VT6L	43
Figura 21	Dimensiones brazo robótico EPSON VT6L.....	46
Figura 22	Área de trabajo del brazo robótico para la preparación de café	47
Figura 23	Diagrama de flujo del algoritmo de funcionamiento del robot	48
Figura 24	Máquina autónoma de café	52
Figura 25	Porcentajes de inflación de los últimos 5 años en el Ecuador.....	59
Figura 26	Metodología para realizar un diseño de factibilidad y el análisis técnico/económico en la preparación de café implementando robots.....	64
Figura A1.1	Máquina para la preparación de café mediante un brazo robótico, de venta en Alibaba.com	77

Resumen

En el presente trabajo de titulación se realiza el análisis técnico/económico de un diseño de factibilidad para la preparación y venta del café de Loja robotizado. La falta de tecnología en la industria del café, falta de personalización del producto y las bajas ventas son los principales problemas. Las características de la automatización y robótica solucionan los problemas de esta industria, permitiendo la modernización de la industria e impulsando un nuevo sistema de ventas. La experiencia de la preparación del café se logra utilizando un brazo robótico como barista. Para demostrar la factibilidad de inversión se emplea los cálculos del VAN y TIR, encontrando los valores económicos necesarios para que resulte rentable la inversión del proyecto en un plazo de tres años. Los resultados obtenidos del VAN y TIR evidencian la factibilidad de inversión, mostrando un valor que cumple con la regla para la rentabilidad del proyecto.

Palabras clave: automatización, robótica, factibilidad.

Abstract

In the present titling work, the technical/economic analysis of a feasibility design for the preparation and sale of robotized Loja coffee is carried out. The lack of technology in the coffee industry, lack of product customization and low sales are the main problems. The characteristics of automation and robotics solve the problems of this industry, allowing the modernization of the industry and promoting a new sales system. The coffee preparation experience is achieved using a robotic arm as a barista. To demonstrate the feasibility of investment, the NPV and IRR calculations are used, finding the economic values necessary to make the project investment profitable within a period of three years. The results obtained from the VAN and IRR show the feasibility of investment, showing a value that meets the rule for the profitability of the project

Keywords: automation, robotics, feasibility.

Objetivos

Objetivo General

- Realizar un diseño de factibilidad de la automatización usando robots de la marca EPSON en la preparación del café en Loja. Un análisis técnico / económico.

Objetivos Específicos

- Estudiar y describir a la industria de café de Loja.
- Realizar un análisis de factibilidad de la automatización implementando robots en la preparación del café en Loja.
- Analizar técnicamente y económicamente la implementación de robots en la preparación de café en Loja.

Introducción

La producción y mercado de café en la provincia de Loja aumenta cada día más, generando nuevas empresas de trabajo. La buena acogida del café Lojano, ofrece oportunidad a los pequeños y medianos productores locales a introducirse en el mercado nacional e internacional.

Los actuales procesos de producción y elaboración de las microempresas cafeteras Lojanas, son desarrollados de manera artesanal, es decir, a través de la mano de obra de un personal determinado en ciertas actividades. Por lo tanto, estas industrias no se encuentran automatizadas, debido a los bajos ingresos económicos y al retraso tecnológico existente en nuestra ciudad. El continuo avance de la tecnología motiva a la industrialización para el crecimiento de las microempresas Lojanas.

Actualmente, la provincia de Loja representa el 0.71% de toda la industria del sector cafetalero, el cual corresponde a los establecimientos registrados legalmente en el Servicio de Rentas Internas (SRI), con un total de 168 microempresas dedicadas a varias actividades de café en específico. El porcentaje es bajo, por ello se busca que el aporte económico de este sector vaya incrementando de manera positiva cada año.

La necesidad de aumentar las ventas y el aporte económico del sector cafetalero en Loja, incentiva a implementar la automatización y robotización en la preparación del café, es decir, la cuarta revolución industrial. Para el desarrollo de la industria 4.0, se debe analizar adecuadamente la eficiencia de esta rama y conocer los beneficios de la misma. De esta manera, en el presente trabajo de titulación se detalla los resultados de un análisis técnico/económico para un diseño de factibilidad de la automatización en la preparación del café usando brazos robóticos, tema de mi investigación.

El principal objetivo de la investigación fue, realizar un análisis técnico/económico de la automatización usando robots de marca EPSON en la preparación del café en Loja, para comprobar si existe o no factibilidad en la implementación de robots en las industrias cafetaleras en el sector de las ventas y preparación, para ello se realiza un estudio de la

industria de café en Loja. Nos basamos en la industria 4.0, la cual está tomando posición para el desarrollo de las industrias.

En el desarrollo de la presente investigación, se empezó con la revisión de un enfoque general a la industria, un análisis a la industria del café, seguidamente, se desarrolló el diseño y análisis técnico de la preparación del café y finalmente la evaluación de resultados. El presente trabajo de investigación está dividido por cuatro capítulos.

El primer capítulo, hace referencia a un enfoque general a la industria tanto del Ecuador como de Loja, mencionando datos importantes y porcentajes de aportes económicos de ciertas industrias. De igual manera, se aborda conceptos referentes a la industria 4.0.

El segundo capítulo aborda la industria del café en Loja, mencionando porcentajes, datos, procesos y preparación de café y varias características para el desarrollo de la investigación del café.

En el tercer capítulo se aborda la automatización y robótica en la preparación del café, detallando las características e impacto que genera en esta área. Además, se menciona brazos robóticos utilizados para este proceso y empresas de otros países que han puesto en marcha este mecanismo de preparar café.

El cuarto capítulo presenta el diseño y análisis técnico/económico en la preparación del café, donde se analiza el robot de marca EPSON y su función. Se describe la metodología utilizada para alcanzar los resultados. Se menciona las partes técnicas necesarias para su implementación y su diagrama de flujo, y por la parte económica se realiza el cálculo del VAN y TIR para conocer la factibilidad de inversión de las mismas, también se analiza los costos de inversión de una cafetería física y una máquina dispensadora de café autónoma (maquina vending), para una comparación final.

El quinto capítulo trata sobre el análisis de resultados para comprobar la factibilidad de inversión del proyecto, en donde se compara los valores obtenidos del VAN y TIR.

Capítulo uno

Generalidades

1.1 Introducción

En el presente capítulo se revisa la industria en general, tanto en Ecuador como en la provincia de Loja y se detalla definiciones sobre la Industria 4.0, Internet industrial de las cosas (IIoT), automatización y robotización.

1.2 La industria: Un enfoque general

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define a industria como el conjunto de operaciones materiales realizadas para obtener, transformar o transportar uno o más productos naturales. También, se la conoce como un negocio o actividad económica (Real Academia Española, 2021).

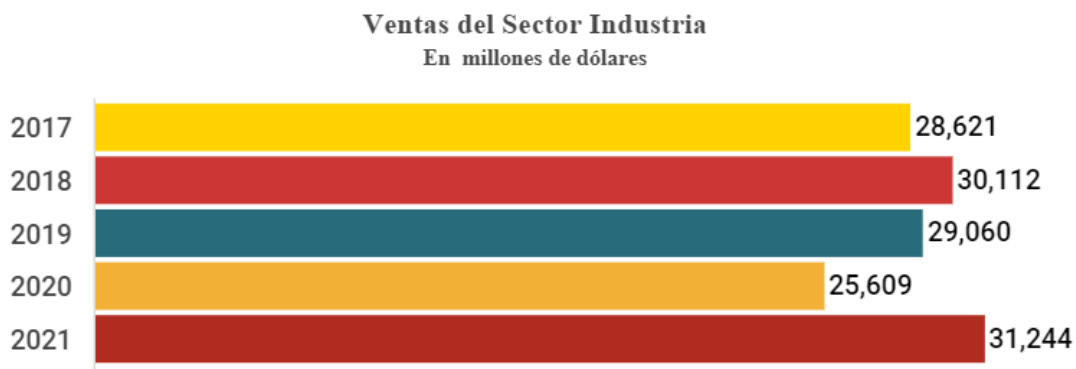
1.2.1 La industria en Ecuador

La industria en Ecuador es fundamental para el sector económico nacional, ya que genera una cadena de producción, además, el desarrollo industrial del país sirve como indicador de crecimiento. Existen factores que se han convertido en obstáculo para el progreso de este sector, entre ellos están: dependencia tecnológica que afecta a la productividad, falta de especialización del capital humano, poco financiamiento, entre otros. Los sectores de comercio y agrícola, son los de mayor variedad en número de actividades económicas dentro del sistema productivo ecuatoriano (Jaramillo Arévalo & Saraguro Gutiérrez, 2014).

Las ventas de la industria en el Ecuador, tanto lo que se vende dentro del país como lo que se exporta, en los últimos 5 años su promedio de variación ha sido del 4% con \$28.929 millones. El 2018, alcanzo los \$30.112 millones y en el 2021 llego al máximo con \$31 mil millones, manteniéndose cerca de los niveles, lo que indica que existe variación positiva, como se observa en la figura 1. En el 2021, el sector industrial apporto un 16% a las ventas totales del país, como se muestra en la figura 2. El sector de la industria del Ecuador, tiene un mercado actual de alrededor de \$26 mil millones (DATAPAIS, 2022).

Figura 1

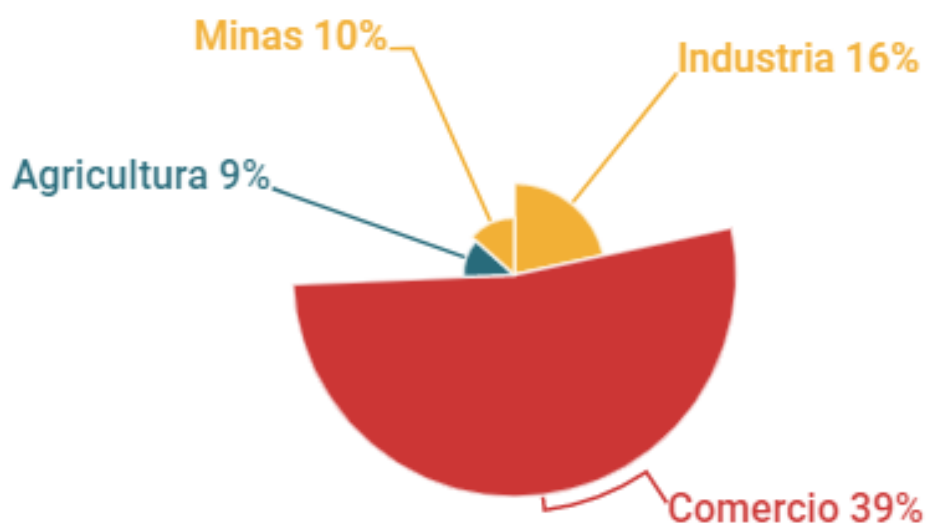
Ventas del sector industrial en Ecuador



Nota. Tomado de La Industria en Ecuador [Fotografía], por DATAPAIS 2022, (<https://www.datapais.com/la-industria-en-ecuador/>)

Figura 2

Porcentaje que aporta la industria a las ventas totales del país



Nota. Tomado de La Industria en Ecuador [Fotografía], por DATAPAIS 2022, (<https://www.datapais.com/la-industria-en-ecuador/>)

En el 2016, la producción de café Arábigo y Robusta a nivel nacional, representaron el 63% y 37%, respectivamente, donde el café Arábigo obtuvo un rendimiento de 0.22 toneladas por hectárea por año (t/ha) y el café Robusta una productividad de 0.48 t/ha (Monteros Guerrero, 2016).

1.2.2 Pequeña industria de Loja

La pequeña industria de Loja, debido a su ubicación geográfica, tiene características únicas que la diferencian de las demás provincias del país, destaca en ciertas áreas representativas como: gastronomía, agricultura, textiles, confitería, café, entre otras, pese a eso, no ha logrado tomar gran espacio en el país. Por lo tanto, se puede motivar a generar nuevos negocios en el mercado local y sobresalir a nivel nacional e internacional.

Existen organizaciones sociales del cantón Loja que brindan apoyo, como lo son: Cámara de Industria de Loja (CAIL) y Cámara de la Pequeña Industria de Loja (CAPIL), las cuales apoyan al sector productivo, con el fin de dar actividad a este sector y valor a sus productos.

La Cámara de Industria de Loja (CAIL), tuvo inicios el 23 de marzo de 1963 a través del ministro de fomento. CAIL cuenta con la participación de varios socios, la cual está constituida por productores radicados en la provincia de Loja y Zamora Chinchipe, cuya misión es representar a sus legítimos intereses a nivel nacional e internacional. Busca liderar el sector productivo de la Región Sur del Ecuador, generando acciones que incentiven al crecimiento y desarrollo económico y social de sus socios (Cámara de Industrias de Loja (CAIL), 2020).

La Cámara de la Pequeña Industria de Loja (CAPIL), es una entidad sin fines de lucro, que ayuda a los pequeños emprendimientos de la ciudad para el desarrollo económico, en donde su objetivo es la representación a los empresarios de la pequeña industria de Loja (Ing. Jorge Arturo Bailón Abad et al., 2020).

Las cámaras de industrias buscan posicionar los productos a través de pequeños eventos, ferias locales y nacionales, con el fin de demostrar el valor del producto y dar actividad a este sector. Los cuales representan costos, tanto para las cámaras de industrias como para el productor, ya que hay una inversión de por medio.

Durante los últimos años Loja ha enfocado su actividad económica principalmente en los sectores de la construcción, agricultura, comercio, transporte e industria (Vivanco Ortega & Quintana Romero, 2013).

Las microempresas, a nivel nacional, tienen una representación del 89.6%, donde la provincia de Loja representa el 3.2% del total de empresas nacionales, principalmente microempresas, y ubicándose por debajo de provincias de El Oro, Tungurahua, Los Ríos e Imbabura; las cuales son similares a la ciudad de Loja en varios aspectos, como el crecimiento en el desarrollo empresarial, lo cual genera polémica sobre el progreso de las microempresas en la provincia de Loja (Flores et al., 2019).

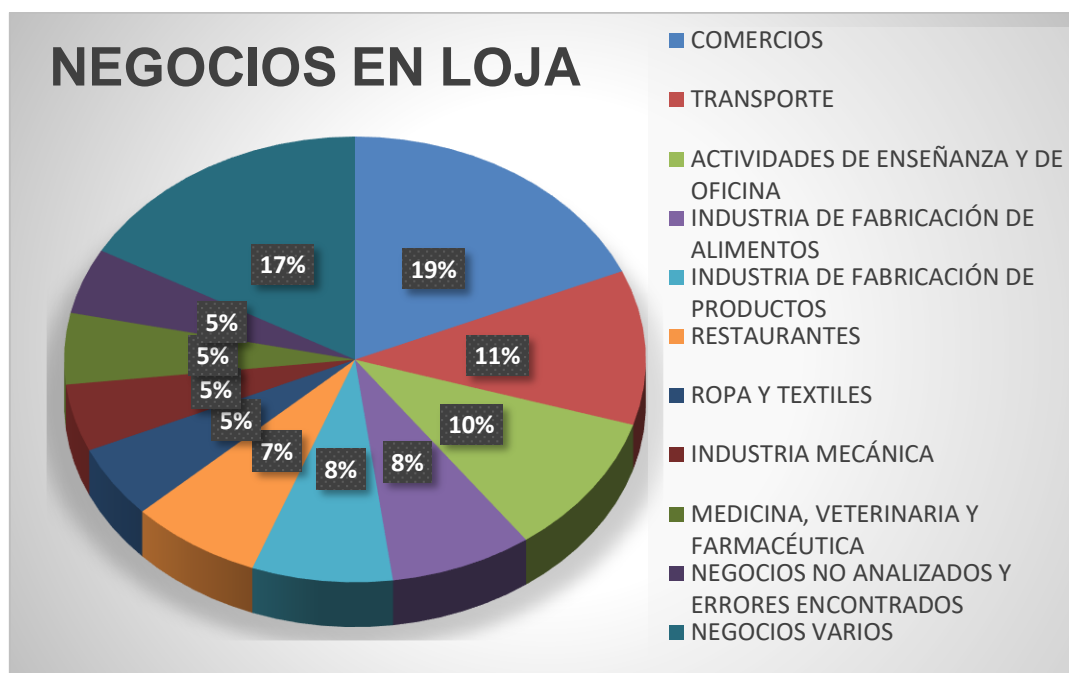
1.2.2.1 Porcentaje económico y clasificación de la industria manufacturera en la provincia de Loja

El sector manufacturero de Loja, según estadísticas de Data País (2022) en los últimos 4 años se ha mantenido entre el 6.7% a 7.3% en ventas, siendo el 2021 uno de los más bajos con un 6.7%. A pesar de ello, se han generado nuevas fuentes de empleo.

Actualmente, en la provincia de Loja existe un total de 23504 industrias, las cuales se encuentran registradas en Servicio de Rentas Internas (SRI) y aportan económicamente a la provincia de Loja. El sector de las industrias se encuentra conformado por diferentes tipos de industrias, donde su mayoría son microempresas (Barrazueta Paccha & Castro Mendieta, 2022). Cada sector de la industria cubre un porcentaje en la provincia de Loja, donde se puede observar que ciertas áreas poseen un mayor porcentaje que otras, como se muestra en la figura 3.

Figura 3

Porcentajes de los negocios registrados en la provincia de Loja



1.2.2.2 Problemas

Según Flores et al., (2019) afirman que el sector productivo de la provincia de Loja, se encuentra en un periodo tardío respecto a la dinámica industrial y comercial de otras ciudades del país con las mismas particularidades, tamaño y población.

Actualmente, las industrias Lojanas se encuentran en un proceso de crecimiento y mejora en el ámbito industrial. Pocas de las industrias existentes en la provincia de Loja, tienen parte de su empresa automatizada, por eso Loja no es una ciudad industrializada, ya que la mayoría de las microempresas existentes se desarrollan de manera artesanal, por lo tanto, se generan varios problemas que no permiten el crecimiento de las microempresas Lojanas. La falta de tecnología en Loja y su provincia, es uno de los principales problemas por los cuales las empresas no pueden crecer y mejorar sus procesos de producción.

