

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

### TEMA

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE  
CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN,  
FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN  
EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA  
TECNOLOGÍA SUPERIOR DE ELECTRÓNICA.**

### AUTOR:

Danny Miguel Puchaicela Sánchez

Diego Daniel Ortiz Jaramillo

### DIRECTOR:

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

**Loja, octubre 2022**

**Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera****Ing.**

César Cristian Carrión Aguirre  
**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022 ” el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 02 de noviembre de 2022

.....

**Firma**

**Ing. César Cristian Carrión Aguirre**

**Autoría**

Yo DIEGO DANIEL ORTIZ JARAMILLO con C.I. N° 1104637283 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación.

Loja, 02 de noviembre de 2022

.....

**Firma**

**C.I. 1104637283**

**Autoría**

Yo DANNY MIGUEL PUCHAICELA SANCHEZ con C.I. N° 1105953325 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación.

Loja, 02 de noviembre de 2022

.....

**Firma**

**C.I. 1105953325**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haberme puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este proceso de estudio.

A mi esposa Stefania por tu apoyo incondicional, con amor puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti, gracias por estar siempre a mi lado. A mis padres, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y apoyarme siempre, a mis hijos Diego Adiel y Dhara Stephan ya que son mi mayor inspiración para superarme día a día.

**Diego Daniel Ortiz Jaramillo**

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de investigación a mis padres (Miguel y Carmen) que a lo largo de mi vida me han apoyado a conseguir muchas metas basándose en el respeto, la responsabilidad, la gratitud que han sido base para llegar a este momento de mi vida.

A la vez dedico esto a mi familia, seres queridos y amigos por el apoyo en compensación a esa confianza, lo demuestro y pongo en práctica todo lo aprendido dentro del centro educativo, así mismo dedico este proyecto a los docentes del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano que gracias a sus conocimientos se elaboró este proyecto y en colaboración con mi compañero Diego Ortiz se llegó a cristalizar.

**Danny Miguel Puchaicela Sánchez**

## **Agradecimiento**

Agradecido por todo primeramente a Dios por guiarme a ser un referente, ejemplo de superación a mi familia que han sido pilares motivacionales para lograr este proyecto, a mi esposa , a mis hijos Diego y Dhara por ser los motores fundamentales que me han empujado a lograr este sueño de los tantos que tengo por lograr, han estado en los buenos y malos momentos para darme ánimos para no rendirme en esta etapa estudiantil.

Al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional y los docentes por su esfuerzo y dedicación , quine con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han logrado que culmine mis estudios con éxito.

A mi director de tesis, Ing. César Cristian Carrión Aguirre , estoy muy agradecido por ser parte de nuestra formación profesional y ahora en esta parte final del proceso de titulación en la culminación de esta carrera estudiantil es un gran apoyo lleno de sabiduría y consejos que siempre busca la mejor manera de que cada estudiante se convierta en un gran profesional.

**Diego Daniel Ortiz Jaramillo**

### **Agradecimiento**

Agradecido por todo primeramente a Dios por guiarme a ser un referente, ejemplo de superación a mi familia que han sido pilares motivacionales para lograr este proyecto, a mi padre y a mi madre por ser los motores fundamentales que me han empujado a lograr este sueño de los tantos que tengo por lograr, han estado en los buenos y malos momentos para darme ánimos para no rendirme en esta etapa estudiantil.

Así mismo a todos los docentes del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano que por medio de sus enseñanzas he logrado convertirme un en gran profesional para servicio de la sociedad a nivel nacional.

A el Ing. Cristian César Carrión Aguirre, director de tesis, me ha apoyado en muchos aspectos educativos, y siendo una guía desde el primer ciclo hasta este proceso investigativo, llegando a ser parte de un gran logro profesional en mi vida y sea de gran beneficio para mi futuro.

**Danny Miguel Puchaicela Sánchez**

## Acta de cesión de derechos

### ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - La Ing. César Cristian Carrión Aguirre, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Diego Daniel Ortiz Jaramillo; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Declaratoria de autoría y política institucional.

**UNO.** – Diego Daniel Ortiz Jaramillo, realizó la Investigación titulada “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022” para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. César Cristian Carrión Aguirre

**DOS.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**TERCERA.** - Los comparecientes Ing. César Cristian Carrión Aguirre, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Diego Daniel Ortiz Jaramillo como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL

ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022 ” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**CUARTA.** - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de noviembre del año 2022.

F. \_\_\_\_\_

Ing. César Cristian Carrión Aguirre  
C.I. 1104079494

F. \_\_\_\_\_

Diego Daniel Ortiz Jaramillo  
C.I. 1104637283

## Acta de cesión de derechos

### ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Conste por el presente documento la cesión de los derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - El Ing. César Cristian Carrión Aguirre, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Danny Miguel Puchaicela Sánchez; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Declaratoria de autoría y política institucional.

**UNO.** – Danny Miguel Puchaicela Sánchez, realizó la Investigación titulada “Automatización del proceso para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre, en el periodo abril septiembre 2022” para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. Cristian César Carrión Aguirre.

**DOS.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**TERCERA.** - Los comparecientes Ing. César Cristian Carrión Aguirre, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Danny Miguel Puchaicela Sánchez como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada “Automatización del proceso para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre, en el periodo

abril septiembre 2022” a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**CUARTA.** - Aceptación. - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de noviembre del año 2022.

F. \_\_\_\_\_

Ing. Cristian César Carrión Aguirre  
C.I. 1104079494

F. \_\_\_\_\_

Danny Miguel Puchaicela Sánchez  
C.I. 1105953325



## **Declaración juramentada**

Loja, 02 de noviembre de 2022

**Nombres:** Diego Daniel

**Apellidos:** Ortiz Jaramillo

**Cédula de Identidad:** 1104637283

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril-septiembre 2022

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022 ”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.

4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma .....

Nro. Cédula 1104637283



## Declaración juramentada

Loja, 02 de noviembre de 2022

**Nombres:** Danny Miguel

**Apellidos:** Puchaicela Sánchez

**Cédula de Identidad:** 1105953325

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** Abril – septiembre 2022

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

6. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
7. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

8. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
9. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
10. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma .....

Nro. Cédula 1105953325

## 1. Índice de contenidos

1.	Índice de contenidos .....	19
1.1	Índices de figuras.....	20
2.	Resumen .....	22
3.	Abstract .....	23
4.	Problema.....	24
5.	Tema:.....	26
6.	Justificación.....	27
7.	Objetivos .....	28
7.1	Objetivos generales.....	28
7.2	Objetivos específicos .....	28
8.	Marco teórico .....	29
8.1	Marco institucional .....	29
8.2	Marco Conceptual.....	37
9.	Diseño metodológico .....	44
9.1	Métodos de investigación.....	44
9.2	Técnicas de investigación.....	45
10.	Propuesta de acción.....	47
10.1	Hardware .....	47
10.2	Software.....	55
10.3	Desarrollo de la propuesta.....	60
10.3.1	Funcionamiento general.....	60
10.3.2	Diagrama de flujo del sistema scada en la línea de producción de cerveza artesanal. ....	60
10.3.3	Sistema automatizado en los procesos de cocción ,maceración y fermentación .....	62
10.4	Pruebas de funcionamiento y resultados .....	65
10.4.2	Resultados .....	67
10.4.3	Conversión de densidad a grados de alcohol. ....	68