1.3 La industria 4.0

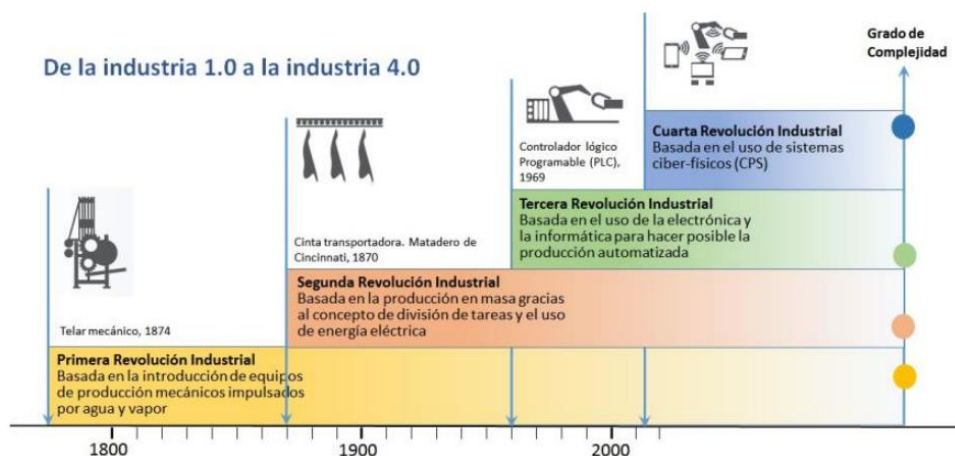
La Industria 4.0, hace referencia a un nuevo modelo de trabajo y control integrado en las organizaciones de sistemas automatizados, respaldado por las tecnologías de la información durante el ciclo de vida de un producto y en toda su etapa de elaboración. Trata

en la aplicación del modelo de “Internet de las cosas (IoT)” en la industria (del Val Roman, s.f.).

La primera evolución fue en los siglos XVIII y XIX, la industria de los productos pasó a elaborarse en equipos mecánicos, mayor ingreso económico al sector artesanal. La segunda evolución en el siglo XX, la aparición de empresas brindando producción para un mayor consumo. A finales del siglo XX, el crecimiento de la electrónica e informática logro posicionarse en la automatización de las maquinas en las industrias reemplazando el trabajo realizado por una persona, creando un gran impacto en la economía y sociedad. La industria 4.0 es en la que nos encontramos hoy en día, basado en el uso de sistemas ciber-físico, internet de las cosas, entre otras (del Val Roman, s.f.).

Figura 4

De la industria 1.0 a la industria 4.0



Nota. Tomado de Industria 4.0: La transformación digital de la industria

[Fotografía], 2016 (<https://coddii.org/>)

El avance tecnológico ha permitido que la automatización tenga relevancia en la parte económica, a la cual se le conoce como “revoluciones industriales”. La tecnología guiada hacia los objetos inteligentes, dentro de las fábricas, logra dar un gran paso en la producción industrial (Lasi et al., 2014).

La industria 4.0, busca brindar sistemas de producción reconfigurables y productos que puedan tener comunicación entre sí, para lograr enviar datos de forma rápida y eficaz.

Se puede enviar la información, a cada objeto inteligente, de acuerdo a su necesidad de manera automática (Sachon, 2018).

Los avances tecnológicos, en la actualidad, permiten la automatización de procesos industriales, implementando equipos tecnológicos inteligentes capaces de desarrollar procesos de producción de forma autónoma, reemplazando la mano de obra. Hoy en día, existen diversas marcas de robots industriales, que nos permiten automatizar una empresa en la mayoría de su totalidad. Sin embargo, los pasos hacia la industria 4.0 tienen varias ventajas y desventajas, entre ellas están:

1.3.1 Ventajas

- Resultado eficiente del producto.
- Eficiencia de procesos y modelos de negocio.
- Rentabilidad en la demanda.
- Facilidad y comodidad al realizar las actividades.
- Ahorro de costos.
- Disminución del tiempo de elaboración.
- Competencia empresarial.

1.3.2 Desventajas

- Costo elevado de inversión.
- Falta de personal capacitado.
- Recorte del personal de trabajo.
- Desuso de la tecnología (insuficiencia de desempeño de sus funciones).
- Se requiere de actualización

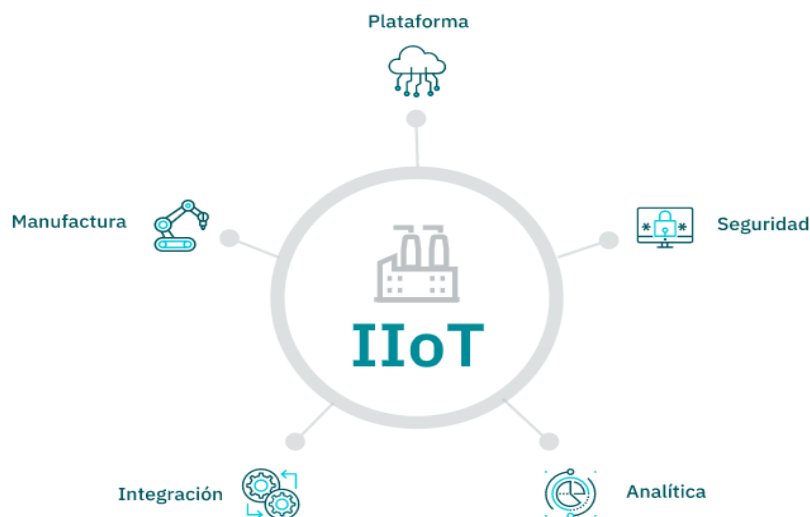
1.4 Internet Industrial de las Cosas (IIoT)

El internet industrial de las cosas (IIoT), es el uso de la tecnología internet de las cosas (IIoT) para mejorar los procesos industriales y de fabricación. IIoT integra tecnologías de aprendizaje automático, profundo y big data, para de esta manera aprovechar los datos de los sensores, la comunicación de máquina a máquina (M2M) y las tecnologías de

automatización que han existido en entornos industriales (Madakam & Uchiya, 2019). Se puede decir que IIoT es una extensión de la industria 4.0, pero IIoT se centra en la actividad de procesos industriales, para lograr su automatización en las maquinas, lo cual genera eficiencia y confianza en los procesos.

Figura 5

IIoT: Internet Industrial de las Cosas



Nota. Tomado de ¿Qué es Automatización Industrial - IIoT?, [Fotografía], 2020, (<https://bit.ly/3e7RKhA>)

1.5 Automatización

La automatización es utilizar la tecnología para realizar una tarea, en mayoría de los casos tareas repetitivas, y de esta manera optimizar la intervención del ser humano. Sin embargo, es más común en sectores de fabricación y procesos industriales. Esta ayuda a las empresas a dar un gran paso a la transformación digital para generar nuevos cambios (Red Hat, 2022).

1.6 Robotización

La robotización es la introducción de robots en procesos de producción, con capacidades de ajustarse a cualquier tarea que se la establezca. Pueden llegar a sustituir al trabajo realizado por el ser humano, ya que son más eficientes y rápidos que un trabajo artesanal (Girondella Mora, 2016).

Capítulo dos

La industria del café

2.1 Introducción

Para el presente capítulo se realiza un análisis de la industria del café en Ecuador y en la provincia de Loja, detallando información importante e indicativa de este sector. Además, se hablará sobre la producción y preparación del café.

2.2 Industria del café en Ecuador

La industria del café en Ecuador, es una fuente fundamental de ingreso que representa gran importancia en el avance económico, es reconocido como productor de café siendo este el único país que exporta todos los tipos de café: arábigo, lavado, arábigo natural y robusta. Por la ubicación geográfica, Ecuador tiene mejor calidad de café en América del Sur, mayor demanda en Europa y Estados Unidos. Ecuador produce café en 23 de sus 24 provincias (PRO Ecuador, 2013).

Para el Ecuador, la caficultura es una actividad de gran importancia en lo económico, social y ambiental. Por lo tanto, significa generación de ingresos para los caficultores, acopiadores, transportistas y comercializadores; además, este sector cumple un rol importante social en el Ecuador (Fórum Café, 2020). El café ecuatoriano no es uno de los más populares del mundo, no por falta de calidad, sino por falta de abastecimiento en sus cultivos en la demanda a nivel internacional (Fórum Café, 2020; Sánchez et al., 2020).

En el ámbito social, la producción del café en el país genera fuentes de empleo e ingresos a las familias y actores de la cadena. Además, durante los últimos quince años Ecuador se ha ubicado entre los ocho primeros cultivos con mayor superficie cosechada (Monteros Guerrero, 2016).

El café producido en el Ecuador, tiene mucha importancia, ya que es uno de los más reconocidos a nivel mundial, y a través del apoyo de instituciones como Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) y el instituto de Propiedad Intelectual (IEPI) buscan establecer un sello característico al café ecuatoriano con el fin de darle mayor valor de exportación (Robles Poveda, 2021).

Robles Poveda (2021) afirma que cada café, a nivel mundial, está caracterizado por un gusto determinado, es por ello, que se considera que el café producido en Ecuador, precisamente en Loja, tiene calidad alta como para competir con cualquier otro café del mundo.

El sector industrial cafetalero del Ecuador, cuenta con tecnología de punta en la producción de café instantáneo, lo que garantiza la calidad de los productos de exportación (Guachisaca Roblez, 2015), lo cual indica una evolución de manera excepcional a lo largo de su trayectoria, impulsando grandes cambios a nivel social. La alta demanda de este producto, ha provocado el lanzamiento de diversos tipos de café, generando así competitividad en el sector productivo.

Las empresas ecuatorianas dedicadas a elaboración de café instantáneo, además de café verde o en grano, exportan en diferentes presentaciones, entre ellas tenemos: el Café atomizado y Café liofilizado (Guachisaca Roblez, 2015).

2.2.1 Principales destinos exportadores de café desde Ecuador

El Ecuador se representa como un país exportador en el sector del café, ya que algunas ciudades del país poseen de una alta calidad de café. Datos del Banco Central del Ecuador indican el valor exportado por cada país desde el año 2017 al 2021 (Banco Central del Ecuador, 2022), como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Lista de países importadores de café

Importadores	Valor exportado en 2017	Valor exportado en 2018	Valor exportado en 2019	Valor exportado en 2020	Valor exportado en 2021	Total, Exportado 2017 -2021
Chile	352	598	844	922	991	3707
Estados Unidos de América	92	122	121	68	107	510
Suiza	0	0	0	3	217	220
Canadá	37	92	55	3	8	195
Japón	0	144	0	0		144
Rusia, Federación de	32	17	13	68		130
China	0	0	117	0		117
Emiratos Árabes Unidos	0	0	40	5		45
Francia	0	1	28	1		30

Panamá	0	0	0	16	9	25
Alemania	5	0	11	0	2	18
Suecia	0	0	0	17		17
España	0	0	0	16		16
República Checa	9	1	2	0		12
Noruega	0	12	0	0		12
Países Bajos	2	1	1	5	2	11
Paraguay	0	0	0	0	5	5
Turquía	0	0	0	0	3	3
Reino Unido	0	1	0	1	1	3
Taipéi Chino	1	1	0	0		2
Italia	0	0	0	0	1	1
Bulgaria	0	0	1	0		1

Nota. En esta tabla se observa el país y el valor exportado de café expresado en miles de dólares americanos, desde el año 2017 al 2021. (<https://www.bce.fin.ec/>)

2.2.2 Concurso Taza Dorada Ecuador

Taza Dorada es un evento 100% ecuatoriano, creado a inicios del 2007, destinado especialmente para los productores de café, con el fin de promover mejores prácticas de producción agrícola, cosecha y postcosecha; de igual manera, motivar a los productores a desarrollar un café de calidad, transformando la caficultura de cafés comerciales a cafés especiales (Taza Dorada, 2021).

Los principales objetivos del concurso son (Anecafe & PRO ECUADOR, 2016):

1. Promover a aplicar buenas prácticas agrícolas y el reconocimiento económico a los caficultores ecuatorianos.
2. Dar a conocer las cualidades y diferencias en la excelencia de sus cafés a especialistas, compradores y consumidores, tanto nacionales como internacionales.
3. Ofertar la vinculación de los productores cafeteros y el desarrollo de actividades relacionadas a café.

2.3 Industria del café en Loja

En la pequeña industria del café en Loja, la producción y preparación de café aumentado de manera excepcional en la provincia de Loja, generando nuevas fuentes de

trabajo a pequeños y medianos productores. Sin embargo, existe alta competitividad en los mercados locales con marcas nacionales e internacionales.

Para los Lojanos, el café de la provincia de Loja es más que una bebida, lo ven como parte de su cultura, ya que en algunos casos viene por una tradición de familias productoras que se dedican al cultivo y producción de café (Lojano café de origen, 2021).

La provincia de Loja, es reconocida a nivel nacional e internacional por la tradición cafetalera y por la producción de un café de calidad (Ministerio de Turismo, 2018). El café de la provincia de Loja es exportado a muchas partes del mundo, tostado, molido o filtrado, a países como: Estados Unidos, Canadá, Países Europeos y Asiáticos (Lojano café de origen, 2021). La mayoría de los pequeños productores, se encuentran en las montañas de los cantones cafetaleros de la provincia de Loja (Lojano café de origen, 2021; Ministerio de Turismo, 2018). En tabla 2 podemos observar las características promedio que tiene un productor de café en la provincia de Loja.

Tabla 2

Características de un productor de café en la provincia de Loja

Provincia	Loja
Edad del productor	53
Generaciones	2 y 3
Nivel de educación (Años promedio)	8
Origen del principal ingreso mensual	Producción de otro cultivo
Acceso a Capacitación (%)	88%
Nivel de Asociatividad (%)	51%

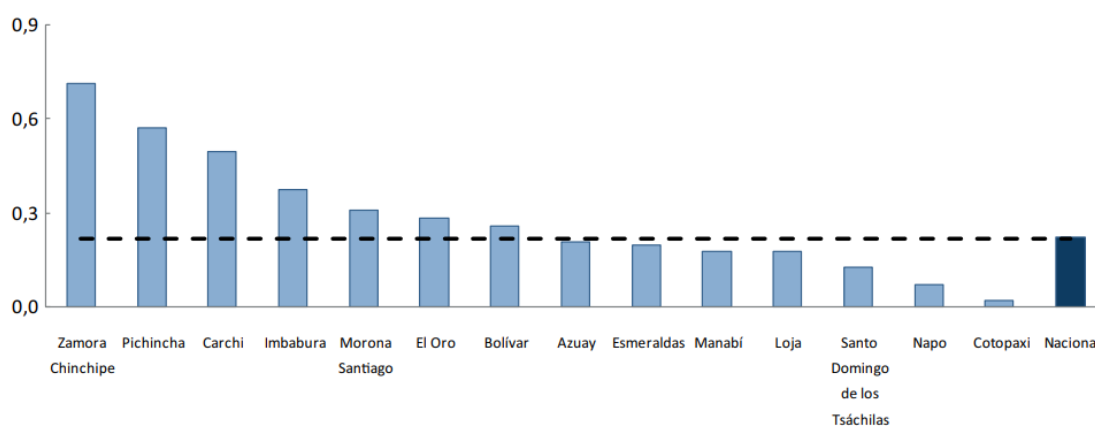
Nota. En esta tabla se observa las características promedio que tiene un productor de café en la provincia de Loja.

Hasta el 2013, en la provincia de Loja eran cultivadas un total de hasta 29.552 hectáreas, generando una producción anual de 130.000 quintales de café, los cuales eran exportados a los países compradores. Los cafés que se producen en Loja son: Arábigos,

Caturra y Typica, los cuales tiene un sabor muy especial (Robles Poveda, 2021). En la figura 6 se observa el rendimiento en toneladas por hectárea por año (t/ha) por cada ciudad en el 2016, en donde Loja se ubicó por debajo de 0.3 t/ha.

Figura 6

Rendimiento promedio de café Arábigo



Nota. Tomado de Rendimiento de café grano seco en el Ecuador 2016 [Fotografía], por Monteros Guerrero A, 2016, (<https://fliphtml5.com/ijia/gang/basic>)

En la provincia de Loja existe la marca de denominación de origen “Lojano Café de Origen”, la cual es un signo distintivo que identifica la calidad y renombre de café cosechado en las zonas de la provincia de Loja. Las características exclusivas de este producto están dadas por la ubicación geográfica y factores naturales y humanos. Los productores, comerciantes y exportadores de café de la provincia de Loja pueden hacer uso de dicha certificación, siempre y cuando cumplan las condiciones y normativas establecidas para obtener la autorización de uso de la DO “Lojano Café de Origen” (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2020). El uso de la marca DO “Lojano Café de Origen” indica al consumidor que está adquiriendo un café de calidad producido en la provincia de Loja.

En la provincia de Loja existe la Mesa Provincial del Café, la cual trabaja en la denominación de Origen del Café de Loja, desarrollado por el comité técnico de la submesa de comercialización. Su objetivo es mejorar la calidad del café tostado y molido ofertado por marcas locales e impulsar procesos para el funcionamiento de la denominación de origen

café de Loja. También, da a conocer el origen y calidad del café de Loja y promover vinculaciones comerciales entre productores y compradores nacionales e internacionales (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), 2022).

Entre el 2016 y 2018 se llevó a cabo la capacitación de 6 asociaciones y 22 marcas de café, para la mejora de calidad del café tostado y molido ofertado por marcas locales.

La provincia de Loja ha recibido premios importantes por su café, ya que las condiciones agroclimáticas son favorables en el desarrollo de los sistemas de producción y procesos de manejo en el cultivo, cosecha y post cosecha (Ministerio de Turismo, 2018). De igual manera, la mano de obra y pasión de los productores Lojanos, hacen que su café sea uno de los mejores para el usuario consumidor (Lojano café de origen, 2021; Ministerio de Turismo, 2018).

2.3.1 Premios Taza Dorada a la provincia de Loja

Los caficultores de la provincia de Loja en diversas ocasiones han sido reconocidos como ganadores del premio “Taza Dorada” otorgado por el Proyecto de Reactivación de Café y Cacao Nacional Fino de Aroma del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador (ProEcuador). Elizabeth Ríos y Hernán Celi del cantón Olmedo, representantes de la empresa “A COPOC”, en 2014 por primera vez en la historia cafetalera del país alcanzaron un puntaje de 89.20 en calidad de café (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014). Esta zona del país se ha llevado el primer lugar por siete ocasiones en las once ediciones del evento (Ministerio de Turismo, 2018; Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

Debido a la excelente calidad el café Lojano ha ganado 10 de las 14 ediciones del concurso Taza Dorada y calidad en taza del café. En la tabla 3 podemos observar los puntajes obtenidos por la provincia de Loja durante los últimos 14 años en el concurso de la taza dorada, donde podemos observar la puntuación obtenida y al cantón perteneciente. Los años 2019 y 2020 son los puntajes de calidad más altos alcanzados en las ediciones del concurso de Taza Dorada (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), 2022). En la figura 7 se muestra el crecimiento que ha tenido el puntaje, el cual muestra una curva positiva.

Tabla 3

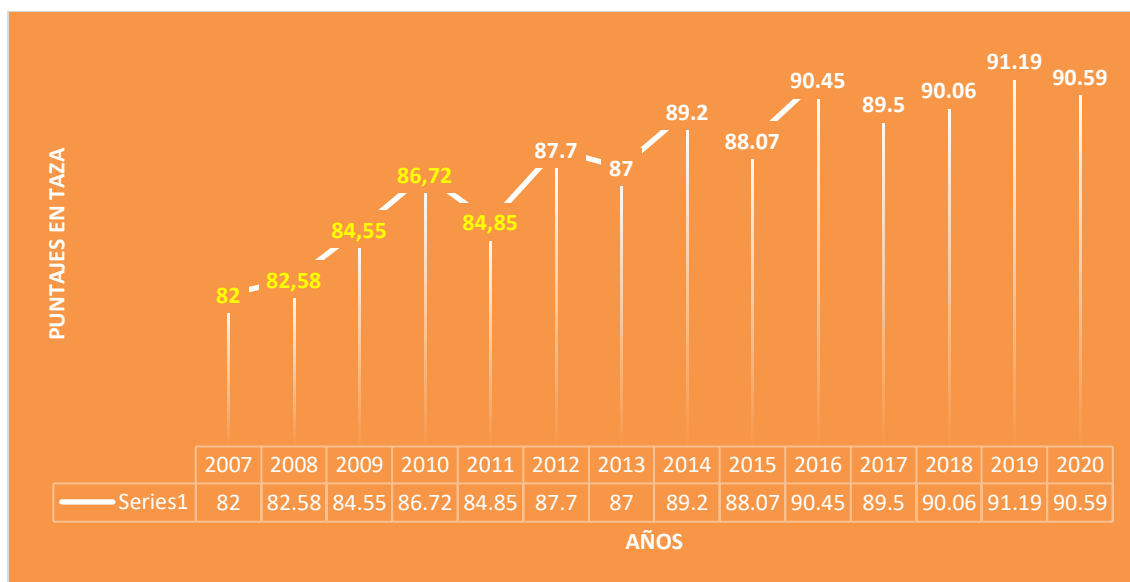
Resultados del concurso taza dorada en los años 2007 - 2020

Año	Puntaje	Cantón	Provincia
2007	82	Quilanga	Loja
2008	82.58	Quilanga	Loja
2009	84.55	Olmedo	Loja
2010	86.72	Palanda	Zamora Chinchipe
2011	84.85	Espíndola	Loja
2012	87.7	Palanda	Zamora Chinchipe
2013	87	Olmedo	Loja
2014	89.2	Olmedo	Loja
2015	88.07	Puyango	Loja
2016	90.45	Calvas	Loja
2017	89.5	Pallatanga	Chimborazo
2018	90.06	Quito	Pichincha
2019	91.19	Sozoranga	Loja
2020	90.59	Sozoranga	Loja

Nota. En esta tabla se observa los puntajes obtenidos en el concurso Tasa Dorada durante los años 2007-2020, y de igual manera al cantón perteneciente. (<https://www.agricultura.gob.ec/>)

Figura 7

Rendimiento del puntaje en taza en los años 2007 - 2020



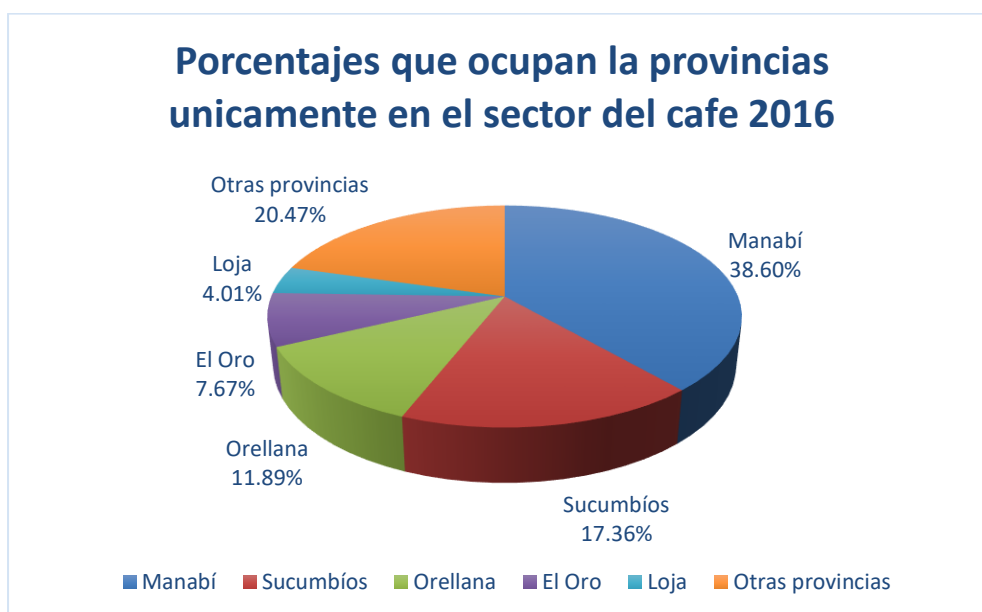
Nota. Tomado de Ganadores Taza Dorada [Fotografía], por Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021, (<https://www.agricultura.gob.ec/>)

2.3.2 Porcentaje de ocupación del sector del café en la provincia de Loja

Según la Superintendencia de Control del poder de Mercado (2016), los datos del último Censo Agropecuario, en la superficie únicamente de café, Loja ocupa el 4.01%, mientras que Manabí tiene un mayor porcentaje de ocupación, como se muestra en la figura 8. En Loja y su provincia como tal, existen microempresas que no han logrado generar mayores ingresos y crecimiento en su producción.

Figura 8

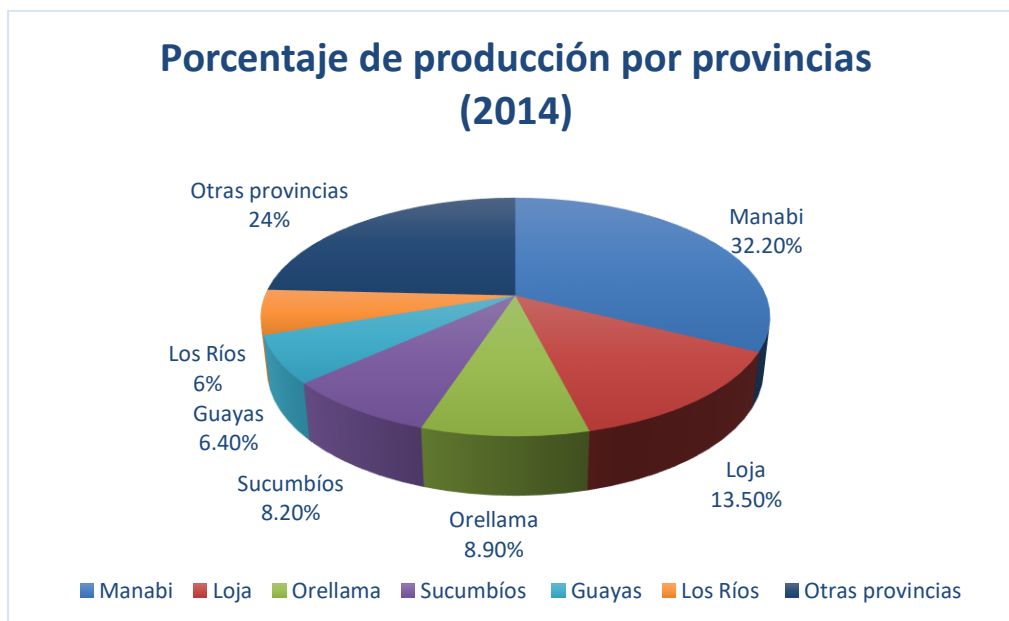
Porcentajes sector café de las provincias 2016



Según Robles Poveda (2021, como se citó en INEC, 2014) menciona que los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del año 2014, indican que la mayor parte de producción es localizada en Manabí con un 32.20%, Loja con el 13.5%, Orellana con el 8.9%, Sucumbíos con el 8.2%, el Guayas con un 6.4% y Los Ríos con el 6%, y el 24% restante de la producción total se distribuye entre las provincias de Esmeraldas, Pichincha, El Oro, Cotopaxi, Azuay, Imbabura, Carchi, Chimborazo, Cañar, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, como se muestra en la figura 9.

Figura 9

Porcentaje de la producción de las provincias (2014)



El café llega al 14.44% con plantaciones distribuidas en todos los cantones, a excepción de Zapotillo, en donde el 75% de los cafetales se encuentran establecidos en los cantones de Loja, Olmedo, Sozoranga, Quilanga y Chaguarpamba (Prefectura de Loja, 2019).

2.3.3 Porcentaje económico y clasificación de la industria del café en la provincia de Loja

Actualmente, la provincia de Loja representa el 0.71% de toda la industria cafetera, este porcentaje se representa de toda la industria comercial existente que aporta a la economía; el cual corresponde al total de establecimientos registrados legalmente dentro del Servicio de Rentas Interna (SRI), con un total de 168 microempresas, de las cuales se dedican a varias actividades de la industria cafetalera. En la provincia de Loja se encuentran 10 negocios dedicados a actividades de preparación y servicio de bebidas para el consumo inmediato, entre ellos son: cafeterías, tiendas de jugos de frutas, entre otros, los cuales se encuentran registrados dentro del SRI, como se observa en la tabla 4 (Barrazueta Paccha & Castro Mendieta, 2022).

Tabla 4*Actividades de los negocios del sector cafetalero*

Actividades a las que se dedican los negocios de la industria cafetalera registrados en el Servicio de Rentas Internas (SRI)	
10	Actividades de preparación y servicio de bebidas para su consumo inmediato en: cafés, tiendas de jugos de fruta, vendedores ambulantes de bebidas, etcétera
6	Actividades de postcosecha: desmotado de algodón, preparación de hojas de tabaco, preparación de cacao y café en grano, secado al sol de frutas y hortalizas.
51	Venta al por mayor de café, cacao, te y especias.
16	Cultivo de café.
85	Actividades de descafeinado, tostado y elaboración de productos de café: café molido, café instantáneo (soluble), extractos y concentrados de café.

Nota. En esta tabla se observa la cantidad de negocios existentes por actividad del sector cafetalero, tomado de Servicios de Rentas Internas (SRI) (<https://www.gob.ec/sri>).

2.3.4 Problemas

La provincia de Loja ubicada en la zona 7 del Ecuador, presenta producción baja de café. La cosecha por quintales no alcanza lo esperado por los productores, lo cual implica gastos que no se cubren mensualmente. Por ello, los productores buscan ayuda a proyectos que mediante los cuales puedan ejercer de nuevas tecnologías aplicadas en esta zona. Además, el precio del café en algunos años impedían al caficultor tomar riesgos de inversión para combatir los problemas presentados durante la producción (Cumbicus Torres & Jiménez Azuero, 2012). Esto indica problemas en el ámbito tanto de producción como de ventas al consumidor.

Otra de las causas principales, es la falta de crédito a los caficultores, por lo cual desconocían de las buenas prácticas de cultivo, y de igual manera falta de infraestructura adecuada para su tratamiento y beneficio del café (Cumbicus Torres & Jiménez Azuero, 2012).

Actualmente, la mayoría de las industrias del sector cafetalero en la provincia de Loja trabajan de manera artesanal, es decir, sus procesos aún no han sido automatizados, esto también es debido a lo mencionado anteriormente. La falta de automatización de este sector,

genera muchos problemas en los caficultores, ya que los costos de producción superan los ingresos, por lo tanto, no generan cantidades grandes de café para su comercialización. Pese a ello, existen organizaciones que buscan elevar la producción y ventas cafetaleras. Además, la alta demanda de producción de café, la provincia de Loja combate las causas de la baja elaboración de café.

Dentro del sector de las ventas se encuentra la preparación del café hacia el consumidor, el cual también presenta algunos problemas, entre ellos están: se debe preparar una bebida excelente, poder ofrecer variedades de cafés, cumplir con la necesidad del usuario, entre otros, esto cada vez se vuelve más exigente ya que el consumidor requiere calidad en su taza de café. De igual manera, otro problema que se presenta es el no obtener utilidad mensualmente, lo cual no cubre los gastos del propietario, debido a que los ingresos son menores que los egresos.

2.3.5 Determinación de precios del café en la provincia de Loja

Según el presidente de La Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur (FAPECAFES) del Ecuador, (FAPECAFES, 2022), dice que la determinación del precio del café depende mucho de la calidad de café que se ofrece en cualquiera de los tipos existentes de café.

El precio del café dentro de la provincia de Loja varía según la calidad y puntaje del mismo, existen 3 tipos de café: Lavado, Natural Especial, Honey y Oro (café normal). El quintal del café Oro este alrededor de \$230, el cual es el café normal. El café Honey suele ser utilizado solo para los concursos de la Taza Dorada (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), 2022).

Por ejemplo, en el 2019 se realizó el evento “Subasta de cafés especiales”, se contó con la participación de 8 compradores internacionales provenientes de: Australia, Japón, China y EEUU. En el evento se subastaron los 10 mejores lotes de café provenientes de agricultores de la provincia de Loja, el primer lugar lo obtuvo el cantón Saraguro con un puntaje de 90.03 a un precio de \$21 la libra (Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2020).

2.3.6 Empresas de cafés especiales en Loja y su provincia

La ciudad de Loja y su provincia siempre se ha caracterizado por ser una ciudad emprendedora, sobresaliendo el sector del café. Existen varias marcas de café locales con nombres reconocidos por su especial sabor y calidad, la tabla 5 nos muestra unas de las empresas con marcas especiales de café y en que parte de la provincia de Loja se encuentran.

Tabla 5

Marcas de café especial en la provincia de Loja

Propietarios	EMPRESA	LUGAR
Manuel Romero	INDERA	Loja
Hubert Ontaneda	SOUL ROSTER	Loja
Roberto Jiménez	CAPAMACO	Loja
David Sánchez Dávila	CAFESSA	Cariamanga
Ramiro Coronel	KAWEH	Sozoroanga
Nixon Maldonado	SAN SEBAS	Loja
Luis Torres	NEPTALI	Loja

Nota. En la presente tabla se observa las empresas de café

especiales, junto a los propietarios y ubicación de las mismas.

2.4 Producción y preparación del café

La superintendencia de Control del Poder de Mercado, considera importante el analizar la cadena de valor que tiene el sector del café para su proceso, donde la cadena de abastecimiento agroindustrial está constituida por el suministro mediante una serie de etapas que parte de la producción agrícola, ya sea como el cultivo, recolección, despulpado y tratamiento, seguido de ello por el procesamiento de secado y cribado y distribución y almacenamiento, posteriormente entra la comercialización para el mercado interno o externo, la industrialización y finalmente la distribución, lo cual es el empaquetamiento (Superintendencia de Control del Poder de Mercado, 2019).

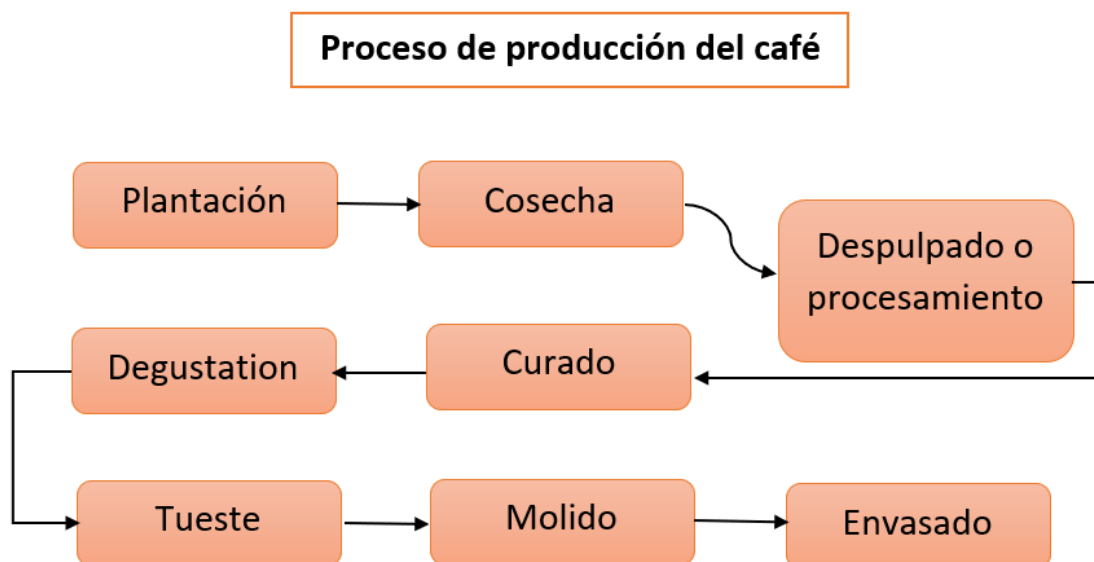
El proceso del café tiene que pasar por varias etapas para llegar al producto final de comercialización y consumo, su desarrollo es muy importante para lograr buena calidad de café.