11.	Conclusiones .....	70
12.	Recomendaciones.....	71
13.	Referencias.....	72
14.	Anexos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1.1 Índices de figuras

Figura 1	Estructura del Modelo Educativo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 2	Historia de la automatización.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 3	Cerveza Tipo Lager .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 4	Cerveza Tipo Ale .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 5	Cocción de la cerveza artesanal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 6	Fermentación de cerveza artesanal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 7	Maduración de cerveza artesanal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 8	Hardware.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9	Raspberry Pi4 Model B.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 9	Sensor de Temperatura PT100 RTD .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 10	Sensor MQ-3.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 11	Pantalla tactil 7 pulgadas Raspberry pi.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 12	Fuente De Voltaje 5v 1a Dc.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 13	Arduino UNO .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 14	Nodem MCU .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 15	Estufa Eléctrica Portátil .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 16	Modulo Relé .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 17	Imagen Librerías .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 18	Librerías de Arduino .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 19	Sistema operativo Linux .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 20	MyOpenLab .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1.1 Índices de tablas

Prueba de válvula solenoide .....	¡Error! Marcador no definido.
Prueba de sensor LM35 .....	¡Error! Marcador no definido.
Prueba de bomba de recirculación.....	¡Error! Marcador no definido.
Prueba de placa de enfriamiento .....	¡Error! Marcador no definido.
Conversión .....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla de recetas.....	¡Error! Marcador no definido.
Presupuesto .....	¡Error! Marcador no definido.
Cronograma de actividades .....	¡Error! Marcador no definido.

## 2. Resumen

El proyecto titulado “AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022” tuvo como objetivo general Automatizar los procesos para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre y con conexión a internet para el monitoreo constante de los procesos citados anteriormente. El proyecto ofrecerá un aporte notable para resolver el problema de al realizar varias sesiones obtener resultados similares de elaboración tales el caso de un mismo color, una aproximación captable de sabor con un grado simétrico de alcohol haciendo uso de técnicas de supervisión, regulación, tratamiento y control de las tareas involucradas en dichos procesos, utilizando software libre como sistema Scada Myopenlab, Arduino y manejo de sensores. En el desarrollo de este proyecto se empleó el método hermenéutico que por medio de fuentes bibliográficas y recursos web de sitios certificados, el método fenomenológico para hacer la práctica de elaboración manual, para lograr obtener tiempos, valores y lograr una producción de forma ordenada, dosificada, limpia y su funcionamiento con diferentes fuentes de alimentación, estos aspectos involucrados en este prototipo lo convierten en un proyecto escalable con muchas más mejoras dentro de la tecnología local y a nivel nacional. Como conclusión se determinó que es posible automatizar un proceso de elaboración de bebidas sin perder la esencia de ser un producto artesanal y se logró reducir casi en su totalidad la manipulación directa del producto en proceso con el operario.

**Palabras claves:** Automatización, cocción, fermentación, maduración, procesos y software libre

### 3. Abstract

The research project called "AUTOMATION OF THE PROCESS FOR PRODUCTION OF CRAFT BEER FOCUSED ON THE STAGES OF COOKING, FERMENTATION, AND MATURATION UTILIZING FREE SOFTWARE, IN THE PERIOD APRIL-SEPTEMBER 2022" had as its general objective to automate the production procedures of craft beer-focused on the stages of cooking, fermentation, and maturation using free software and internet connection for constant monitoring of the procedures mentioned above. The project will offer a noticeable contribution to solving the problem of obtaining similar elaboration results after various sessions, such as the same color, an approximation of a balanced degree of flavor with alcohol, and supervision, regulation, treatment, and control of the tasks involved in these processes using free software such as SCADA systems with Myopenlab, Arduino, and sensor management. The development of this project employed the hermeneutical method, through bibliographic sources and web resources of certified sites, the phenomenological method to practice manual brewing of craft beer to obtain times and values, and to achieve an orderly production, dosed, clean, and its operation with different power sources. These facts involved this prototype becoming a scalable project with considerable improvements in local and national technology. In conclusion, it was determined that it is possible to automate a beverage production process without losing the essence of being an artisanal product and it was possible to reduce almost entirely the direct handling of the product in process with the operator.

Keywords: Automation, cooking, fermentation, maturation, processes and free software.

#### 4. Problema

Si bien la elaboración de cerveza artesanal se basa en un proceso manual se ha evidenciado que al realizar múltiples sesiones de elaboración la producción difiere mucho entre sí, por ejemplo, si en una primera sesión el proceso de fermentación brindaba un grado alcoholímetro en otra sesión podía bajar o aumentar de forma significativa, también difieren en color y sabor es por ello que se necesita una solución que permita disminuir estas variaciones para brindar un producto de calidad (González, 2019).

La cerveza artesanal ha tenido un crecimiento de un 2000 % entre 2008 y 2016 a nivel mundial de esta forma se puede afirmar que la elaboración de cervezas de forma artesanal está en su mejor momento debido a su gran demanda, lo cual requiere implementar procesos de producción que permitan ofrecer una variedad de sabores ,aromas ,colores ,textura y grados de alcohol (González, 2019).

Se estima que hay más de 10000 micro cervecías en el mundo de las cuales el 86% se concentran en EEUU y Europa, superando Europa a Estados Unidos en volumen de producción, de todos los valores expuestos se estima que el 80 % de las micro cervecías no tienen automatizado el proceso de producción, Que en un proceso de cervecía artesanal sin un control HMI al realizar varias secciones de producción de cerveza , estas pueden presentar alteraciones en sabor, color y grados de alcohol con lo cual disminuye la calidad del producto (González, 2019).

En la actualidad en Ecuador, existen alrededor de 150 cervecías artesanales, según los últimos datos de la Asociación de Cervecías Artesanales, en el año 2017 la producción generó 13 millones de dólares en ventas y para el año 2018 se registró un crecimiento del 10 % [39]. Se conoce que de los 50 millones de litros de cerveza anuales que se consume en Ecuador, apenas se producen unos 720 mil L de forma artesanal, apenas el 2 %, lo que hace de la industria de la cerveza artesanal, esto se debe a que su

elaboración la vienen realizando de manera manual lo cual no garantiza mantener estándares de calidad y satisfacer la demanda de los clientes (lideres, 2019).

En la ciudad de Loja según información obtenida el gran porcentaje de productores de cerveza artesanal lo hace de manera manual por el alto precio de la maquinaria, lo cual desata un problema, el cual es que no les permite tener un patrón definido para obtener una misma variedad de sabores, aromas, colores, textura y grados de alcohol, cada vez que realizan la producción (Solano Ocampo, 2019).

**5. Tema:**

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA  
ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y  
MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL  
SEPTIEMBRE 2022.

## 6. Justificación

El presente proyecto consiste en el desarrollo de la automatización de los procesos de producción de cerveza artesanal enfocado en la cocción, fermentación y maduración, el cual aporta garantizando que los diferentes lotes de elaboración conserven los mismos estándares en sabor, densidad y grados de alcohol es por ello que será el escenario ideal para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica con la finalidad de obtener el título de Tecnólogo en Electrónica en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano.

En lo tecnológico el proyecto ofrecerá un aporte significativo para resolver satisfactoriamente las formas de supervisión, regulación, tratamiento y control de las tareas involucradas en dichos procesos. Utilizando software libre como es el Myopenlab , Arduino, manejo de sensores.