2.4.1 Proceso de producción del café

El proceso de producción del café consta de 8 etapas antes de llegar a su etapa de comercialización, las cuales son: plantación, cosecha, despulpado o procesamiento, curado, degustación, tueste, molido y envasado, como se muestra en la figura 10. Cada una de estas etapas son importantes, ya que son necesarias para lograr la característica perfecta y obtener un café de calidad (El Auténtico Café, 2019). En la fase del tostado y envasado, el café culmina su proceso para tomar la forma y sabor adecuado. El café es entregado a las cafeterías o locales de venta, en grano, molido o envasado, para su producción, consumo y exportación a diferentes partes del mundo.

Figura 10

Proceso de producción del café



2.4.2 Proceso de preparación del café

Hoy en día existen varios estilos de bebidas que podemos preparar con café, como lo son: cappuccino, mocaccino, expreso, corretto, frapé, americano, café helado, entre otros, los cuales podemos encontrar en cafeterías, restaurante, bares, etc. Cada estilo tiene su forma de preparación, características y sus proporciones (Brugova Technologies S.L., 2020).

Actualmente, en el mercado hay varios tipos de cafeteras o maquinas que permiten la preparación del café, cada una tiene características distintas y un resultado final diferente,

además, existen diversos métodos de extracción del café o accesorios que nos permiten preparar el café, como lo son: maquina exprés, cafetera de filtro, prensa francesa, aeropress, italiana o moka, cafetera de sifón, entre otras, como se muestra en la figura 11 (Brugova Technologies S.L., 2020).

Figura 11

Métodos de extracción del café



Nota. Tomado de Cafés: Guía Básica [Fotografía], por Sabora cafés tostados no día, 2020, (<https://bit.ly/3Mdqs6a>)

En la mayoría de lugares, los diferentes estilos de bebidas son preparadas a través de un barista especializado en la preparación de café, el cual lo realiza mediante una máquina expreso, como se muestra en la figura 12.

Figura 12

Máquina de café expreso



Nota. Tomado de Máquinas de Café [Fotografía], s.f.
(<https://www.forumdelcafe.com>)

2.4.3 Definición de un barista

Un barista es una persona profesional en preparar bebidas con diferentes métodos, con buenos conocimientos sobre la cadena de valor del café, para lograr impactar con la bebida. Su función es el manejo de la estación de la máquina de café, responsable de la preparación, mezcla y distribución de las bebidas ordenadas por el usuario (Mattia, 2018).

Capítulo tres

Automatización y robótica en la preparación del café

3.1 Introducción

En el presente capítulo se hablará sobre la automatización y robótica en la preparación del café, mencionando el impacto que tiene en esta área. De igual manera, se menciona como son en la actualidad las ventas de bebidas de café. Además, se describe los robots PULSE y KUKA, y finalmente se encuentra empresas que ya han aplicado la automatización y robótica en la preparación del café.

3.2 La robótica en la preparación de café

Hoy en día, la robótica es una de las nuevas tecnologías con más acogida en el mundo, debido a que la gente busca facilidad y comodidad en la vida cotidiana, y la ven como una solución a los problemas. El uso de los robots aumenta día a día en la mayoría de los campos (Lanjewar et al., 2020). De esta manera, se busca fusionar introducir la robótica en el proceso de preparación de café.

Sin embargo, para muchas personas la implementación de la automatización y robótica en la industria del café es inevitable, ya que los consumidores requieren de eficiencia, calidad y consistencia en los ámbitos del consumo del café. A pesar de ello, para algunos la introducción de la automatización en la preparación del café es una contradicción al arte de hacer café (Calderón, 2021).

El aplicar la robótica permite la automatización de servicio, el cual crea nuevas experiencias para los humanos, donde los consumidores del día a día pueden preferir y apreciar. Por lo tanto, el campo de la robótica proporciona soluciones innovadoras. En la industria del café, en algunos países, se ha comenzado a implementar la robótica, haciendo uso de los robots “baristas”, los cuales se consideran una nueva tecnología para la preparación y venta de café (Hwang et al., 2021). Esto indica que la robótica está cada vez más cerca de introducirse con más fuerza, ya que el uso de robots puede mejorar muchos aspectos, como:

- a) Efectividad en la preparación del café.

- b) Incremento de producción.
- c) Vende la experiencia.
- d) Trabaja en forma indefinida.
- e) Mayor rendimiento que una persona.
- f) Almacena información de los clientes y sus preferencias de café.

De igual manera, la robótica en la preparación del café trae varias desventajas, ya que esta tecnología está empezando a introducirse en esta área, entre ellas tenemos:

- a) Limitación de mano de obra.
- b) Cantidades grandes de inversión.
- c) Inexistencia de personal capacitado.
- d) Mantenimiento seguido del robot.

3.3 Impacto de la automatización y robótica en la preparación del café

La implementación de la automatización y la robótica en la preparación de café cubre la necesidad, eficiencia y exigencia del ser humano al solicitar la bebida, debido a que el cliente busca calidad en su taza. De esta manera, la automatización de la preparación del café garantiza un producto de alto nivel (Sabogal, 2020). También, el usuario puede realizar la personalización y dosificación de la bebida.

El uso de robots en la preparación del café, genera una nueva experiencia en los clientes aumentando las ventas, reduciendo el tiempo de preparación y evitando reclamos de los usuarios. La robótica aplicada en la preparación y ventas del café, está generando nuevas expectativas, por lo tanto, el uso de los robots crea experiencias únicas al consumidor (Hwang et al., 2021; Sabogal, 2020).

Los datos obtenidos de los clientes permiten crear nuevos productos y nuevas estrategias de ventas, para de esta manera mejorar e incrementar los ingresos y su servicio. Los sistemas automatizados en la preparación del café pueden integrar la información de todos los puntos de venta.

3.4 ¿Cómo son las ventas actualmente?

Actualmente, las ventas de bebidas de café se dan, a través de publicidad, redes sociales o ferias mediante una persona. Este mecanismo no cumple las expectativas a la que quiere llegar el productor, ya que esto le genera gastos a la empresa. Además, es difícil llegar de manera rápida y efectiva hacia el consumidor.

Las ventas del café son a través de interacción de persona a persona, el usuario se acerca al barista y solicita su bebida. La experiencia que se brinda es atractiva, pero no es nada fuera de lo común, es por eso que, con la introducción de la automatización y robotización se busca generar una mejor experiencia en la preparación del café.

3.5 ¿Por qué industrializar el sector de la preparación de café en Loja?

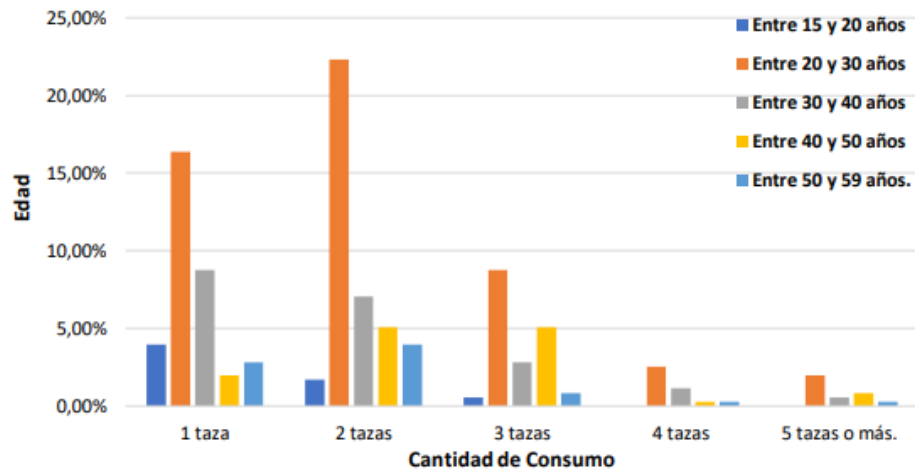
El proceso de preparación de café en Loja se ve en necesidad de ser industrializado, ya que tiene mucha acogida por los usuarios. El consumo del café cada día es más frecuente por las personas, ya sea en cafeterías, restaurantes, domicilios, centros comerciales, entre otros, de esta manera, este proceso se ve con la necesidad de incrementar sus ventas hacia el consumidor, donde la automatización y robótica puede solucionar los problemas mencionados anteriormente y mejorar las ventas en la preparación del café.

Actualmente, el consumidor exige excelencia y calidad en su bebida, además, busca dosificar los ingredientes en su taza de café. La automatización y robótica, que hace referencia a la industria 4.0, brinda eficiencia y personalización de un producto dentro de un proceso.

Según datos de Encarnación Erique (2020), el consumo de café de la población de la ciudad de Loja, en el 2020, es de 289.974 tazas de café por día, este valor es tomado con un total de habitantes de 145.604. Esta investigación se realizó en base al consumo por edad y cantidad de tazas al día, en un rango de edades de 15 años a 59 años. La figura 13 muestra los porcentajes obtenidos.

Figura 13

Porcentaje de consumo de edad y cantidad



Nota. Tomado de Consumo del café en la población de la ciudad de Loja: Periodo de Estudio [Fotografía], por Richar Alcívar Encarnación Erique, 2020, (<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23689>)

3.6 Brazos robóticos en el proceso de preparación de café

El constante avance tecnológico ha permitido a empresas del mundo a desarrollar diferentes tipos y marcas de brazos robóticos, utilizados para procesos industriales o comerciales. Existen diversas piezas que se le puede colocar a los brazos robóticos para realizar el proceso con calidad. Entre esos tenemos: Tenaza Pinza, Electroimán, entre varios accesorios.

Actualmente, la robótica está empezando a introducirse en la preparación del café, por ello, se detalla algunos tipos y marcas de robots colaborativos utilizados, en donde estos brazos robóticos son por lo general robots articulados (6 ejes), entre ellos están: PULSE y Robots KUKA.

3.6.1 PULSE

PULSE es un brazo robótico de Rozum Robotics, basado en una línea de manipuladores de brazo que están destinados a la automatización de flujos de trabajos comerciales e industriales. Son eficientes en tareas repetitivas con pequeñas variaciones en los parámetros del proceso, como: recoger y colocar, encolar, etc. Los robots PULSE cuentan

con un diseño modular y seis grados de libertad, es decir es un brazo robótico de 6 ejes como se muestra en la figura 14, realiza movimientos casi similares como al brazo de un ser humano (Rozum Robotics, 2021).

Figura 14

Brazo robótico PULSE



Nota. Tomado de Rozum Robotics:
Robotic Arm PULSE [Fotografía],
por Rozum Robotics, 2021,
(<https://rozum.com/>)

PULSE es un brazo robótico seguro, no requiere de una estructura o jaula protectora y pueden trabajar con contacto directo con una persona. Su instalación, configuración y ajuste son rápido y fáciles. Su precio es de alrededor de 22\$ mil dólares (Rozum Robotics, 2021).

3.6.2 Robots KUKA colaborativos

Dentro de los robots KUKA colaborativos está el LBR iiwa que es un robot ligero para montajes de tareas sensibles como se observa en la figura 15, es un brazo robótico preparado para la colaboración entre personas y robots. LBR es la abreviatura utilizada para “robot de estructura liviana” y iiwa para “intelligent industrial work assistant”. Es un brazo robótico sensitivo y colaborativo, que está disponible en dos variantes con capacidades de carga de 7 y 14kg (KUKA, 2022).

Figura 15

Robot KUKA: LBR iiwa



Nota. Tomado de Robots industriales de KUKA [Fotografía], por KUKA, 2022 (<https://bit.ly/2X17RQ1>)

3.7 Robótica aplicada a la preparación del café

Los robots baristas es una nueva forma en la automatización de la preparación del café, poseen características que los hacen únicos, desarrollados para ofrecer una excelente taza de café, sin perder el arte de ser preparado por una persona y brindar una experiencia única a sus usuarios. Algunas empresas del mundo han comenzado hacer uso de los brazos robóticos, entre ellas están: KNEXT, Café X y Café Rozum.

3.7.1 KNEXT

KNEXT es un robot barista totalmente automatizado, alemán, que utiliza dos robots KUKA colaborativos, como se muestra en la figura 16. Este robot se basa solo en la preparación de café con leche, y puede utilizar tazas desechables o de porcelana, las cuales son más delicadas para este mecanismo y requieren de mucho cuidado. Su configuración es fácil y ocupa poco espacio, lo cual permite que se lo ubique fácilmente en cualquier área. Este robot garantiza una alta calidad de café artesanal, lo puede preparar en una taza o en una

jarra. KNEXT es adecuado para empresas de catering, tanto medianas como grandes. Al momento de realizar la preparación del café el ruido generado es mínimo (KNEXT, 2020).

Figura 16

Robot barista KNEXT



Nota. Tomado de KNEXT [Fotografía], por KNEXT, 2022, (<https://www.knext-solutions.com/>)

KNEXT posee de un amplio menú con 15 especialidades de cafés y 4 variedades de leche, y el pedido se lo realiza a través de una pantalla y es servido por un mesero. De igual manera, puedes personalizar tu bebida de café y té brinda una experiencia llamativa. Este robot barista puede llegar a preparar hasta 100 tazas por hora, superando así el número de tazas que prepara una persona por hora (KNEXT, 2020).

3.7.2 Café X

Café X es una empresa con sede en California, fundada en 2015. Desarrollo la implementación de un robot barista para elaborar perfectas bebidas de café y mantener la calidad de un barista humano, lo cual genera una extraordinaria experiencia de café (CAFE X, 2020).

Café X construyó el robot barista dentro de un quiosco muy acogedor, en donde se encuentra la máquina de café. Los pedidos se los realiza interactuando con el robot a través

de una tablet que opera con el sistema, como se muestra en la figura 17. Esta empresa utiliza un robot de seis ejes, para llevar a cabo la función necesaria para elaborar una taza de café. Este robot barista puede llegar a preparar hasta 120 tazas de café por hora (CAFE X, 2020).

Figura 17

Robot Barista: Café X



Nota. Adaptado de Cafetería Robótica Café X [Fotografía], por Café X, 2020, (<https://cafexapp.com/>)

Café X es una fábrica de alimentos controlada a alta velocidad, que posee un amplio menú que va desde un latte, hasta expreso, y de igual manera tiene productos lácteos frescos y de buena calidad. Cuenta con dos quioscos en el aeropuerto de San Francisco y en la ciudad Sheikh Zayed, en Dubai (CAFE X, 2020).

3.7.3 Café Rozum

Café Rozum está relacionada con la historia de Rozum Robotics, la cual es una empresa fundada en el 2016. Café Rozum comenzó tuvo inicios en el 2019, es un punto de café robótico, el cual prepara café un robot barista las 24 horas del día, los 7 días de la semana (Rozum Café, 2020).

Café Rozum utiliza un brazo robótico PULSE, como se muestra en la figura 18, que se especializa en el arte del café, el cual consta de servomotores y software desarrollado por Rozum Robotics. De igual manera consta de un amplio menú, puede preparar cualquier bebida de café como un expreso, americano, latte, capuchino, entre otros. El dispositivo cuenta con una gran cantidad de piezas de máquinas de última generación para garantizar un servicio de café autónomo (Rozum Café, 2020).

Figura 18

Rozum Café



Nota. Adaptado de Join the Rozum Café, Join the future [Fotografía], por Rozum Café, 2020 (<https://cafe.rozum.com/>)

El robot barista sigue la receta perfecta para preparar cada pedido y entregar un café de calidad. Los pedidos se los realizan en una pantalla táctil y el pago se lo puede realizar mediante tarjeta, teléfono o en efectivo. El sistema de preparación utiliza una máquina de café Nuova Simonelli. El exterior de la cafetería está formado por paneles transparentes, para que permitan a los clientes observar cómo prepara el café el robot barista. En comparación con Briggo y Café X, Rozum café está disponible para la venta (Rozum Café, 2020).

3.8 Áreas en las que se puede aplicar el proceso del robot de la preparación y ventas de café

La implementación de un brazo robótico puede ser utilizado en otras áreas de preparación, como: gastronomía, lácteos, confitería, entre otras; ya que la automatización y robótica ayuda a mejorar y crecer los procesos en las industrias, siguiendo un mecanismo para la mejora de las mismas. El robot en la preparación del café brinda las siguientes características:

- **Cliente:** El análisis propuesto para la preparación del café, permite al cliente conocer la calidad del producto e inducir ventas de unidades de productos de café para que sean preparados en su casa.
- **Vendedores:** Con los datos almacenados de los clientes, se puede diseñar un proceso de marketing para futuras ventas.
- **Experiencias:** El robot brinda experiencias únicas al usuario, lo cual atrae a su consumidor ya que puede observar el proceso de preparación de inicio a fin.

Capítulo cuatro

Diseño y análisis técnico/económico en la preparación del café

4.1 Introducción

En el presente capítulo se abordará el proceso del robot en la preparación del café, para el cual se utiliza el robot EPSON VT6L. También, se menciona la metodología para la obtención del VAN y TIR, y realizar el análisis técnico y económico; y finalmente, un diagrama de como se llevó a cabo este análisis.

4.2 Proceso del robot en la preparación del café

El funcionamiento del brazo robótico barista es simple y llamativo, ya que su método de trabajo genera expectativas altas al consumidor, permite al cliente observar todo el proceso de preparación de su bebida de inicio a fin, generando atracción a los usuarios.

Primeramente, los usuarios realizan su orden mediante una pantalla táctil ubicada en el área del robot o a través de una aplicación móvil, puede hacer uso de la misma dentro o fuera de la ubicación del robot. El cliente posee de un amplio menú de bebidas en base de café, donde puede dosificar los ingredientes de su café, como escoger el tipo, marca y cantidad de café y leche, nivel de azúcar, tamaño del vaso, entre otras características, esto significa que el usuario puede personalizar su bebida. Seguidamente, el usuario cancela el total mediante la aplicación o en la estación del robot.

Una vez realizado el pedido y cancelado por el cliente, el brazo robótico procede a preparar la orden solicitada, en menos de un minuto, y finalmente es entregada a su usuario. En el caso de realizar el pedido mediante aplicación, el sistema envía una notificación de aviso al cliente indicando que su orden esta lista para retirar.

Añadiendo a lo mencionado, dentro del menú se ofrece la opción de escoger el café recién molido o una tintura ya preparada. Para las opciones de tinturas de diferentes marcas de café se maneja opciones de A, B y C, lo cual queda a elección del cliente. Además, dentro de la misma estación de trabajo se disponen de fundas de café a la venta de las marcas

ofertadas por el robot en las bebidas, de esta manera el usuario tiene acceso a realizar la compra de una funda de café mediante el robot.

Otro plus que se plantea para robot barista es que, dentro del ticket o factura del pedido se encuentre el contacto y pagina web de la empresa de la máquina para ofrecer ventas externas del café al usuario.

4.3 Metodología para la obtención de resultados de inversión

Para comprobar y obtener los valores finales de inversión, nos basamos en la obtención de los indicadores financieros, los cuales son: flujo de caja, valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR).

4.3.1 Flujo de caja

Los ingresos y egresos se los conoce como flujo de caja, el cual indica las entradas y salidas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto dentro de un periodo determinado. Para el cálculo de flujo de caja, se debe restar el ingreso menos los egresos, como lo muestra la fórmula (1) (Kiziryan, 2015).

$$\text{Flujo de caja} = \text{Ingresos periodo} - \text{Egresos periodo} \quad (1)$$

4.3.2 Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que se basa en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión, para de esta manera conocer cuánto se ganará o perderá en la inversión. La fórmula (2) indica como se obtiene el VAN (Velayos Morales, 2014). También, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Si $VAN > 0$, el proyecto genera beneficios.
- Si $VAN = 0$, el proyecto no generara ganancias ni pérdidas.
- Si $VAN < 0$, el proyecto genera pérdidas, lo cual indica que no es viable.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial realizada en el proyecto

F_t = Flujos de caja neto proyectados de cada año del proyecto

i = La tasa de descuento o tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

n = Número de periodos de tiempo

La fórmula de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es la siguiente:

$$TMAR = \text{tasa de interés préstamo}(\%) + \text{tasa de inflación}(\%) + \text{riesgo}(\%) \quad (3)$$

4.3.3 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o retorno que ofrece una inversión, es decir, es el porcentaje de ganancia o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. La fórmula (4) indica como se calcula el TIR (Sevilla Arias, 2014). De igual manera, se debe tener en cuenta la siguiente:

- Si $TIR > TMAR$, el proyecto de inversión es aceptado.
- Si $TIR = TMAR$, el proyecto no generara ganancias ni perdidas.
- Si $TIR < TMAR$, el proyecto debe rechazarse.

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} \quad (4)$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial realizada en el proyecto

F_t = Flujos de caja neto proyectados de cada año del proyecto

n = Numero de periodos de tiempo

4.4 Análisis técnico

El análisis técnico tiene como objetivo analizar la implementación de un brazo robótico barista en la preparación de bebidas de café para optimizar tiempo y generar mayores ventas, para lo cual se ha realizado un análisis sobre los detalles técnicos que se debe tener en cuenta.

4.4.1 Localización del proyecto

El lugar en donde se analiza ubicar el proyecto es en un local fijo o en un área fuera de un local, esto quiere decir que el puesto del robot es movable, se lo puede ubicar en varios

lados dependiendo de la empresa, como por ejemplo en: locales comerciales, aeropuertos, parques, entre otros.

4.4.2 Lista de equipos

Dentro de la lista de equipos tenemos: el brazo robótico VT6L EPSON, la máquina cafetera, el molino de café, pantalla táctil y los tanques para la tintura de café. En la tabla 6 se puede observar los precios aproximados de cada equipo, de esta manera se obtiene el total de los equipos, sin sumar los elementos extras necesarios.

Tabla 6

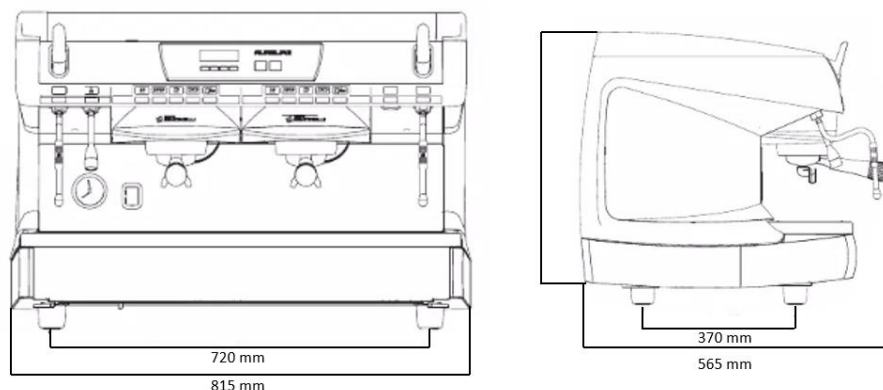
Lista de equipos para el área de trabajo del brazo robótico

COSTOS ESTIMADOS DE INVERSION EN EL BRAZO ROBOTICO BARISTA		
Equipos	Unidades	Precio (\$)
Brazo Robótico VT6L EPSON	1	\$13,900
Máquina cafetera	1	\$8,000
Molino de café	1	\$500
Pantalla táctil	1	\$800
Total		\$23,200

Nota. En la presenta tabla se muestra la lista de equipos tecnológicos necesarios para el área de trabajo, con su precio estimado.

4.4.3 Medidas del equipo de café

El brazo robótico necesita de una máquina de café para la preparación, estas máquinas son llamadas como cafetera de café expreso, de las cuales existen varios tipos y marcas en esta línea. Para el análisis de esta tesis, se toma como referencia la máquina Nuova Simonelli Aurelia II, en la figura 19 se observa las medidas tanto del largo como ancho.

Figura 19*Dimensiones de máquina cafetera*

Nota. Adaptado de Manual Nuova Simonelli Aurelia II [Fotografía], 2021,
 (<https://bit.ly/3pqbn5>)

4.4.4 Brazo robótico EPSON para la preparación del café

Para analizar la industrialización del proceso de preparación de café en la provincia de Loja se escogió la marca de robots EPSON, la cual es una empresa reconocida que ofrece ciertos modelos de brazos robóticos que nos permiten introducir la industria 4.0 en este sector. De esta manera, el robot que se analiza es el EPSON VT6L robot de 6 ejes, como se muestra en la figura 20.

Figura 20*EPSON VT6L*

Nota. Tomado de Robot de 6 ejes EPSON

VT6L All-in-one [Fotografía], por EPSON

Ecuador, 2022, (<https://epson.com.ec/>)

EPSON VT6L robot de 6 ejes es el robot perfecto para una amplia variedad de aplicaciones sencillas. Posee de herramientas que facilitan la integración como la guía de visión y tiene un alcance de 920 mm con una carga útil de hasta 6 kg. Puede funcionar con corriente de 110 V y 220 V, y su instalación es rápida (EPSON Ecuador, 2022).

Los robots de 6 ejes EPSON VT6L son de alto rendimiento y ofrecen una buena flexibilidad y rendimiento, además, su diseño es exclusivo ya que su tamaño reduce el espacio que ocupa y permite trabajar de excelente manera en espacios estrechos. Su precio es de \$13.900 dólares (EPSON Ecuador, 2022). En la tabla 7 podemos observar las especificaciones completas del VT6L.

Tabla 7

Especificaciones del brazo robótico EPSON VT6L

		VT6-A901 (VT6L)
Tipo de montaje		Mesa/techo/pared
Grado de libertad		6
Máx. rango de movimiento	Punto P: a través del centro de J4/J5/J6	920 mm
Superficie de la brida de la muñeca		1000 mm
Peso (cables no incluidos)		40 kg
Repetibilidad	Articulaciones #1-# 6	±0,100 mm
Máx. rango de movimiento	Articulación #1	±170 grados/ ±170 grados/ ±30 grados
	Articulación #2	160 grados~+65 grados (225 grados)
	Articulación #3	-51 grados~+190 grados (241 grados)
	Articulación #4	±200 grados
	Articulación #5	±125 grados
	Articulación #6	±360 grados
Carga útil	Calificado	3 kg
	Máximo	6 kg
Tiempo de ciclo estándar		0,60 seg
Momento admisible de inercia	Articulación #4	0,300 kg•m ²
	Articulación #5	0,300 kg•m ²
	Articulación #6	0,100 kg•m ²
E/S Estándar		In 24 / Out 16
Entornos de instalación		Estándar/sala blanca (ISO4) / IP67

Controladores disponibles		Incorporados
Normas de seguridad		Marca CE, Directiva EMC, Directiva de Maquinaria, Directiva RoHS, ANSI/RIA R15.06-2012 NFPA 79 (Edición 2007)

Nota. En esta tabla se observa todas las especificaciones que tiene el robot de 6 ejes EPSON VT6L, tomado de (<https://bit.ly/3Qmw2Ec>)

4.4.4.1 Software aplicado

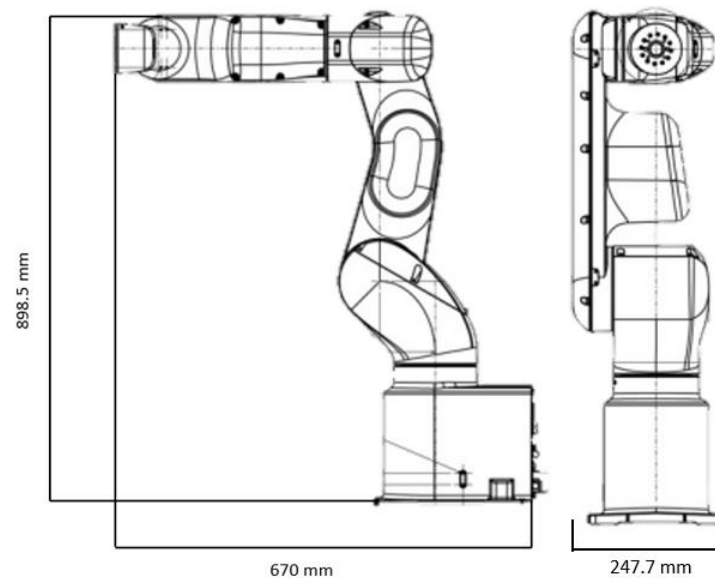
El software que utilizan los brazos robóticos es el EPSON RC+, el cual es un potente software de desarrollo creado por Epson robotics, cuenta con herramientas fáciles de integrar e incluye capacidades de edición para minimizar errores y agilizar el desarrollo de programas. Contiene un lenguaje de programación SPEL+, que es un lenguaje fácil de aprender y usar para aplicaciones de automatización de robots. Tiene más de 500 comandos y declaraciones que incluyen funciones de movimiento, control de E/S, variables y tipos de datos, entre otros, además, este tipo de programación se puede utilizar tanto para aplicaciones complejas como simples (EPSON, 2021).

4.4.4.2 Medidas del brazo robótico EPSON VT6L

Las medidas del brazo robótico VT6L de marca EPSON son medidas relativamente ajustables para la implementación de este robot en la preparación de café. En la figura 21 se observa la vista horizontal y frontal con las medidas tanto del ancho como de alto del brazo robótico, estas medidas sirven para determinar el espacio de trabajo requerido para su implementación. Cabe mencionar, que el alcance máximo del brazo robótico es de 920 mm como se menciona en la tabla 7.

Figura 21

Dimensiones brazo robótico EPSON VT6L



Nota. Adaptado de Robots de 6 ejes Serie VT Manual del manipulador [Fotografía], por EPSON, 2020, (<https://bit.ly/3plke9F>)

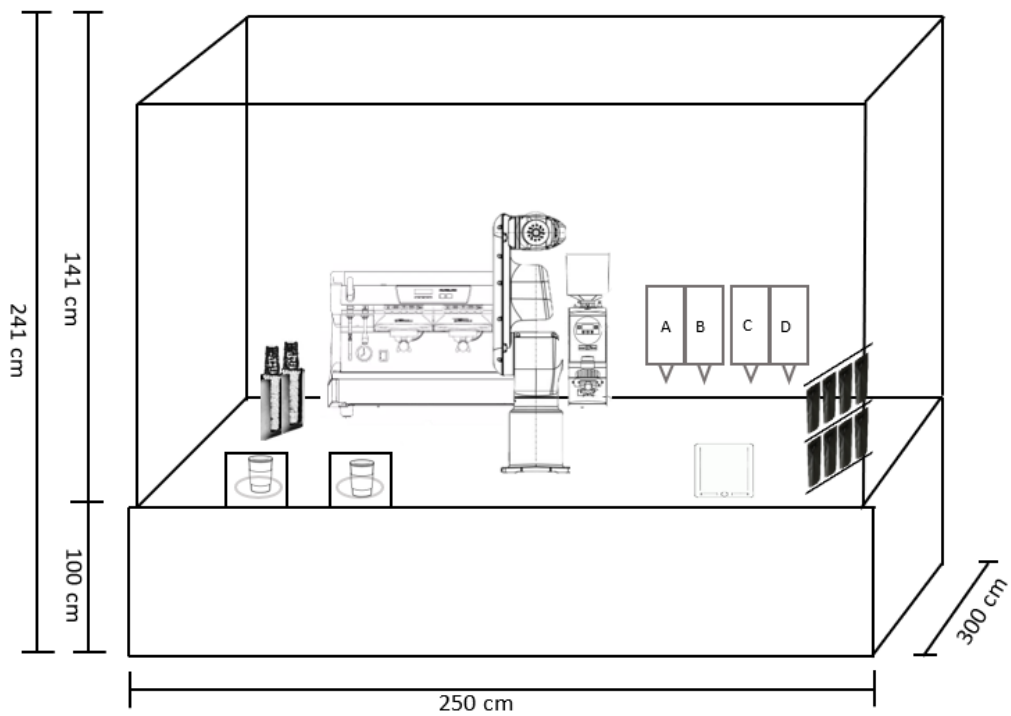
4.4.5 Diseño y medidas del área de trabajo

Para el presente análisis se ha elegido un puesto tipo quiosco, dentro del mismo se encuentra el brazo robótico, la máquina de café y toda la lista de equipos necesarios para realizar el proceso de preparación de una taza de café. El quiosco de trabajo para la cafetería robótica, debe tener una altura mínima de 241cm para que el robot EPSON pueda tener un espacio ajustable a sus movimientos y tamaño. De igual manera, el largo tiene que mantener un espacio amplio para una mejor ubicación de los equipos necesarios para la preparación del café.

De acuerdo a las medidas mencionadas, en la figura 22 se observa el área de trabajo que se propone para su implementación con sus respectivas medidas, teniendo en cuenta que las medidas son aproximadas, su largo es de 250cm con un fondo de 300 cm y una altura de 241cm. Se propone que el puesto de trabajo del brazo robótico sea construido con materiales ecológicos, para de esta manera abaratar costos y promover el cuidado del medio ambiente.

Figura 22

Área de trabajo del brazo robótico para la preparación de café

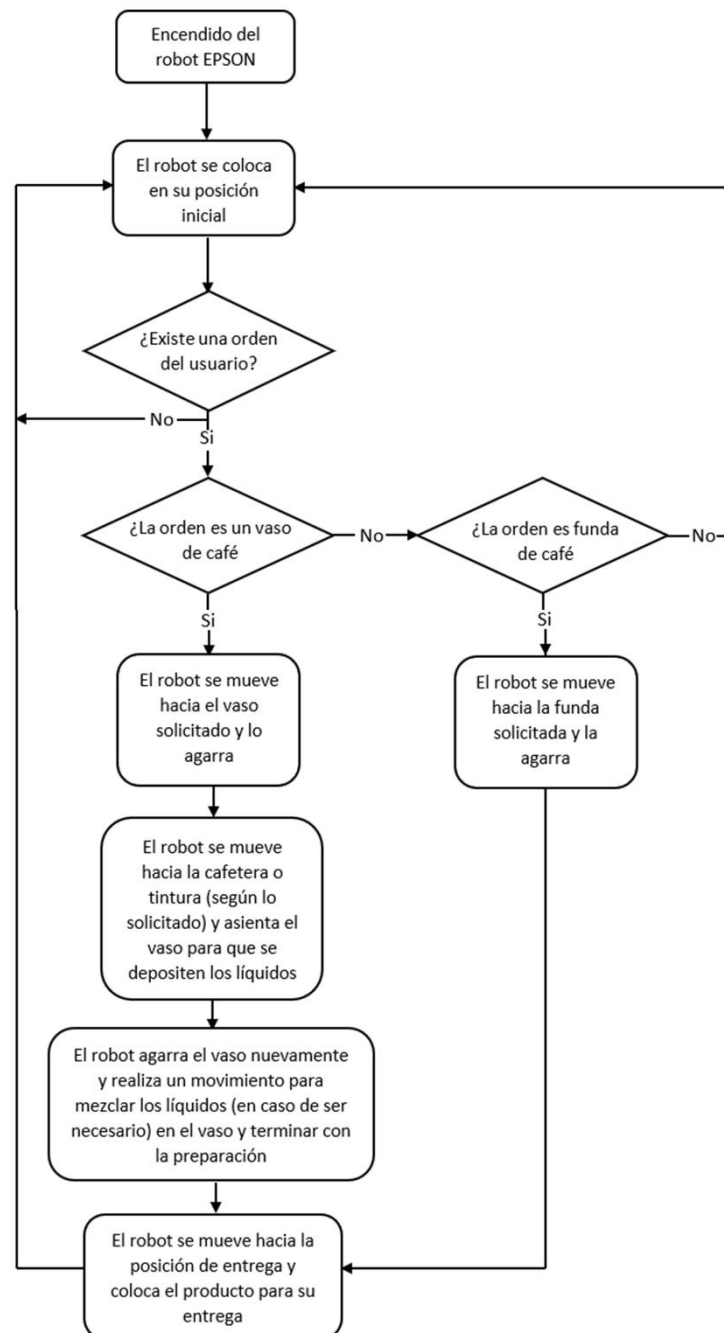


4.4.6 Diagrama de flujo de funcionamiento

En la figura 23 se muestra el diagrama de flujo del algoritmo de funcionamiento del robot, el robot siempre se mantiene en una posición firme de inicio en espera de recibir una orden del usuario, para luego, proceder a realizar el siguiente movimiento hacia lo solicitado, ya sea prepara un vaso de café o entregar una funda de café. En caso de solicitar una bebida de café, el robot empieza agarrando un vaso para llevarlo y depositarlo en la maquina cafetera o tintura (según lo solicitado) y realizar los movimientos para su preparación, seguidamente, lo agarra nuevamente y procede a ubicarlo en la posición de entrega y finalmente regresar a su posición de inicio.