El proyecto es rentable económicamente debido a que el mercado cervecero artesanal se encuentra en rápido crecimiento y más si se trata de una producción automatizada, la cual es una producción más rápida y efectiva que una producción manual con esto es posible identificar nuevos proyectos similares al propuesto que han tenido éxito económica y financieramente.

Este proyecto nos da a conocer una tecnología que puede ser utilizado como base para futuros proyectos con sistemas de control de procesos en la fabricación de la cerveza artesanal, permitiendo un mayor desarrollo en el ámbito social en nuestro país. Los beneficiarios potenciales dentro del presente proyecto serían las personas con conocimiento en esta rama, así como los emprendedores en la elaboración de cerveza artesanal, brindándoles una herramienta ágil, en cuanto a los consumidores un producto que cumple la norma de acero de grado alimenticio (T 304)

## **7. Objetivos**

### **7.1 Objetivos generales.**

Automatizar los procesos para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre.

### **7.2 Objetivos específicos**

Recabar y consultar información bibliográfica y de campo con expertos cerveceros en cuanto a las etapas de elaboración y en estudio para utilizar el hardware y software más pertinente.

Desarrollar un sistema de control automatizado utilizando sistemas embebidos y software libre para el proceso de elaboración de cerveza artesanal.

Llevar a cabo un análisis comparativo entre el proceso de elaboración manual y automatizada de cerveza artesanal haciendo uso de técnicas de fabricación casera para determinar las bondades del sistema.

## 8. Marco teórico

### 8.1 Marco institucional

#### INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



##### 8.1.1.1 Reseña histórica

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de:

1. Contabilidad Bancaria
2. Administración de Empresas, y;
3. Análisis de Sistemas

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas. Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

1. Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y;
2. Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

1. Administración Empresarial
2. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
3. Finanzas y Banca, y;
4. Sistemas de Automatización

Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de:

#### **8.1.1.2 Diseño Gráfico y Publicidad.**

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

1. Gastronomía
2. Gestión Ambiental
3. Electrónica, y;
4. Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano se encuentran laborando en el proyecto de rediseño curricular de sus carreras con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz Productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

### **8.1.1.3 Misión, visión y valores**

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

#### **Misión**

“Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje”

#### **Visión**

“Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”

#### **Valores.**

Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio.

### **8.1.1.4 Referentes académicos**

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano: autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la

provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villamarín coronel. - Vicerrector Académico.

El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005. Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Cariamanga, Macará, Amaluza, Zumba, zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

#### **8.1.1.5 Políticas institucionales**

- Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador.
- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.

- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

#### **8.1.1.6 Objetivos institucionales**

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.
- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.

- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.
- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

### 8.1.1.7 Estructura del modelo educativo y pedagógico del instituto tecnológico superior sudamericano

Figura 1

Estructura del Modelo Educativo

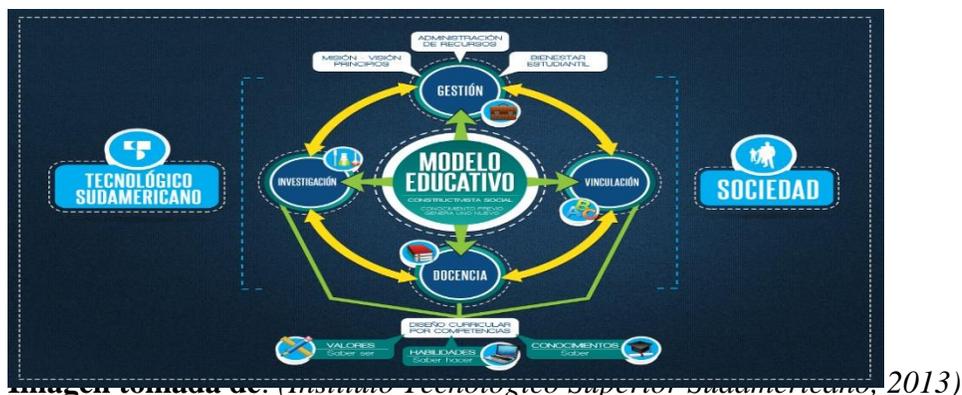


Imagen tomada de: (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013)

### 8.1.1.8 Plan estratégico de desarrollo

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención:

- Optimización de la gestión administrativa.
- Optimización de recursos económicos.
- Excelencia y carrera docente.

- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer.
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad.
- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular.
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico.
- Automatizar sistemas para operativizar y agilizar procedimientos.
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo.
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio de Relaciones Laborales; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general.
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

La presente información es obtenida de los archivos originales que reposan en esta dependencia. (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013).

Tlga. Carla Sabrina Benítez Torres

SECRETARIA DEL INSTITUTO SUDAMERICANO

## 8.2 Marco Conceptual

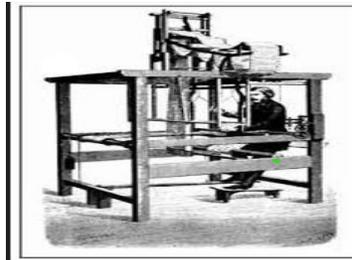
Los orígenes de la automatización se encuentran en la Prehistoria, con el desarrollo de las máquinas simples que minimizaban la fuerza que debían hacer las personas. La energía animal o humana, con el tiempo, comenzó a reemplazarse por energías renovables (como la energía eólica o la energía hidráulica).

A través de los siglos el ser humano ha construido máquinas que imitan las partes del cuerpo humano. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses. Estos brazos fueron operados por sacerdotes, quienes clamaban que el movimiento de estos era inspiración de sus dioses. Los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales se utilizaban para fascinar a los adoradores de los templos.

En Europa en los siglos XVII y XVIII se construyeron muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots (Néstor Agudelo, 2018).

### Figura 2

Historia de la automatización



**Imagen tomada de.** *El grafico representa el Telar de Jacquard, primeras máquinas de control numérico:* (Néstor Agudelo, 2018)

### **8.2.1.1 Cerveza Artesanal**

Como su nombre lo indica, la cerveza artesanal es aquella que está elaborada siguiendo una “receta” propia, por maestros cerveceros que le dan un sabor distinto y personal; por lógica su producción es limitada, ya que se pone especial atención en sabores y texturas distintas a las marcas industriales.

- Prestaciones: No contiene elementos artificiales, ni en el proceso ni en los ingredientes, el fermentado es natural y los sabores son el resultado de la mezcla de agua, malta, lúpulo y levadura; adicionalmente contiene frutas, especias y hierbas que, unidas a la técnica del maestro cervecero, darán un sabor y un aroma único y especial a esa cerveza.
- Es innovadora, ya que podemos crear combinaciones de sabores a gusto de nuestros clientes.
- Es independiente y social, ya que al no pertenecer a los grandes corporativos, las ganancias se quedan en la localidad ayudando a su economía (CERVEXXA, 2017).

### **8.2.1.2 Tipos de cerveza artesanal**

#### **8.2.1.3 Tipo Lager**

Es la cerveza más popular y se caracteriza por su sabor nítido, ligero y su consistencia espumosa. Su proceso de fermentado es a temperaturas de 4 y 12 °C y su tiempo es mucho más largo.

**Figura 3**

Cerveza Tipo Lager



Imagen tomada de: *Imagen de cerveza tipo lager* : (Cervecero, 2022)

**8.2.1.4 Derivados de la cerveza Lager:**

- Pilsner: fresca y amarga, con un cuerpo ligero y cremoso. Tonos dorados y 4.4% de alcohol.
- Dunkel: su sabor es a hierba y madera. Su cuerpo es ligero y presenta un tono ámbar. Su porcentaje de alcohol es de 4.8%.
- Schwarzbier: de tonos negros y con sabor dulzón, tiene 5% de alcohol.
- Rauch: su sabor es a malta ahumada y sus tonos son dorados oscuros. Tiene 5.1% de alcohol.
- Vienna: identifícala por su tono ámbar rojizo y sabor a malta dulce con 6% de alcohol.
- Bock: intensa y maltosa, de cuerpo robusta. Contiene 7% de alcohol.

**8.2.1.5 Tipo Ale**

Este tipo de Cerveza artesanal es fermentado a temperaturas de hasta 25°C y se caracterizan por ser aromáticas, dulces y con sabores muy marcados

**Figura 4**

Cerveza Tipo Ale



**Imagen tomada de.** *Imagen de cerveza tipo Ale:* (Cervecero E. , 2022)

**8.2.1.6 Derivados de la cerveza Ale**

- Red ale: su sabor es a malta y a caramelo, por lo que su color se refleja rojizo. Contiene 3.5% de alcohol.
- Altbier: presenta sabores a lúpulo, además de cuerpo ligero con un color cobrizo. Tiene 5% de alcohol.
- Kolsch: sabor suave y armonioso aderezado de sus tonos dorados. Presenta 5% de alcohol.
- Porter: Tiene un sabor fuerte a malta y a chocolate con 5.5% de alcohol.
- Pale ale: distínguela perfectamente por su sabor amargo, pero floral. Su tono es oro profundo. Contiene 8% de alcohol.
- Stout: Su sabor es amargo. Presenta una textura espesa y tonalidades oscuras casi negro. Tiene 10% de alcohol.
- Barley: tiene un sabor fuerte y afrutado, muy coherente con su cuerpo intenso. Contiene un 11% de alcohol (Cruz, 2019).

### 8.2.1.7 Etapas de producción:

#### Cocción

En esta etapa el mosto se lleva a ebullición con el objetivo de aportar amargor y aroma presentes en el lúpulo. Además, durante esta etapa se esteriliza el mosto, se coagulan proteínas y se evaporan aromas indeseables. Normalmente este proceso dura en torno a una hora o más, dependiendo del estilo de cerveza que se esté elaborando. Posteriormente el mosto final es sometido a una especie de centrifugado o whirlpool.

#### Figura 5

Cocción de la cerveza artesanal



**Imagen tomada de:** *Imagen de cocción de cerveza artesanal:* (Estimulo, 2017)

#### Fermentación

Finalmente llegó el momento de enfriar y airear el mosto para luego sembrar la levadura. Durante la fermentación se transforman los azúcares fermentables en alcohol y CO<sub>2</sub>, al tiempo que se generan una gran variedad de compuestos, muchos de los cuales contribuyen a darle los aromas característicos tan populares de la cerveza. Usualmente en el proceso cervecero se utilizan dos grandes familias de levaduras: lager y ale. Este proceso se desarrolla en tanques de fermentación que en ocasiones son conocidos como fermentadores.

**Figura 6**

Fermentación de cerveza artesanal



**Imagen tomada de:** *Imagen de cocción de cerveza artesanal:* (Estimulo, 2017)

**Maduración**

El líquido resultante requiere de un período de maduración, donde la cerveza es sometida a bajas temperaturas para que el sabor y los aromas logrados durante el proceso se establezcan y se consiga el justo balance entre los diferentes matices (CERVECISTAS, 2017).

**Figura 7**

Maduración de cerveza artesanal



**Imagen tomada de:** *Imagen de maduración de cerveza artesanal:* (Estimulo, 2017)

### **8.2.1.8 Plan de limpieza y desinfección**

Establecer un protocolo de limpieza y desinfección de las instalaciones, equipos y utensilios con la frecuencia necesaria, ya que es importante minimizar el riesgo de contaminación para con ello no afectar al producto final (Soms, 2019)

## **9. Diseño metodológico**

### **9.1 Métodos de investigación**

#### **9.1.1.1 Método hermenéutico**

Este método compone un acercamiento coherente y estricto al análisis de las dimensiones éticas, relacionales y prácticas propias de la pedagogía cotidiana, dificultosamente accesible, a través de los habituales enfoques de investigación. En esta contribución, se exhibe la potencialidad y aporte particular del método para la indagación educativa y se presentan ciertas nociones metodológicas y actividades básicas para la práctica investigativa (Guillen, scielo, 2019).

A inicio de este proyecto se aplicó el método hermenéutico a través de la recopilación de información de diferentes fuentes bibliográficas obtenidas de libros, artículos científicos, revistas y tesis que se relacionen al tema, esto permitió analizar y entender conceptos sobre el funcionamiento de los componentes electrónicos como sensores, actuadores y otros dispositivos. Cabe recalcar que a través de este método se pudo realizar una selección idónea del hardware y software a implementar en el desarrollo del prototipo.

#### **9.1.1.2 Método fenomenológico**

El método fenomenológico es la disminución de todo el conjunto de experiencias a la conciencia de las vivencias más genuinas. Pues este método se detiene en la experiencia y no presupone al mundo más allá de la experiencia (Ayala, 2021).

Se aplicó el método fenomenológico, con el cual se puede evidenciar que los pequeños productores de la ciudad de Loja no disponen de sistema automatizado para la

elaboración de cerveza artesanal, el cual les permita ofrecer variedades, sabores, texturas y grados de alcohol. Es por ello que se propuso la construcción de un prototipo con tecnología Scada que permita al emprendedor producir en forma automatizada en varias sesiones

### **9.1.1.3 Método práctico proyectual.**

Método proyectual comprende al conjunto de procedimientos utilizados durante un proceso de trabajo para resolver un problema de diseño. Requiere habilidades y conocimientos específicos; según los distintos autores podemos reconocer distintas etapas en las cuales se emplean herramientas que permiten un desarrollo lógico y creativo en la toma de decisiones (Didier, 2015)

El método práctico proyectual, se refleja en la automatización basado en tecnología Scada, sensores y actuadores que permita solventar las necesidades del emprendedor, .Mediante la ejecución de pruebas que nos permita corroborar el correcto funcionamiento, cumpliendo así con los objetivos planteados y el proceso sistemático de los mismos.

## **9.2 Técnicas de investigación**

### **9.2.1.1 Investigación documental**

Según Enrique R, 2022 señala:

La investigación documental es aquella que obtiene la información de la recopilación, organización y análisis de fuentes documentales escritas, habladas o audiovisuales, por tanto, lo que hace es recopilar datos de diferentes medios como diarios, bibliografías, vídeos, audios y cualquier otro tipo de documento. El objetivo de esto es analizarlos para aportar nuevo conocimiento sobre el tema que se quiere investigar. Se la suele llamar también investigación bibliográfica o hemerográfica.

### **9.2.1.2 Observación**

Históricamente la observación fue el primer método científico empleado, durante mucho tiempo constituyó el modo básico de obtención de la información científica. La observación, como método científico, nos permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como éste se da en la realidad, es una manera de acceder a la información directa e inmediata sobre el proceso, fenómeno u objeto que está siendo investigado (Heredia Molina, 2018)

Se aplicó esta técnica para poder verificar la calidad de la producción de la cerveza en nuestra localidad. Gracias a aquello se pudo realizar diferentes tipos de análisis basados en la información obtenida por esta técnica, y a la vez se podrá mejorar la calidad la textura el sabor y los grados de alcohol del producto a elaborarse.