Figura 23

Diagrama de flujo del algoritmo de funcionamiento del robot



4.5 Análisis económico

El análisis económico se centra principalmente en obtener el cálculo de los ingresos, egresos, Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), mediante la cual se decide si se inicia o no el proyecto. También, de esta manera se comprueba la factibilidad económica del proyecto.

Para que un proyecto resulte económicamente rentable se debe cumplir lo siguiente:

- El valor actual neto (VAN) debe ser mayor a cero.
- La tasa interna de retorno (TIR) debe ser mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

4.5.1 Costo de producción

En los costos de producción, se tiene en cuenta el costo del trabajo a realizarse según al análisis técnico. En la tabla 6 se observa el precio aproximado de los equipos electrónicos necesarios para el quiosco de preparación de café. Además, se debe tener en cuenta el costo de la infraestructura del quiosco, la programación del brazo robótico y elementos extras necesarios, el cual abarca todos los elementos para el quiosco, como lo son: porta vasos, dispensadores para tintura de café, válvulas, entre otros. Una vez detallado todo lo necesario para el proyecto, se procede a calcular el total final de inversión, como se observa en la tabla 8, cabe mencionar que los precios son estimados a la realidad.

Tabla 8

Costo final de inversión para la implementación de un robot barista

Costos estimados de inversión para brazo robótico barista		
Equipos	Unidades	Precio (\$)
Brazo Robótico VT6L EPSON	1	\$13,900
Máquina cafetera	1	\$8,000
Molino de café	1	\$500
Pantalla táctil	1	\$800
Total		\$23,200
Infraestructura del quiosco	1	\$2,500
Programación	-	\$3,500
Extras: porta vasos, dispensadores, válvulas, entre otros	-	\$1,500
Total	-	\$7,500

Total final	-	\$30,700
--------------------	----------	-----------------

Nota. En la presente tabla se muestra los precios estimados de lo necesario para la implementación de un robot barista, el mismo que servirá para el cálculo del VAN y TIR

Actualmente, en el mercado chino se puede encontrar en venta el puesto de un robot barista con todo lo necesario para su funcionamiento, como se observa en la figura A1.1 del apéndice A, su precio ronda por los \$30 mil dólares a \$32 mil dólares, el cual se acerca al monto estimado de inversión obtenido en la tabla 8. Este puede ser adquirido por cualquier usuario, ya que se puede realizar la compra a través de la página web Alibaba.com.

Al realizar este análisis de factibilidad de la automatización en la preparación de café usando robots de marca EPSON, se añade dos opciones más, montaje de una cafetería física y maquina autónoma de café, las mismas que son basadas en el cálculo del VAN y TIR para de esta manera realizar la comparación de montos de inversión y varias características.

La primera opción, consta en invertir en la construcción de una cafetería física, la cual lleve todas las máquinas e implementos necesarios para su funcionamiento, y la preparación del café sea mediante la participación de un ser humano, es decir, el trabajo es realizado manualmente. Para el análisis de la misma, se consultó a la cafetería “Café Mandango” ubicada en la ciudad de Loja, la cual nos brindó la información necesaria para conocer el costo de inversión de la misma, dio a conocer que para iniciar con una cafetería el aproximado de inversión esta entre los 12 mil a 15 mil dólares aproximadamente. En la tabla 9 se observa la lista necesaria para comenzar con una cafetería física, haciendo referencia a los mencionado por la cafetería “Café Mandango”.

Tabla 9

Costo estimado de inversión en una cafetería física

Costos estimados de inversión en una cafetería física	
<u>Lista</u>	<u>Precio (\$)</u>
Máquina de café	\$8,000
Molino de café	\$500

Refrigeradores	\$150
Herramientas de barista	\$70
Extras: Tazas, vasos, utensilios, entre otros	\$2,000
Total	\$10,720
Total final	\$16,080

Nota. En la presente tabla se muestra la lista de equipos y elementos que se debe tener en cuenta con un precio aproximado, de igual manera se observa el total final cercano a lo real de inversión.

Cabe recalcar que el total final de inversión mostrado en la tabla 9 es de \$16,080 dólares, el cual se lo obtiene agregando el 50% del total obtenido de la lista de equipos y elementos necesarios, ya que en dicha tabla no se consideran ciertos factores extras al momento de implementar una cafetería. El total final obtenido, se acerca a lo mencionado por “Café Mandango”.

Para la segunda opción, se analiza la compra de una máquina dispensadora de café totalmente autónoma (máquina vending), como se observa en la figura 23, la cual funciona sin la necesidad de la intervención de un humano, de igual manera, permiten comprar un café fuera de una cafetería ya que puede ser ubicada en cualquier área. El tamaño de la máquina es pequeño y su precio ronda de \$4,000 mil a \$6,000 mil dólares, aproximadamente, dependiendo de las características necesarias. La tabla 10 muestra el costo total de inversión final de la máquina, cabe recalcar que el precio es estimado a lo real.

Figura 24*Máquina autónoma de café*

Nota. Tomado de Zen Espresso 5
 [Fotografía], por Azkoyen, 2020,
 (<https://bit.ly/3Ba7vfB>)

Tabla 10

*Costo estimado de inversión de una máquina autónoma de
 café (máquina vending)*

COSTOS ESTIMADOS DE INVESION EN UNA MAQUINA DE CAFÉ AUTONOMA	
Lista	Precio (\$)
Maquina autónoma de café	\$4,500
Extras: accesorios, importación, entre otros.	\$2,500
Total final	\$7,000

Nota. En la presente tabla se observa el precio estimado de inversión de una máquina de café autónoma, máquina vending.

4.5.2 Detalles para la evaluación económica

Para la evaluación económica del análisis de la cafetería robótica y las dos opciones mencionadas anteriormente, se debe tener en cuenta los siguientes detalles:

- El tiempo de recuperación es de 3 años, lo cual indica que, se asume que dentro de los tres primeros periodos de funcionamiento la empresa recuperé el monto de inversión, o ya generé ganancias.
- Los ingresos anuales incrementan un 5%, esto indica que, si los ingresos incrementan, los egresos también deben aumentar el mismo porcentaje.

4.5.3 Ingresos

Los ingresos se obtienen por toda la venta del producto que se realiza durante los días de trabajo, es decir, la venta de toda bebida de café que sea producida y despachada por cada una de las tres opciones.

4.5.3.1 Cafetería robótica (brazo robótico barista)

La cafetería robótica puede trabajar durante los 7 días de la semana, sin ningún problema, esto indica que, trabaja 30 días al mes. El brazo robótico genera ingresos tanto por la venta de bebidas de café o la extensión de ventas de fundas de cafés. Se asume que el precio de los cafés sea alrededor de \$2. De esta manera, se plantea que la cafetería robótica genera ingresos de \$68 a \$78 dólares diarios, es decir, un aproximado de \$2,170 dólares al mes; finalmente, el brazo robótico vende de 34 a 39 vasos diarios de café, como lo muestra la tabla 11.

Tabla 11

Planteamiento de ingresos para el brazo robótico

Cafetería robótica			
Días de trabajo	Vasos de cafés vendidos (por día)	Precio	Ingresos
Día 1	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 2	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 3	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 4	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 5	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 6	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 7	38	\$ 2.00	\$ 76.00

Día 8	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 9	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 10	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 11	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 12	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 13	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 14	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 15	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 16	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 17	37	\$ 2.00	\$ 74.00
Día 18	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 19	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 20	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 21	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 22	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 23	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 24	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 25	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 26	37	\$ 2.00	\$ 74.00
Día 27	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 28	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 29	34	\$ 2.00	\$ 68.00
Día 30	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Total	1085	-	\$ 2,170.00

Nota. En la presente tabla se muestra el planteamiento de ingresos diarios y anuales para el brazo robótico, el cual será utilizado para la obtención del VAN y TIR; y también se observa el número de vasos de venta por día.

4.5.3.2 Cafetería física (trabajo realizado por una persona)

La cafetería física, por lo general, trabaja de lunes a sábado, es decir 6 días a la semana, esto indica que, trabaja 26 días al mes. De igual manera, se asume que el precio de los cafés sea alrededor de \$2, tal como el brazo robótico para su comparación final. De esta manera, se plantea que la cafetería física genera ingresos de \$72 a \$76 dólares diarios, es decir, un aproximado de \$1,898 dólares al mes; finalmente, la cafetería física vende de 35 a 39 vasos diarios de café, como se observa en la tabla 12.

Tabla 12

Planteamiento de ingresos para la cafetería física

Cafetería física			
Días de trabajo	Vasos de cafés vendidos (por día)	Precio	Ingresos

Día 1	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 2	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 3	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 4	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 5	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 6	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 7	37	\$ 2.00	\$ 74.00
Día 8	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 9	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 10	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 11	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 12	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 13	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 14	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 15	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 16	39	\$ 2.00	\$ 78.00
Día 17	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 18	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 19	37	\$ 2.00	\$ 74.00
Día 20	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 21	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 22	36	\$ 2.00	\$ 72.00
Día 23	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 24	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Día 25	35	\$ 2.00	\$ 70.00
Día 26	38	\$ 2.00	\$ 76.00
Total	949	-	\$ 1,898.00

Nota. En la presente tabla se muestra el planteamiento de ingresos diarios y anuales para la cafetería física, el cual será utilizado para la obtención del VAN y TIR; y también se observa el número de vasos de venta por día.

4.5.3.3 Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending)

La máquina dispensadora de café autónoma, al igual que el brazo robótico, puede trabajar durante los 7 días de la semana, esto indica que, trabaja 30 días al mes. La máquina dispensadora de café. Se asume que el precio de los cafés sea alrededor de \$1, ya que su inversión y funcionamiento es sencillo y menor costo. De esta manera, se plantea que genera ingresos aproximados de \$29 a \$30 dólares diarios, es decir, un aproximado de \$878 dólares al mes; finalmente, la máquina de café vende 29 a 30 vasos diarios de café, como lo muestra la tabla 13.

Tabla 13*Planteamiento de ingresos para la máquina dispensadora de café*

Máquina dispensadora de café			
Días de trabajo	Vasos de cafés vendidos (por día)	Precio	Ingresos
Día 1	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 2	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 3	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 4	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 5	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 6	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 7	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 8	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 9	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 10	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 11	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 12	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 13	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 14	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 15	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 16	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 17	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 18	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 19	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 20	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 21	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 22	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 23	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 24	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 25	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 26	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Día 27	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 28	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 29	29	\$ 1.00	\$ 29.00
Día 30	30	\$ 1.00	\$ 30.00
Total	878	-	\$ 878.00

Nota. En la presente tabla se muestra el planteamiento de ingresos diarios y anuales para la máquina dispensadora de café, el cual será utilizado para la obtención del VAN y TIR; y también se observa el número de vasos de venta por día.

4.5.4 Egresos

Para obtener el egreso mensual tanto para la cafetería física como las dos opciones mencionadas, hay que tener en cuenta todos los factores que generan salidas financieras por cada una de las mismas, ya que, cada una tiene diferentes gastos con los que deben cumplir.

En la tabla 14 se observa los egresos que posee la cafetería robótica, como lo son: mantenimiento del robot, compra de insumos para su funcionamiento y otros factores, de esta manera, se asume un egreso mensual de \$1000 dólares. La tabla 15 muestra los egresos que tiene una cafetería física, a diferencia del brazo robótico, esta debe mantener un empleado trabajando durante los días de funcionamiento y pagar un arriendo (en caso de ser necesario), y de esta manera se asume un egreso mensual final de \$1,425 dólares. Finalmente, en la tabla 16 se observa el egreso de la maquina dispensadora de café, el cual es similar al brazo robótico, asumiendo un egreso mensual de \$600 dólares.

Tabla 14

Egresos para la cafetería robótica

Cafetería robótica	
Egresos	Valor designado
Mantenimiento	\$ 200.00
Compra de insumos	\$ 600.00
Otros factores	\$ 200.00
Total mensual	\$ 1,000.00
Total anual	\$ 12,000.00

Nota. En la presente tabla se muestra los egresos que forman parte de una cafetería robótica, y de igual manera se observa en egreso mensual final

Tabla 15

Egresos para la cafetería física

Cafetería física	
Egresos	Valor designado
Salario básico para el empleado	\$ 425.00
Compra de insumos	\$ 700.00
Arriendo	\$ 300.00
Total mensual	\$ 1,425.00
Total anual	\$ 17,100.00

Nota. En la presente tabla se muestra los egresos que forman parte de una cafetería física, y de igual manera se observa en egreso mensual final

Tabla 16

Egresos para la máquina dispensadora de café

Máquina dispensadora de café	
Egresos	Valor designado
Mantenimiento	\$ 100.00
Compra de insumos	\$ 300.00
Otros factores	\$ 100.00
Total mensual	\$ 500.00
Total anual	\$ 6,000.00

Nota. En la presente tabla se muestra los egresos que forman parte de una máquina dispensadora de café, y de igual manera se observa en egreso mensual final

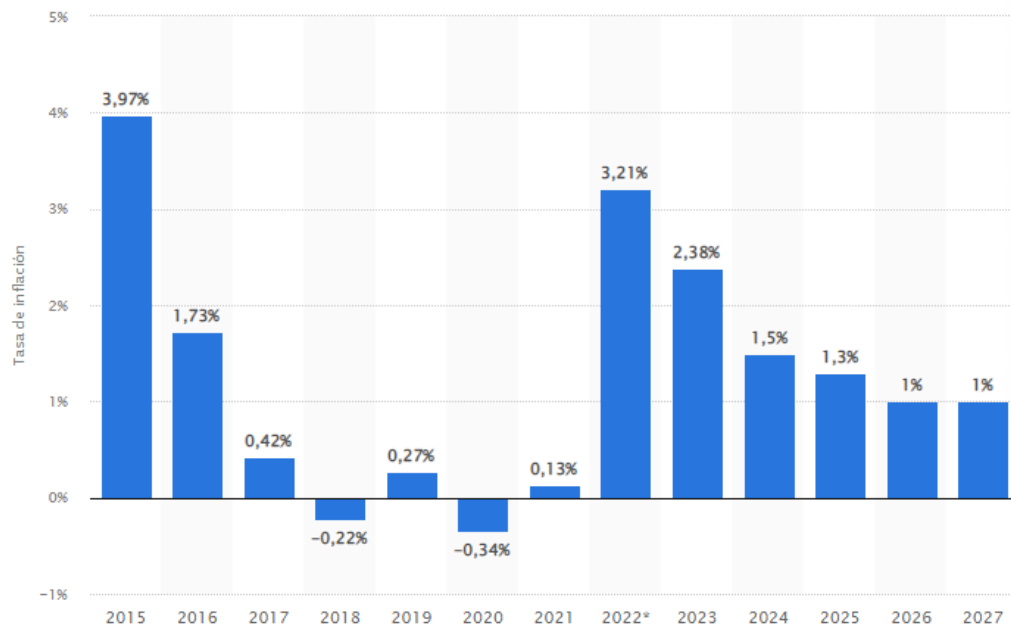
4.5.5 Cálculo de la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Para realizar el cálculo del TMAR, primeramente, se debe obtener la tasa de inflación. Para ello, se utiliza los últimos 5 años (2017 al 2021) de inflación del país, como lo muestra la figura 25, y seguidamente se calcula con la ecuación (5) y de esta manera se obtiene la tasa de inflación (%), dichos porcentajes se los encuentra dentro del Banco Central del Ecuador.

$$T. \text{ de interés de inflación}(\%) = \frac{\text{año 1} + \text{año 2} + \text{año 3} + \text{año 4} + \text{año 5}}{5} \quad (5)$$

Figura 25

Porcentajes de inflación de los últimos 5 años en el Ecuador



Nota. Tomado de Evolución anual de la tasa de inflación en Ecuador desde 2015 a

2027 [Fotografía], por Statista Research Department, 2022, (<https://bit.ly/3CyLFVd>)

Cálculo de la tasa de interés de inflación (%), haciendo uso de la ecuación (5):

$$T. \text{ de interés de inflación}(\%) = \frac{0.42\% + 0.22\% + 0.27\% + 0.34\% + 0.13\%}{5}$$

$$Tasa \text{ de inflación}(\%) = 0.27\%$$

Para el porcentaje de tasa de interés de préstamo (%), se toma en base al 14%, ya que es un porcentaje cercano a lo real cobrado por los bancos. En cuanto a los riesgos, existen los tres riesgos siguientes:

- Bajo: 1 – 10%
- Medio: 11% - 20%
- Alto: mayor al 20%

Una vez obtenido los tres datos necesarios para el cálculo, se procede a calcular con la fórmula (3):

Donde:

$$Tasa \text{ de interés de préstamo}(\%) = 14\%$$

Tasa de inflación (%) = 0.27%

$$TMAR = 14\% + 0.27\% + (0.14 * 0.0027)$$

$$TMAR = 14.30\%$$

4.5.6 Cálculo del VAN y TIR

Para la evaluación económica del presente análisis de tesis, se realiza el cálculo del VAN y TIR para conocer la factibilidad de implementación un brazo robótico de marca EPSON en la preparación del café, y de igual manera para las dos opciones mencionadas anteriormente.

4.5.6.1 Cafetería robótica (Brazo robótico barista)

Como se observó en la tabla 8 el monto de inversión inicial es de \$30,700 dólares. En el apéndice B, se observan los valores planteados para la obtención del flujo de caja neto para los tres años y de esta manera obtener el VAN y TIR, como se muestra en la tabla B1.1. En la tabla 17 se observan los datos a tener en cuenta para el cálculo de los resultados de un brazo robótico.

Tabla 17

Datos para calcular el VAN y TIR (cafetería robótica)

Cafetería robótica	
Inversión inicial	\$30,700
Año	3
Incremento	5%
Egresos mensuales	\$1,000
Egresos anuales (incremento del por año 5%)	\$12,000
Flujos de caja	Año 1 = \$14,038.80 Año 2 = \$14,740.74 Año 3 = \$15,477.78

Nota. En la presente tabla se muestra los datos que se debe tener en cuenta para plantear el análisis de factibilidad del robot barista.