### **9.2.1.3 Prueba y error**

Es la obtención de conocimiento, reparación o solución de problemas en la cual se prueba una posibilidad y luego se comprueba si sirve o no, por lo que también es conocida como el método de prueba y error. En el caso de que el resultado no sea el esperado, se intenta con una nueva alternativa, y así, hasta obtener un resultado positivo (Jean, 2017)

La técnica de prueba y error se utilizó al momento de la implementación del proyecto, en esta se debe evaluar que el sistema electrónico y la programación funcionen en conjunto y de manera correcta, en caso de que no funcione el proyecto en una primera instancia lo primordial sería verificar que los procesos funcionen de manera individual.

## **10. Propuesta de acción**

Para la ejecución del presente proyecto de investigación se realizó la selección de los diferentes componentes y materiales, que aseguren el cumplimiento de las funcionalidades y características necesarias para la correcta operatividad de prototipo las cuales se dividen en dos grupos hardware y software.

### **10.1 Hardware**

El hardware hace referencia a todos los elementos físicos que conforman el sistema electrónico como sensores, actuadores, placas de desarrollo, las cuales se encargan de realizar las funcionalidades programadas para que el sistema de automatización funcione de una manera eficiente en la presente investigación (7Gaus, 2022).

#### **10.1.1.1 Raspberry pi 4**

Es una placa de microprocesador compatible con Arduino útil para el desarrollo de soluciones IOT en base a hardware y conectividad 802.11ac Wi-Fi / Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet y de bajo consumo de energía, cuenta con 26 pines GPIO las mismas que se detallan en la Figura 8, que se utiliza en el presente proyecto como unidad de control, la misma que permite no solo configurar y temporizar los procesos de cocción, maceración y fermentación, sino también la adquisición de datos por parte de los sensores conectados al mismo (ELECTRONICS M. , 2022).

**Figura 8**

Raspberry Pi4 Model B



**Imagen tomada de.** *Imagen una Raspberry Pi4 Model B:* (ELECTRONICS M. , 2022)

### 10.1.1.2 Termocupla más driver max6675

permite conectar una termocupla tipo K, incluye compensación de junta fría(cold junction), convierte la señal analógica a digital(ADC interno) con una excelente resolución de 12-bits en un rango de 0° hasta 1023°C.(NAYLAMP, 2022)

**Figura 9**

Termocupla max6675



**Imagen tomada de:** termocupla mas driver max6675 (NAYLAMP, 2022)

### Pantalla Raspberry SunFounder 10.1 pulgadas HDMI 1280x800 IPS

Es un monitor HDMI con pantalla táctil y sin controlador. Raspberry Pi se ha probado en, Beagle bone Black, Windows 10 y Mac Book Pro. Su funcionamiento es adecuado en esas plataformas, se conecta y reproduce, se requiere ajustar la resolución (en RaspberryPi).

Esta pantalla se usó para la visualización y manipulación del sistema SCADA por medio del touch hacer interacción entre el usuario y la raspberry pi (AMAZON, AMAZON, 2022)

### Figura 10

Pantalla táctil 7 pulgadas Raspberry pi

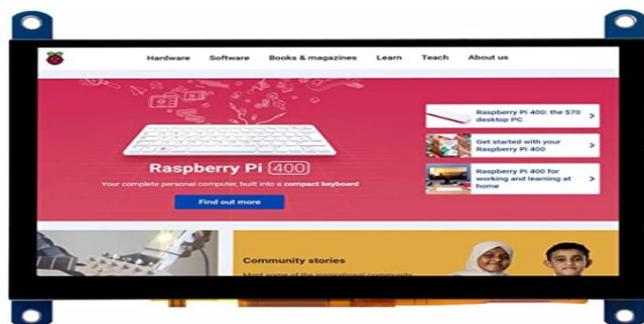


Imagen tomada de: *Imagen de Pantalla Raspberry pi* : (AMAZON, AMAZON, 2022)

#### 10.1.1.3 Fuente de voltaje 5V-1A DC

Es una Fuente de Voltaje o Adaptador de Corriente de 5V - 1A DC, el mismo que es diseñado para dispositivos eléctricos, electrónicos, cámaras de seguridad, módulos y tarjetas de desarrollo Arduino, Router, Decodificadores y gran diversidad de proyectos que requieran una fuente de alimentación de características de voltaje sea de AC a DC de 5V a 1A (1000 mA), voltaje de entrada 100VAC a 240VAC, frecuencia de entrada 50 Hz a 60 Hz, conector tipo de Jack, conector plug de salida compatible 2.1 mm ~ 2.5 mm y polaridad plug DC interior positivo (+), exterior negativo (-), que se utiliza en el presente proyecto para la alimentación de la placa base. (FERRETRONICA, 2022)

**Figura 11**

Fuente De Voltaje 5v 1a DC



**Imagen tomada de:** *Imagen de fuente de voltaje 5v – 1A* : (FERRETRONICA, 2022)

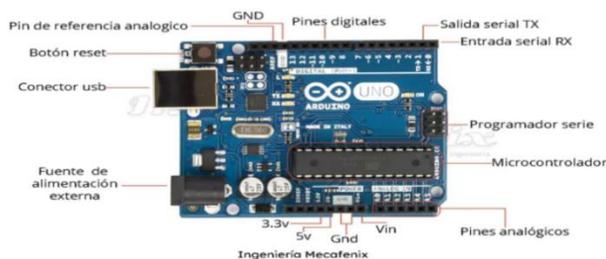
#### 10.1.1.4 **Arduino UNO**

La placa Arduino UNO es la mejor para iniciar en programación y la electrónica, la Arduino UNO es la opción más robusta, más usada y con mayor cantidad de documentación de toda la familia Arduino.

Es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital ( 6 pueden ser usados con PWM), además 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión USB, conector jack de alimentación, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo. Cuenta con la electrónica necesaria para que el microcontrolador opere, únicamente hay que conectarlo a la energía por el puerto USB o con un transformador AC-DC, que se utiliza en el presente proyecto para el control de los sensores y actuadores (Mecafenix, ingmecafenix, 2017)

**Figura 12**

Arduino UNO



**Imagen tomada de:** *Imagen de Arduino UNO* : (Mecafenix, Ingeniería Mecafenix, 2017)

### 10.1.1.5 Cocina Industrial

Convierte energía eléctrica en calor, por su consistencia resistiva y soporta temperaturas muy altas ( $1000^{\circ}\text{C}$ ), tienen como intención transferir energía a un sistema para los fines que persiga un proceso de producción.

Se hizo uso de este tipo de resistencia eléctrica para calentar la solución vertida en el tanque de proceso de maceración, que se utiliza en el presente proyecto para el de proceso de cocción y maceración.

**Figura 13**

Cocina Industrial



**Imagen Tomada de:** *Imagen de cocina industrial*: (HERMANOS, 2022)

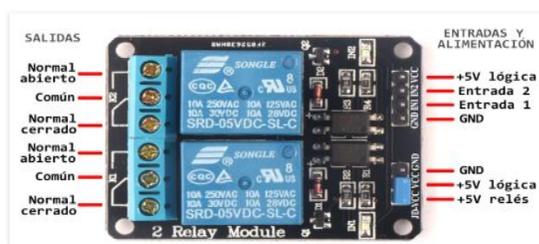
### 10.1.1.6 Modulo Relé

Es un dispositivo electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control. SSR es un sensor que responde a una entrada apropiada, un interruptor electrónico de estado sólido que conmuta el circuito de carga, y un mecanismo de acoplamiento que activa este interruptor.

Se usó este tipo de relé porque era el más eficiente al momento de controlar con la raspberry pi ya que cuenta con pines de control , que se utiliza en el presente proyecto para habilitar y cerrar el paso a los actuadores. (Didácticos, 2020)

**Figura 14**

Modulo Relé



**Imagen tomada de:** Imagen de Modulo Relé: (Didácticos, 2020)

### 10.1.1.7 Válvula Solenoide bronce ¼ para GLP

La válvula de solenoide es un dispositivo operado eléctricamente, y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada, que se utiliza en el presente proyecto para controlar el flujo de GLP en el proceso de cocción y maceración (Climasmonterrey.com, 2022).

**Figura 15**

Válvula solenoide



**Imagen tomada de:** *Imagen de válvula solenoide:* (Climasmonterrey.com, 2022)

### 10.1.1.8 Bomba de recirculación

Esta tiene el trabajo de bombea el agua caliente con regularidad con el fin de evitar que la tubería se enfríe. Sin este equipo el agua perderá temperatura de forma gradual una vez extraída del tanque, se encarga de la recirculación del líquido del reservorio de cocción y maceración al reservorio de fermentación (GORMAN-RUPPCOMPANY, 1996 - 2022)

**Figura 16**

Bomba de recirculación



**Imagen tomada de:** *Imagen de bomba de recirculación:* (AMAZON, AMAZON, 2019)

### 10.1.1.9 Placa de enfriamiento

El enfriador de placa de mosto de acero inoxidable es un dispositivo altamente eficiente. Este enfriador está hecho de 40 placas de acero inoxidable 304 que han sido trenzadas junto con cobre puro en un horno sin oxígeno, la mejor opción para requerimientos de intercambio calorífico. Los intercambiadores de calor de placas tiene múltiples utilidades, de forma compacta, medidas reducidas y peso ligero, nos asegura un alto rendimiento de transferencia del calor, debido a la unión de placas en relieve técnicamente unidas, esto nos asegura las más altas temperaturas de funcionamiento y presiones de trabajo, fabricado en acero inoxidable con soldadura externa de cobre, asegura una buena resistencia a la corrosión, la instalación y mantenimiento se realiza de forma directa y sencilla, se utiliza para el enfriamiento del líquido que pasa del reservorio de cocción y maceración al reservorio de fermentación.

**Figura 17**

Placa de enfriamiento



**Imagen tomada de:** *Placa de enfriamiento:* (HANSELBIER, 2016)

### 10.1.1.10 Encendedor eléctrico

Un encendedor eléctrico es un dispositivo que gracias a la electricidad puede generar fuego encendiendo papel, hornilla, velas, fuegos artificiales, fogatas, y más. Funcionan gracias a una batería de litio en su interior, lo que los hace eco-amigables ya que no necesitan ningún gas o aceite, se utiliza para generar chispa y enciende la cocina industrial.

#### Figura 18

Encendedor Eléctrico



**Imagen tomada de:** *Encendedor eléctrico*: (Profesionales, 2022)

## 10.2 Software

Se denomina software a toda la parte intangible de un aparato electrónico, es la parte lógica que se encarga de que el hardware cumpla una determinada función a través de un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas, el software utilizado en este proyecto se detalla a continuación, los softwares ocupados en el proyecto son MyOpenlab y Arduino IDE

### **10.2.1.1 Arduino IDE**

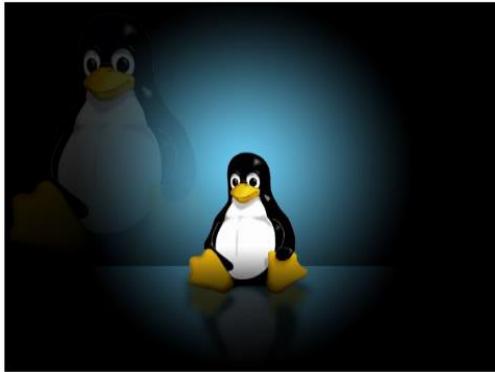
Arduino IDE es una plataforma de creación electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso, el software Arduino IDE en la línea de producción automatizada es utilizado para compilar y cargar en la memoria del controlador Arduino uno el protocolo firmata encargado en establecer la comunicación entre la raspberry o el PC con el controlador en mención, con el fin de activar o desactivar actuadores tales como solenoide ,electroválvula y lectura de sensores a través de los pines de propósito general

### **10.2.1.2 Sistema Operativo Linux Debian**

Es un sistema operativo de software libre ,código abierto, estable ,seguro y presenta una interfaz multiusuario y multitarea , para computadoras, servidores, mainframes, dispositivos móviles y dispositivos empotrados. Es compatible con todas las principales plataformas informáticas, por lo que es uno de los sistemas operativos más soportados. Se utilizó este sistema operativo debido a que es más ligero y compatible con la raspberry pi, es utilizado en el proceso de investigación como el sistema central de la raspberry en el cual se instala los softwares Arduino IDE y MyOpenlab. De la misma forma garantiza las funciones de conectividad .

**Figura 19**

Sistema operativo Linux



**Imagen tomada de:** *Imagen de Sistema operativo Linux:* (Leosolari, 2018)

**10.2.1.3 Java 8-231**

Java es una plataforma informática de lenguaje de programación creada por Sun Microsystems en 1995. Ha evolucionado desde sus humildes comienzos hasta impulsar una gran parte del mundo digital actual, ya que es una plataforma fiable en la que se crean muchos servicios y aplicaciones, el lenguaje de programación Java 8 versión 2.3.1 (64 bits) es un lenguaje de programación que permite desarrollar el sistema scada para el proceso de cerveceria, trabaja de forma interna y permite la compilación del archivo mein de MyOpenlab, además es el que permite la comunicación de los periféricos como son la pantalla touch, Raspberry Pi4 y Arduino uno con los actuadores de la línea de producción (BASICS, 2022)

**Figura 20**

Java 8-231



**Imagen tomada de:** *Lenguaje de programación Java:* (Khurshid, 2022)

#### 10.2.1.4 MyOpenlab

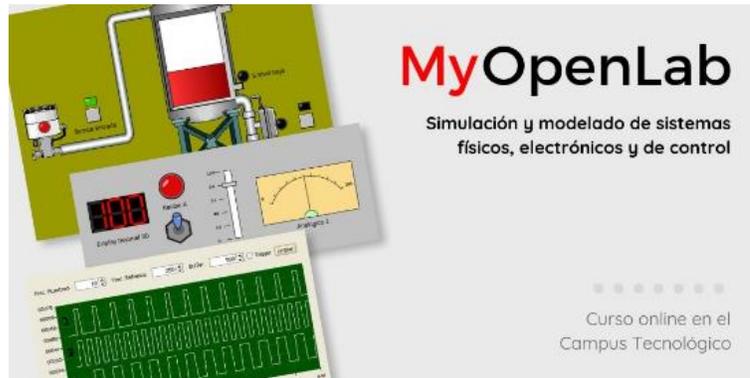
MyOpenlab (cuenta de Twitter de MyOpenLab) es un entorno virtual enfocado a simular y modelar sistemas físicos, electrónicos y de control con una amplia gama de aplicaciones. La herramienta está escrita en alemán, inglés y español.