Cálculo del VAN

Para calcular el VAN se utiliza la ecuación (2)

Datos:

Inversión inicial = \$30,700

Flujos de caja netos: Año 1 = \$14,038.80, Año 2 = \$14,740.74, Año 3 = \$15,477.78

TMAR = 14.30%

$$VAN = -30700 + \frac{14038.80}{(1 + 0.1430)^1} + \frac{14740.74}{(1 + 0.1430)^2} + \frac{15477.78}{(1 + 0.1430)^3}$$

$$VAN = 3230.49$$

Cálculo del TIR

Para calcular el TIR se utiliza la ecuación (4)

$$0 = -30700 + \frac{14038.80}{(1 + TIR)^1} + \frac{14740.74}{(1 + TIR)^2} + \frac{15477.78}{(1 + TIR)^3}$$

Para que la ecuación de como resultado $0 = 0$, se trabaja con un TIR=20.39%.

$$0 = -30700 + \frac{14038.80}{(1 + 0.2939)^1} + \frac{14740.74}{(1 + 0.2939)^2} + \frac{15477.78}{(1 + 0.2939)^3}$$

$$0 = -30700 + 30700$$

$$0 = 0$$

4.5.6.2 Cafetería física (trabajo realizado por una persona)

La inversión inicial de una cafetería es de \$16,080 como se observa en la tabla 9, de igual manera, en el apéndice C, se muestra los valores planteados y su seguimiento para la obtención del flujo de caja neto para los tres años como se muestra en la tabla C1.1 y de esta manera encontrar el VAN y TIR. En la tabla 18 se observan los datos a tener en cuenta para el análisis de una cafetería física.

Tabla 18

Datos para calcular el VAN y TIR (cafetería física)

Cafetería física	
Inversión inicial	\$16,080
Año	3
Incremento	5%
Egresos mensuales	\$1,425
Egresos anuales (incremento del 5% por año)	\$17,100
Flujos de caja	Año 1 = \$6,876.00 Año 2 = \$7,219.80 Año 3 = \$7,580.79

Nota. En la presente tabla se muestra los datos que se debe tener en cuenta para plantear el análisis de factibilidad de una cafetería física

Cálculo del VAN

Para calcular el VAN se utiliza la ecuación (2).

Datos:

Inversión inicial = \$16,080

Flujos de caja netos: Año 1 = \$6,876.00, Año 2 = \$7,219.80, Año 3 = \$7,580.79

TMAR = 14.30%

$$VAN = -16080 + \frac{6876}{(1 + 0.1430)^1} + \frac{7219.80}{(1 + 0.1430)^2} + \frac{7580.79}{(1 + 0.1430)^3}$$

$$VAN = 538.66$$

Cálculo del TIR

Para calcular el TIR se utiliza la ecuación (4).

$$0 = -16080 + \frac{6876}{(1 + TIR)^1} + \frac{7219.80}{(1 + TIR)^2} + \frac{7580.79}{(1 + TIR)^3}$$

Para que la ecuación de como resultado $0 = 0$, se trabaja con un TIR=16.26%.

$$0 = -16080 + \frac{6876}{(1 + 0.1626)^1} + \frac{7219.80}{(1 + 0.1626)^2} + \frac{7580.79}{(1 + 0.1626)^3}$$

$$0 = -16080 + 16080$$

$$0 = 0$$

4.5.6.3 Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending)

Se conoce que el costo de la inversión inicial es de \$7000 dólares, como se puede observar en la tabla 10. En el apéndice D, se puede observar los valores planteados de los flujos de caja para los 3 años como se observa en la tabla D1.1 y su seguimiento para la obtención de los valores finales necesarios para encontrar el VAN y TIR. En la tabla 19 se observa los datos que se debe tener en cuenta para el análisis de una maquina vending de café.

Tabla 19

Datos para calcular el VAN y TIR (máquina de café autónoma)

Máquina dispensadora de café	
Inversión inicial	\$7,000
Año	3

Incremento	5%
Egresos mensuales	\$1,425
Egresos anuales (incremento del 5% por año)	\$17,100
Flujos de caja	Año 1 = \$3,337.20 Año 2 = \$3,504.06 Año 3 = \$3,679.26

Nota. En la presente tabla se muestra los datos que se debe tener en cuenta para plantear el análisis de factibilidad de una maquina autónoma de café.

Cálculo del VAN

Para calcular el VAN se utiliza la ecuación (2).

Datos:

Inversión inicial = \$7,000

Flujos de caja netos: Año 1 = \$3,337.20, Año 2 = \$3,504.06, Año 3 = \$3,679.26

TMAR = 14.30%

$$VAN = -7000 + \frac{3337.20}{(1 + 0.1430)^1} + \frac{3504.06}{(1 + 0.1430)^2} + \frac{3679.26}{(1 + 0.1430)^3}$$

$$VAN = 1065.71$$

Cálculo del TIR

Para calcular el TIR se utiliza la ecuación (4).

$$0 = -7000 + \frac{3337.20}{(1 + TIR)^1} + \frac{3504.06}{(1 + TIR)^2} + \frac{3679.26}{(1 + TIR)^3}$$

Para que la ecuación de como resultado $0 = 0$, se trabaja con un TIR=23.06%.

$$0 = -7000 + \frac{3337.20}{(1 + 0.2306)^1} + \frac{3504.06}{(1 + 0.2306)^2} + \frac{3679.26}{(1 + 0.2306)^3}$$

$$0 = -7000 + 7000$$

$$0 = 0$$

4.6 Metodología para realizar un diseño de factibilidad y el análisis técnico/económico en la preparación del café implementando robots

La metodología que se siguió para alcanzar los resultados finales fue las siguiente:

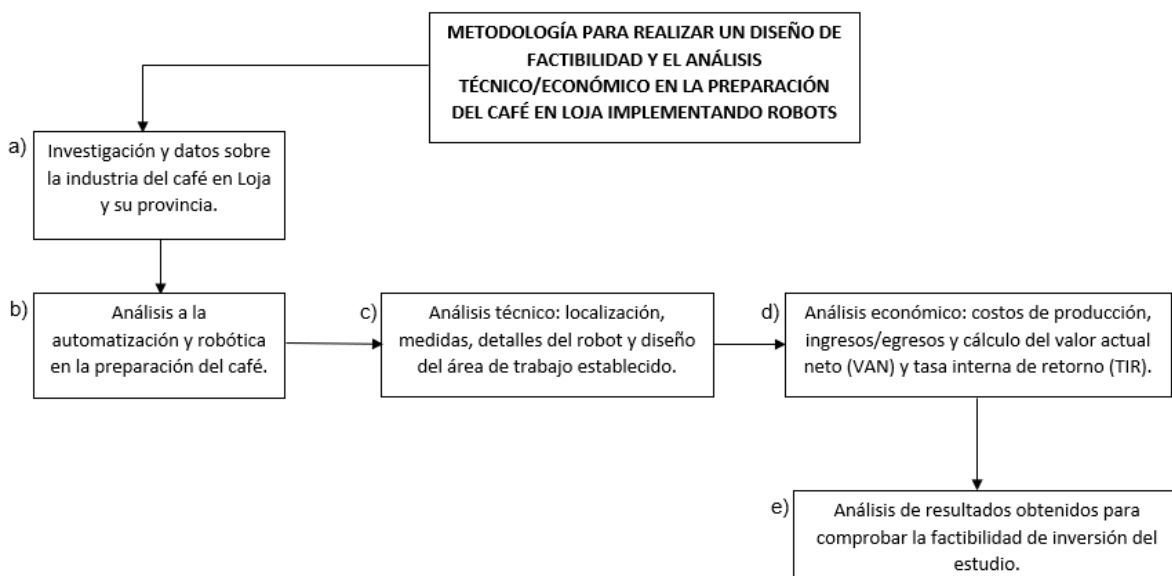
- a) **Investigación y datos.** Se investiga sobre la industria del café en Loja, haciendo énfasis en datos y porcentajes importantes sobre la industria del café. Además,

analizamos los problemas existentes como: financieros, falta de inversiones, falta de materia prima relacionados con la preparación del café y su venta.

- b) **Automatización y robótica.** Seguidamente, se analiza sobre la automatización y robótica en la preparación del café, mencionando el impacto, ventajas y desventajas que tiene. Además, se nombra empresas que han aplicado la robótica en este sector.
- c) **Análisis técnico.** Se realiza un análisis técnico mencionando todos los detalles para la implementación de un robot en la preparación del café, como: localización del proyecto, lista de equipos, medidas y diseño del área de trabajo y del robot.
- d) **Análisis económico.** Se realiza un análisis económico mencionando los costos de producción, detalles para su evolución, egresos e ingresos y la metodología para la obtención del VAN y TIR.
- e) **Análisis de resultados.** Finalmente, se presenta los resultados obtenidos para comprobar la factibilidad de inversión, mencionando aspectos y datos a tener en cuenta para poner en marcha el proyecto.

Figura 26

Metodología para realizar un diseño de factibilidad y el análisis técnico/económico en la preparación de café implementando robots



Capítulo cinco

Análisis de los resultados para comprobar la factibilidad de inversión

5.1 Introducción

En el presente capítulo se analiza los resultados obtenidos, donde se conoce los valores necesarios de ingresos por cada proyecto para que resulte factible la inversión. Mediante los valores obtenidos del VAN y TIR se comprueba la factibilidad de inversión del proyecto y de esta manera se conoce si es o no rentable su implementación, y finalmente se realiza una comparación entre la cafetería robótica con la cafetera física y la maquina dispensadora de café.

5.2 Comprobación de resultados VAN y TIR

Para que la inversión proyecto resulte, los valores del Van y TIR deben cumplir con la regla mencionada en el apartado 4.5.

5.2.1 Cafetería robótica (*Brazo robótico barista*)

Los valores del VAN y TIR obtenidos, demuestran la factibilidad de inversión. Por lo tanto, estos valores indican que el robot barista debe vender como mínimo entre \$68 a \$78 dólares diarios, tomando en cuenta el incremento del 5% anual; así mismo, el ingreso mensual estaría entre \$2,170 a \$2,400 dólares y anuales entre \$26,000 a \$28,700 dólares, como se observa en la tabla 20.

De igual manera, se observa que el tiempo de recuperación de la inversión, utilizando los ingresos diarios mencionados, es de 2.69 días, es decir, la recuperación del capital invertido es antes del periodo tres, como se demuestra en tabla B1.2 del apéndice B.

Tabla 20

Indicadores de resultados obtenidos por el robot barista

Cafetería robótica	
Producción diaria (\$)	\$68 - \$78
Producción mensual (\$)	\$2,170 - \$2,400
Producción anual (\$)	\$26,000 - \$28,700
Egresos mensuales	\$1,000
INDICADORES	
TMAR	14.30%
VAN (VAN>0)	3,230.49

TIR (TIR>TMAR)	20.39%
Periodo de recupero (PR)	2.69

Nota. En la presente tabla se observa los valores obtenidos para la comprobación de factibilidad del proyecto de inversión.

Mediante estos resultados la persona o empresa tiene una visión de decidir si invertir o no en el brazo robótico barista, ya que conoce un aproximado de los montos iniciales para poner en marcha y el mínimo de ventas para su factibilidad. Se debe tener en cuenta que la inversión es un poco elevada, pero los resultados pueden ser mejores, ya que se hace referencia a las ventajas que nos brinda de la industria 4.0.

5.2.2 Cafetería física (trabajo realizado por una persona)

Los valores obtenidos del van y TIR para la cafetería física, están dentro de lo permitido para que se considere factible invertir. Esto indica que, debe vender un mínimo de \$72 a \$76 dólares diarios para su factibilidad, donde su ingreso mensual debe estar entre \$1,900 a \$2,100 dólares y el anual entre \$22,775 a \$25,100 dólares, como se muestra en la tabla 21.

El tiempo de recuperación es de 2.89 días, lo cual indica que la recuperación del capital es recuperada antes del periodo tres, como se muestra en la tabla C1.2 del apéndice C.

Tabla 21

Indicadores de resultados obtenidos para una cafetería física

Cafetería física	
Producción diaria (\$)	\$72 - \$76
Producción mensual (\$)	\$1,900 - \$2,100
Producción anual (\$)	\$22,775 - \$25,100
Egresos mensuales	\$1,425
INDICADORES	
TMAR	14.30%
VAN (VAN>0)	\$538.66
TIR (TIR>TMAR)	16.26%
Periodo de recupero (PR)	2.89

Nota. En la presente tabla se observa los valores obtenidos para la comprobación de factibilidad del proyecto de inversión.

5.2.3 Máquina dispensadora de café autónoma (máquina vending)

Los resultados obtenidos del VAN y TIR, determinan la factibilidad de inversión del proyecto, por lo tanto, la maquina dispensadora de café debe vender un mínimo de \$29 a \$30, y su ingreso mensual debe estar entre \$878 a \$968 dólares y el promedio anual entre \$10,530 a \$11,620 dólares, como se muestra en la tabla 22.

Su tiempo de recuperación de capital es de 2.57 días, es decir, antes del periodo tres, como se demuestra en la tabla D1.2 del apéndice D.

Tabla 22

Indicadores de resultados obtenidos para una máquina dispensadora de café

Máquina dispensadora de café	
Producción diaria (\$)	\$29 - 30\$
Producción mensual (\$)	\$878 - \$968
Producción anual (\$)	\$10,530 - \$11,620
Egresos mensuales	\$500
INDICADORES	
TMAR	14.30%
VAN (VAN>0)	\$1,065.71
TIR (TIR>TMAR)	23.06%
Periodo de recupero (PR)	2.57

Nota. En la presente tabla se observa los valores obtenidos para la comprobación de factibilidad del proyecto de inversión

5.3 Comparación de resultados de inversiones para la preparación de café

Una vez calculado el VAN y TIR para las tres opciones, se realiza una comparación de costos, factibilidad de inversión, resultados obtenidos y varias características de las mismas, de esta manera conocer si conviene o no invertir en el proyecto. Los costos de inversión son totalmente diferentes, ya que los implementos necesarios no son los mismo para su implementación. Los ingresos diarios y anuales de la cafetería robótica y física son similares entre sí, con una muy mínima diferencia, ya que sus egresos son altos, mientras que, en la máquina de café los ingresos son totalmente diferentes, ya que esta posee menor egresos e inversión. De igual manera, sus egresos tanto mensuales como anuales tiene una

diferencia significativa debido a la ventas y características que posee cada una de las opciones, como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23

Comparación de resultados y características entre las tres opciones

	Cafetería robótica (Robot barista)	Cafetería física (trabajo realizado a mano)	Máquina dispensadora de café autónoma (Máquina vending)
Costo de Inversión	\$30,700	\$16,080	\$7,000
Rango de ventas mínimas por día	\$68 - \$78	\$72 - \$76	\$29 - \$30
Ingresos anuales mínimos	\$26,000 - \$28,700	\$22,775 - \$25,100	\$10,530 - \$11,620
Egresos mensuales	\$1,000	\$1,425	\$500
Egresos anuales (incremento del 5%)	\$12,000	\$17,100	\$6,000
VAN	3,230.49	538.66	1,065.71
TIR	20.39%	16.26%	23.06%
VAN > 0	Si	Si	Si
TIR > TMAR	Si	Si	Si
Vender café	Si	Si	Si
Días de trabajo (semana)	7 días	6 días	7 días
Guardar información/ datos de los clientes	Si	No	No
Ubicación	En cualquier área (movible)	En un solo lugar	En cualquier área (movible)
Ventas adicionales	Si	Si	No
Postventa	Si	No	No
Número de vasos por hora	Hasta 120 vasos	De 80 a 100 vasos por hora	De 60 a 70 vasos por hora
Tiempo de preparación de un vaso	Aproximadamente 35 segundos	Entre 2 minutos a 2 minutos y medio	De 50seg a 80seg

Nota. En la presente tabla se observa una comparación entre las tres opciones, las cuales indican las diferencias tanto en su costo de inversión como el mínimo de ventas de cada una y varias características que las diferencian.

Los resultados obtenidos para las tres opciones resultan factibles la inversión, siempre y cuando estas se mantengan con los ingresos mínimos requeridos para que su VAN y TIR cumplan con la regla de factibilidad de inversión. Si bien, la cafetería robótica y máquina de café, pueden trabajar los siete días de la semana sin ningún problema, ya que estos pueden ser ubicados en cualquier área, mientras que, la cafetería física por lo general labora de lunes a sábado, ya que requiere de un área física para su funcionamiento.

Las tres opciones cumplen con la función de vender café a sus clientes, pero, la cafetería robótica está sobre ellas, ya que esta puede almacenar la información del consumo de sus clientes, de esta manera, los datos adquiridos por la máquina sirven para incrementar o mejorar el servicio del robot, se la conoce como la postventa, en otras palabras, la información obtenida por el robot puede ser monetizada. Esto hace referencia a la industria 4.0, ya que esta nos permite crecer como industria gracias a la tecnología y ventajas que brinda.

El número de vasos que pueden producir cada una son diferentes, ya que poseen de características diferentes. El brazo robótico puede preparar un mayor número de vasos de café por hora, ya que su funcionamiento es más rápido y eficaz, esto es gracias a las ventajas de la industria 4.0 en la preparación del café.

Conclusiones

La provincia de Loja es reconocida a nivel nacional e internacional por la tradición cafetalera y la producción de un café de calidad, considerado como uno de los sectores ricos de café del país, esto se debe a los excelentes suelos, climas y procesos que manejan los agricultores en el trato del café. Además, su café es exportado a diferentes partes del mundo en grandes cantidades.

Los procesos de la industria del café en Loja y su provincia, en su mayoría, son realizados de manera artesanal, ya que la mayoría son emprendimientos de pequeños y medianos productores. A pesar de la delicia de café que ofrecen las pequeñas industrias, no cuentan con altos ingresos económicos, debido al poco apoyo en esta área.

El implementar la industria 4.0 en el sector de las ventas del café, resulta factible y permite generar mayor demanda, ya que gracias a la factibilidad que se obtiene en el producto final mediante la automatización de procesos, se realiza mayor materia prima en mucho menor tiempo. El uso de los robots en esta área, es actualmente, la última tecnología para el crecimiento de las industrias y automatización de las mismas, y así satisfacer la necesidad del usuario.