Podrá simular una variedad de experiencias técnicas: circuitos eléctricos y electrónicos, sistemas basados en Arduino, representación del flujo de información a través de diagramas de flujo y más. Puede confiar en una amplia biblioteca de bloques de funciones que le permite crear modelos basados en bloques de funciones conectados.

La aplicación está desarrollada en lenguaje JAVA y puedes instalarla en diferentes plataformas, es un software libre basado en java y es utilizado en el proyecto como el entorno de desarrollo principal de las líneas de código que son usadas para compilar el sistema scada. (Marquès, 2022)

**Figura 21**

MyOpenLab



**Imagen tomada de:** *Imagen de MyOpenLab* : (Marquès, 2022)

### 10.2.1.5 Librerías

Son archivos de código desarrollados por terceros que facilitan la programación y hace que los códigos sean mucho más entendibles, permitiendo la interconexión de sensores, actuadores, pantallas y módulos electrónicos. Para el funcionamiento del prototipo se emplearon varias librerías, a continuación, la librería utilizada es LM35 (ORDENADORES, 2022)

### 10.3 Desarrollo de la propuesta

#### 10.3.1 Funcionamiento general

Para entender el funcionamiento general de los que componentes que están haciendo participe de este proyecto, a través del siguiente diagrama se observa el proceso ejecutado, posteriormente los diagramas de flujo, nombrando que componentes que se conectan a la Raspberry pi

#### 10.3.2 Diagrama de flujo del sistema scada en la línea de producción de cerveza artesanal.

Figura 27

Diagrama de flujo

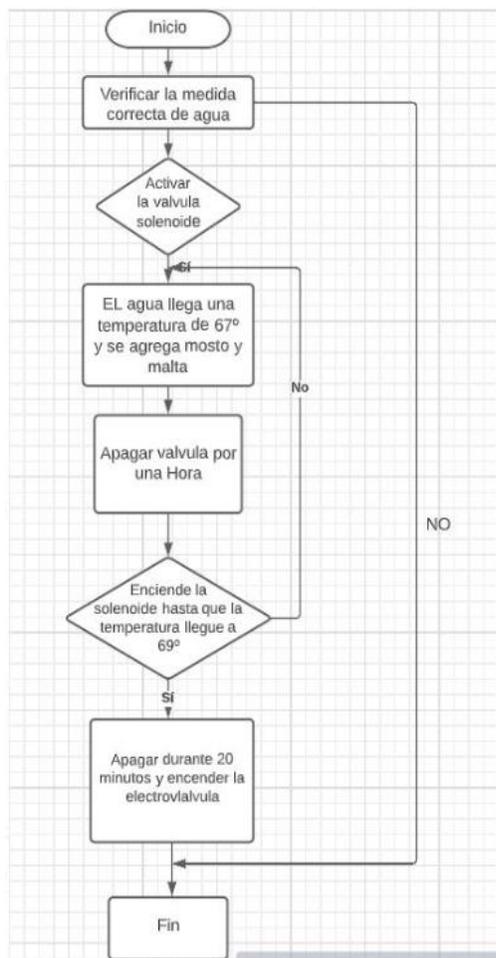
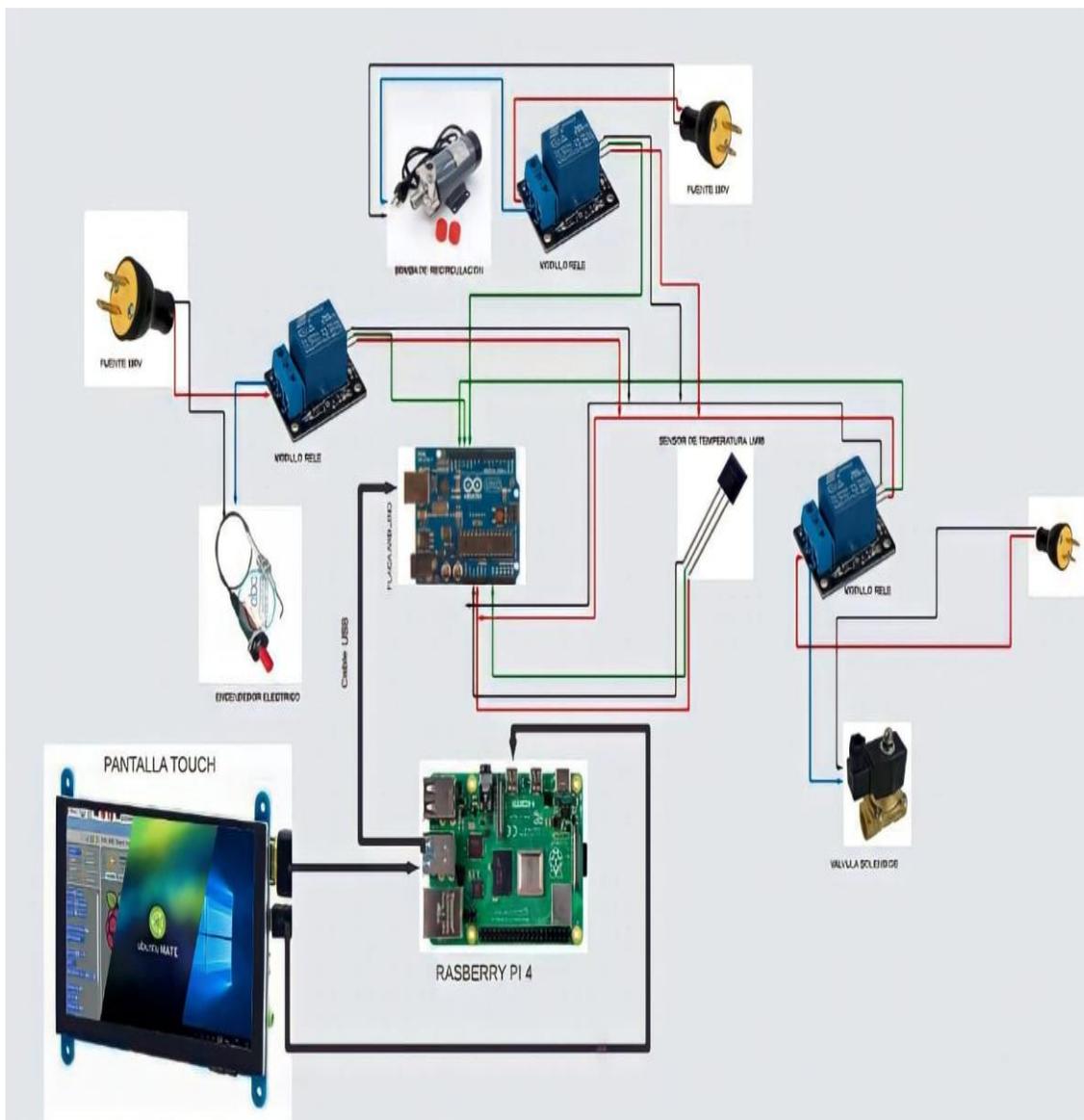


Figura 28

Diagrama del proceso



### 10.3.3 Sistema automatizado en los procesos de cocción ,maceración y fermentación

Para la automatización de los procesos de cocción, maceración y fermentación de cerveza artesanal, se utilizó la raspberry PI 4 como placa base para la instalación del software MyOpenLab el cual nos permite controlar los siguientes sensores y actuadores la placa de Arduino uno:

La válvula solenoide controla el flujo de GLP, el encendedor eléctrico produce una chispa eléctrica la cual enciende la cocina industrial y da inicio al proceso de cocción , el sensor LM35 registra valores de temperatura y de manera conjunta con la válvula solenoide cumplen los tiempos establecidos para efectuar proceso de maceración. La bomba de recirculación transporta el líquido caliente desde el recipiente de cocción, pasando por las placas de enfriamiento hasta llegar al recipiente de fermentación. Para visualizar los procesos e interactuar se utilizó una pantalla touch.