Del análisis técnico económico se ha concluido que la inversión del brazo robótico barista es factible, con un costo aproximado de inversión de \$30,700 dólares, el VAN de \$3,230.49 dólares es mayor a cero y el TIR de 20.39% es mayor que el TMAR de 14.30%, por lo tanto, cumple con la regla de factibilidad de un proyecto. Hay que tener en cuenta que, para que esas cantidades se cumplan, el robot barista debe mantener ingresos mínimos de \$68 a \$78 dólares diarios, recuperando la inversión antes del tercer año. Por lo tanto, concluye que se debe vender de 34 a 39 vasos por día, aproximadamente.

Recomendaciones

En caso de realizar la implementación de dicho análisis, se recomienda utilizar un brazo robótico de 6 ejes de menor características, pero con los mismos movimientos, ya que el EPSON VT6L es un robot diseñado para levantar hasta 6kg, por lo tanto, en la preparación del café no es necesario este robot, debido a que el peso a levantar es menor.

Se recomienda realizar una encuesta a la ciudadanía Lojana, sobre la preferencia del consumo de café, ya sea en una cafetería física o una cafetería robótica, es decir, comprar un café a un brazo robótico barista, para de esta manera conocer la acogida que tendría el proyecto en caso de implementarse.

Se recomienda buscar formas de monetizar la información y datos recogidos de los clientes, ya que de esta forma la empresa puede generar mayores ingresos y aprovechar las ventajas que nos brinda la industria 4.0 para la mejora de la misma.

Se recomienda analizar si el proceso mencionado para la preparación del café, puede ser implementado en ventas de nuevos productos y áreas.

Referencias

- Anecafe, & PRO ECUADOR. (2016). *EL COMITÉ TÉCNICO INTERINSTITUCIONAL QUE ORGANIZÓ LA DÉCIMA EDICIÓN DEL CONCURSO QUE EVALÚA LA MEJOR COSECHA DE CAFÉ ARÁBIGO DEL ECUADOR “TAZA DORADA 2016.”*
<https://docplayer.es/69472138-Presenta-informe-final-octubre-27-del-pagina-1.html>
- Banco Central del Ecuador. (2022). *Lista de los mercados importadores para un producto exportado por Ecuador.* <https://www.bce.fin.ec/>
- Barrazueta Paccha, R. A., & Castro Mendieta, J. R. (2022). *Minería de datos sobre los sectores productivos e información económica de Loja – Ecuador usando técnicas clustering.*
- Brugova Technologies S.L. (2020). *Cafés: Guía básica.* SABORA, Cafés Tostados No Dia. Recuperado El 7 de Julio de 2022. <https://cafesabora.com/es/cafés-guía-básica>
- CAFE X. (2020). *Robotic Coffee Bar.* CAFE X. Recuperado El 7 de Julio de 2022. <https://cafexapp.com/>
- Calderón, T. (2021, July 27). *¿Cómo está influyendo la automatización en la industria del café?* Perfect Daily Grind. <https://bit.ly/3pwGttq>
- Cámara de Industrias de Loja (CAIL). (2020). *Cámara de Industrias de Loja.* <https://industriasloja.org/>
- Cumbicus Torres, E. M., & Jiménez Azuero, R. M. (2012). *Análisis Sectorial del Café en la Zona 7 del Ecuador.* Universidad Tecnica Particular de Loja.
- DATAPAIS. (2022a, April 18). *La Industria en Ecuador .* <https://www.datapais.com/la-industria-en-ecuador/>
- DATAPAIS. (2022b, May 16). *Sector manufactura .* <https://www.datapais.com/sector-manufactura/>
- del Val Román, J. L. (2016). *CONFERENCIA DE DIRECTORES Y DECANOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Industria 4.0: la transformación digital de la industria.* <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

- el Auténtico Café. (2019, October 1). *Las 8 etapas del proceso de producción del café*.
<https://elautenticocafe.es/las-8-etapas-del-proceso-de-produccion-del-cafe/>
- Encarnación Erique, R. A. (2020). *Consumo del Café en la Población de la ciudad de Loja: Periodo de Estudio 2020* [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA].
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23689>
- EPSON. (2021). *CATÁLOGO DE ESPECIFICACIONES DE ROBOT 2020*.
- EPSON Ecuador. (2022). *Robot de 6 ejes Epson VT6L All-in-One*. EPSON Ecuador.
 Recuperado El 8 de Agosto de 2022. <https://epson.com.ec/>
- FAPECAFES. (2022). *La Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur (FAPECAFES) del Ecuador*. <http://fapecafes.org.ec/>
- Flores, R. P., Moncayo, P., & Boada, M. (2019). Desarrollo microempresarial de la ciudad de Loja, desde la realidad socio jurídica y de mercadeo. In *Sur Academia: Revista Académica-Investigativa De La Facultad Jurídica, Social Y Administrativa*.
<https://doi.org/10.54753/suracademia.v7i14.734>
- Fórum Café. (2020). EL CAFE EN ECUADOR. *Fórum Café - Fórum Cultural Del Café* .
<https://www.revistaforumcafe.com/el-cafe-en-ecuador>
- Girondella Mora, L. (2016, April 12). *Robotización, ¿qué es? Una definición*. Contrapeso.Info.
<https://contrapeso.info/robotizacion-que-es/>
- Guachisaca Roblez, S. C. (2015). *Análisis Sectorial, producción y comercialización de café en el cantón Puyango*. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Hwang, J., Choe, J. Y. (Jacey), Kim, H. M., & Kim, J. J. (2021). Human baristas and robot baristas: How does brand experience affect brand satisfaction, brand attitude, brand attachment, and brand loyalty? *International Journal of Hospitality Management*, 99.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.103050>
- Ing Jorge Arturo Bailón Abad, A., Edison Mendieta Betancourt Mgs, A. B., Andrea Ríos Ch
 Ing Jackson Román H Arq Nubia E Ramírez R Mgs Eco Anny Y Jara M Ing Tatiana N
 Coronel A Mgs Ing Hjalmar G Gallardo A Eco Martha J Sánchez E Dirección, E. K., &

- José Antonio Eguiguren, B. (2020). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL. *Municipio de Loja*.
- Jaramillo Arévalo, M. del C., & Saraguro Gutiérrez, A. C. (2014). *Propuesta de un modelo administrativo basado en la caracterización de las organizaciones del sector industrial de la ciudad de Loja año 2013-2014 [Trabajo de Fin de Titulación de Ingenieros en Administración de Empresas]* [Universidad Técnica Particular de Loja]. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/10634>
- Kiziryán, M. (2015, April 28). *Flujo de caja*. Economipedia.Com. <https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-caja.html>
- KNEXT. (2020). *KNEXT hospitality robotic solutions*. KNEXT. Recuperado El 2 de Agosto de 2022. <https://www.knext-solutions.com/>
- KUKA. (2022). *Robot industrial de KUKA*. KUKA. Recuperado El 2 de Agosto de 2022. <https://www.kuka.com/es-es/productos-servicios/sistemas-de-robot/robot-industrial>
- Lanjewar, R., Dhohne, T., Ikhar, S. R., & Shrikhande, N. S. (2020). Coffee Maker Robotic Arm. *International Journal*, 8. <https://www.ijraset.com/>
- Lasi, H., Kemper, H.-G., Feld, Dipl.-I. T., & Hoffmann, Dipl.-H. M. (2014). Industry 4.0. *BISE – CATCHWORD*. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lojano café de origen. (2021). *El café de Loja: Turismo y Café*. Lojano Café de Origen. Recuperado El 9 de Julio de 2022. <http://www.elcafedeloja.com/>
- Madakam, S., & Uchiya, T. (2019). *Industrial Internet of Things (IIoT): Principles, Processes and Protocols*. 35–53. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24892-5_2
- Mattia. (2018, March 5). *¿Qué es un barista y cuáles son sus funciones?* TICO COFFEE. <https://www.ticocoffee.com/es/blog/barismo-cafe/que-es-un-barista.html>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *Taza Dorada alcanzó el récord histórico de cafés especiales de Ecuador – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://bit.ly/3pvjqyZ>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP). (2022). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/>

- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2020a). *Marca de Denominación de Origen "Lojano Café de Origen."* <https://www.produccion.gob.ec/>
- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca. (2020b). *Estrategias para ejecución del Plan de Marketing de la DO Lojano Café de Origen.* <https://www.produccion.gob.ec/>
- Ministerio de Turismo. (2018, September 22). *Loja un destino cafetalero por excelencia.* Gobierno Del Encuentro. <https://www.turismo.gob.ec/loja-un-destino-cafetalero-por-excelencia/>
- Monteros Guerrero, A. (2016). *RENDIMIENTOS DE CAFÉ GRANO SECO EN EL ECUADOR 2016.* <https://fliphtml5.com/ijja/gang/basic>
- Prefectura de Loja. (2019, March 3). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015-2025.* <https://prefectura Loja.gob.ec>
- PRO Ecuador. (2013). Análisis Sectorial del Sector Cafetalero. *PROECUADOR.*
- Real Academia Española. (2021). *industria | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE.* <https://dle.rae.es/industria>
- Red Hat. (2022, May 10). *La automatización.* <https://www.redhat.com/es/topics/automation>
- Robles Poveda, L. A. (2021). *ANÁLISIS TEÓRICO DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ EN ECUADOR Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO EN LA MATRIZ PRODUCTIVA.* 10.13140/RG.2.2.27124.27524
- Rozum Café. (2020). *JOIN THE ROZUM CAFE, JOIN THE FUTURE.* Rozum Café. Recuperado El 7 de Julio de 2022. <https://cafe.rozum.com/>
- Rozum Robotics. (2021). *Rozum Robotics: soluciones de movimiento y robótica.* Rozum Robotics. Recuperado El 2 de Agosto de 2022. <https://rozum.com/>
- Sabogal, H. (2020, May 30). *Robots baristas. La automatización en las tiendas de cafés especiales ha estado avanzando a hurtadillas desde hace algún tiempo.* Cromos. <https://www.elespectador.com/cromos/gastronomia/robots-baristas/>

- Sachon, M. (2018, April). Cuando personas y maquinas trabajan juntos, Los pilares de la industria 4.0. *Revista de Negocios Del IEEM*. <https://www.hacerempresa.uy/wp-content/uploads/2018/10/IEEM-abril-Art-industria-4punto0.pdf>
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Ing. Mayorga, F., & Ing. Freire Carolina. (2020). *SECTOR CAFETERO ECUATORIANO*. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/Analisis-del-sector-cafetero-ecuatoriano-final-tres.pdf>
- Sevilla Arias, A. (2014, July 15). *Tasa interna de retorno (TIR)*. Economipedia.Com. <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>
- Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2016). *Estudio de Mercado "Precios de Sustentación en los Productos Agrícolas en el Ecuador."* <https://bit.ly/3wcxH7q>
- Superintendencia de Control del Poder de Mercado. (2019). *INTENDENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL DE PRÁCTICAS DESLEALES*. <https://bit.ly/3dF2jrN>
- Taza Dorada. (2021). *Taza Dorada 15 years 2021 Ecuador*. Taza Dorada. Recuperado El 9 de Julio de 2022. <https://auction.tazadoradaecuador.org/en/>
- Velayos Morales, V. (2014, June 15). *Valor actual neto (VAN)*. Economipedia.Com. <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Vivanco Ortega, M. J., & Quintana Romero, L. (2013). *Benchmarking territorial del sector industrial en la provincia de Loja*. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/5976>

Apéndice

Apéndice A. Máquina expendedora de café mediante un brazo robótico

Dentro del mercado chino podemos encontrar a la venta máquinas de preparación de café a través de un brazo robótico, como se observa en la figura A1.1. Los precios rondan los \$30 mil a \$32 mil dólares, agregando a este los precios de importación, entre otros factores. Se puede observar los modelos disponibles dentro de la página web Alibaba.com.

Figura A1.1

Máquina para la preparación de café mediante un brazo robótico, de venta en Alibaba.com



Nota. Tomado de Expendedora de café para exteriores [Fotografía], por Alibaba.com, 2022, (<https://bit.ly/3q4Ww1J>)

Apéndice B. Resultados de la obtención del VAN y TIR para un robot barista

Para la obtención del VAN y TIR se ingresó tres valores diarios, con un incremento del 5% anualmente. Se asume que el egreso que se tiene es de \$1000 dólares por mes, es decir, \$12000 dólares por año y de igual manera se aumenta el 5%. Para la obtención del

flujo neto de caja, se procede a restar los ingresos menos los egresos y de esta manera se obtiene el resultado final, el cual se lo utiliza para la obtención del VAN y TIR, como se observa en la tabla B1.1.

Tabla B1.1

Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una cafetería robótica

Cafetería robótica				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	-\$30,700			
Producción diaria (\$)		\$72.33	\$75.95	\$79.74
Producción mensual (\$)		\$2,169.90	\$2,278.40	\$2,392.31
Producción anual (\$)		\$26,038.80	\$27,340.74	\$28,707.78
Egresos		\$12,000.00	\$12,600.00	\$13,230.00
Flujo de caja	-\$30,700	\$14,038.80	\$14,740.74	\$15,477.78

Nota. En la presente tabla se muestra los ingresos diarios, mensuales y anuales durante los tres años, para de esta manera obtener el flujo de caja neto para encontrar el VAN y TIR.

En la tabla B1.2, se realiza la demostración del análisis de obtención de los resultados finales, para de esta manera demostrar la factibilidad de inversión y el tiempo de recuperación de la misma.

Tabla B1.2

Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (cafetería robótica)

Años	0	1	2	3
Flujo neto de caja	-\$30,700	\$14,039	\$14,741	\$15,478
Saldo actualizado 14.30%	-\$30,700	\$12,282	\$11,283	\$10,365
Saldo actualizado acumulado	-\$30,700	-\$18,418	-\$7,135	\$3,230.49

Nota. En la presente tabla se observa el movimiento del dinero durante los tres años, para de esta manera observar la factibilidad de inversión

Apéndice C. Resultados de la obtención del VAN y TIR para una cafetería física

Para obtener los resultados del VAN y TIR, se planteó tres valores diarios, de los cuales se encuentra el valor anual de ingreso, asumiendo que existe un incremento de ventas del 5% por año. Se dice que el egreso mensual es de \$1200 dólares, es decir, \$14400 dólares cada año, y de igual manera con un aumento del 5%. Para obtener el flujo neto de caja, se

realiza la resta del ingreso menos el egreso y de esta manera se obtiene el resultado para el análisis de factibilidad, como se observa en la tabla C1.1.

Tabla C1.1

Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una cafetería física

Cafetería física				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	-\$16,080			
Producción diaria (\$)		\$73	\$76.65	\$80.48
Producción mensual (\$)		\$1,898.00	\$1,992.90	\$2,092.55
Producción anual (\$)		\$22,776.00	\$23,914.80	\$25,110.54
Egresos		\$15,900.00	\$16,695.00	\$17,529.75
Flujo de caja	-\$16,080	\$6,876.00	\$7,219.80	\$7,580.79

Nota. En la presente tabla se muestra los ingresos diarios, mensuales y anuales durante los tres años, para de esta manera obtener el flujo de caja neto para encontrar el VAN y TIR.

En la tabla C1.2 se realiza la demostración del análisis de los resultados de ingresos, para de esta manera indicar la factibilidad de inversión e indicar el tiempo de recuperación de la misma.

Tabla C1.2

Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (cafetería física)

Años	0	1	2	3
Flujo neto de caja	-\$16,080	\$6,876	\$7,220	\$7,581
Saldo actualizado 14.30%	-\$16,080	\$6,016	\$5,526	\$5,077
Saldo actualizado acumulado	-\$16,080	-\$10,064	-\$4,538	\$538.66

Nota. En la presente tabla se observa el movimiento del dinero durante los tres años, para de esta manera observar la factibilidad de inversión

Apéndice D. Resultados de la obtención del VAN y TIR para una maquina dispensadora de café (maquina vending)

Para obtener los resultados del VAN y TIR, se ingresó tres valores diarios, a partir de los mismo se encuentran los valores tanto mensuales como anuales. Se asume que existirá un incremento del 5% en ventas por año, los cual indica que el resultado final ira incrementando. Se dice que el egreso mensual es de \$600 dólares mensuales, es decir, \$7200 dólares por año y de igual manera con un aumento del 5%. Para encontrar el flujo neto

de caja, se realiza la resta del ingreso menos el egreso y de esta manera se obtiene el resultado final para el análisis de factibilidad de inversión, como se observa en la tabla D1.1.

Tabla D1.1

Ingreso de resultados para obtener el flujo de caja neto para una máquina dispensadora de café

Máquina dispensadora de café				
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión inicial	-\$7,000			
Producción diaria (\$)		\$29.27	\$30.73	\$32.27
Producción mensual (\$)		\$878.10	\$922.01	\$968.11
Producción anual (\$)		\$10,537.20	\$11,064.06	\$11,617.26
Egresos		\$7,200.00	\$7,560.00	\$7,938.00
Flujo de caja	-\$7,000	\$3,337.20	\$3,504.06	\$3,679.26

Nota. En la presente tabla se muestra los ingresos diarios, mensuales y anuales durante los tres años, para de esta manera obtener el flujo de caja neto para encontrar el VAN y TIR.

En la tabla D1.2 se realiza la demostración del análisis de los resultados de ingresos, para de esta manera indicar el movimiento de los ingresos y demostrar la factibilidad de inversión e indicar el tiempo de recuperación de la misma.

Tabla D1.2

Demostración de movimiento del dinero durante los tres periodos (maquina dispensadora de café)

Años	0	1	2	3
Flujo neto de caja	-\$7,000	\$3,337	\$3,504	\$3,679
Saldo actualizado 14.30%	-\$7,000	\$2,920	\$2,682	\$2,464
Saldo actualizado acumulado	-\$7,000	-\$4,080	-\$1,398	\$1,065.71

Nota. En la presente tabla se observa el movimiento del dinero durante los tres años, para de esta manera observar la factibilidad de inversión