#### Figura 22

Automatización de los procesos de cocción ,maceración y fermentación



En la presente imagen se puede apreciar el sistema automatizado , las conexiones de las placas base hacia los sensores, actuadores y a la vez se evidencia los recipientes de acero inoxidable, conexión de mangueras entre la bomba de recirculación y la placa de

enfriamiento culminando en el recipiente de fermentación, cabe recalcar que los mismos cumplen con la norma de grado alimenticio T304.

**Figura 23**

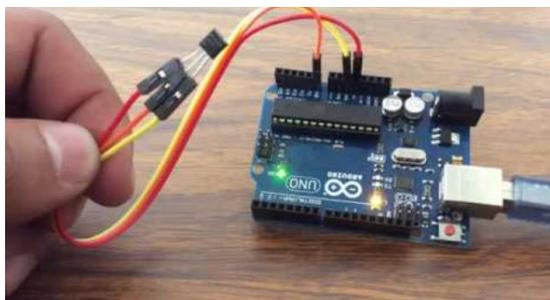
Conexión entre la placa base y pantalla touch



En esta imagen se puede observar la conexión de la raspberry PI a la pantalla touch, la raspberry PI como placa base aloja la programación para la automatización de los procesos de cocción , maceración y fermentación y la pantalla touch permite la iteración del software con el usuario según las bondades establecidas, esto mediante el sistema operativo Linux Debian, el lenguaje de programación Java y el entorno virtual MyOpenlab.

**Figura 24**

Conexión Arduino Uno y sensor LM35



Como se puede observar en la presente imagen, la conexión del Arduino uno y el sensor de temperatura LM35, permite la lectura de los grados de temperatura en el proceso de cocción y maceración. En base a la información que arroja se habilitan o se bloquean ciertos sensores y actuadores.

### **Figura 25**

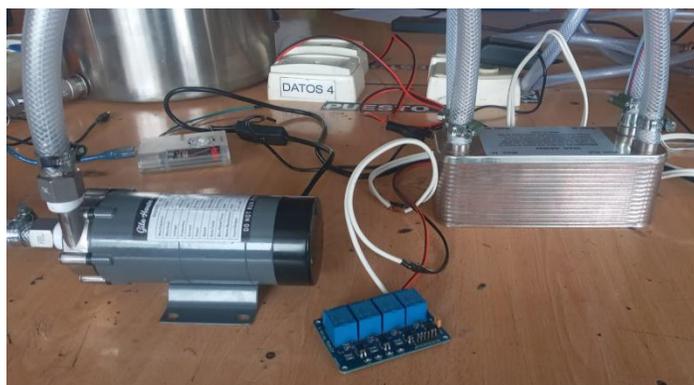
Montaje de Relé, Válvula Solenoide y Arduino uno



Como se puede observar en la imagen, la conexión del Arduino uno, Relé y la válvula solenoide, permite o limita la salida de GLP, según los trabajos previamente establecidos para el proceso de elaboración de la cerveza artesanal.

### **Figura 26**

Conexión de Relé , Bomba de recirculación y placa de enfriamiento



En la presente imagen se muestra la conexión del Relé , la bomba de recirculación y la placa de enfriamiento, el primer proceso a ejecutarse es el paso del líquido en altas temperaturas desde el recipiente de cocción y maceración, luego pasa por las placas de

enfriamiento para finalmente alojarse en el recipiente de fermentación en el cual cumple el proceso por un lapso de 7 días para posterior pasar a ser embotellado y puesto a maduración por 7 días adicionales para luego estar listo para el consumo.

## 10.4 Pruebas de funcionamiento y resultados

### Pruebas de funcionamiento

Ya desarrollada la Automatización del proceso para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre, se efectuó las pruebas correspondientes de funcionamiento.

#### 10.4.1.1 Prueba de funcionamiento de la válvula solenoide

Se realizo pruebas de funcionamiento para determinar fluidos son admisibles, vias, presión de trabajo Min/Max, bobina, Estado Inicial y grado de protección para el normal funcionamiento de la válvula solenoide, llegando a la conclusión que trabaja normalmente con los siguientes parámetros:

**Tabla 1**

Prueba de válvula solenoide

<b>PRUEBAS VALVULA SELENOIDE DE BRONCE 1/4</b>	
Fluidos Admisibles	Agua/Gas/Aceite
Vías	2 vias funcionales
Presión de Trabajo Mínima:	0 Psig
Presión de Trabajo Máxima:	145 Psig
Bobina	120 VAC
Estado Inicial:	Normalmente Cerrada
Grado de Proteccion:	IP65

Se concluye que está en óptimas condiciones funcionales para su uso

### 10.4.1.2 Prueba de funcionamiento sensor LM35

Se realizo pruebas de funcionamiento para determinar Estado del sensor LM35 para el normal funcionamiento, llegando a la conclusión que trabaja con los siguientes parámetros:

**Tabla 2**

Prueba de sensor LM35

PRUEBAS DEL SENSOR LM35	
Temperatura (de/hasta):	de -55°C a 150°C
Resolucion:	10mV por cada grado centígrado.
Voltaje de alimentación:	desde 4Vdc hasta 20Vdc
Tipo de medición:	Salida Analogica
Consumo de corriente:	60 $\mu$ A

Se concluye que está en óptimas condiciones funcionales para su uso

### 10.4.1.3 Prueba de funcionamiento Bomba de recirculación

Se realizo pruebas de funcionamiento para determinar Estado de la bomba de recirculación para el normal funcionamiento, llegando a la conclusión que trabaja con los siguientes parámetros:

**Tabla 3**

Prueba de bomba de recirculación

PRUEBAS BOMBA DE RECIRCULACIÓN	
Caudal máximo	5 galones por minuto
Potencia	15 W
Transferencia de líquido	240 °F
Alimentacion:	120V

Se concluye que está en óptimas condiciones funcionales para su uso

#### 10.4.1.4 Prueba de funcionamiento a la Placa de enfriamiento

Se realizo pruebas de funcionamiento para determinar Estado de la placa de enfriamiento para el normal funcionamiento, llegando a la conclusión que trabaja con los siguientes parámetros:

**Tabla 4**

Prueba de placa de enfriamiento

PRUEBAS PLACA DE ENFRIAMIENTO	
Capacidad de refrigeracion	5 kW
Caudal de agua	18 gpm
Temperatura	Desde -195 C a 220 C (-319 F a 430 F).

Se concluye que está en óptimas condiciones funcionales para su uso.

#### 10.4.2 Resultados

Los resultados obtenidos por el sistema de automatización son satisfactorios, el proyecto fue probado y por lo tanto es capaz de reducir tiempos en los procesos de elaboración, tiempos de hasta 1 y 2 horas en el proceso de cocción y maceración y de 4 a 5 días en el proceso de fermentación. El sistema se comportó de forma segura y controlada al momento de hacer el proceso de transferencia del líquido de un recipiente a otro, vale resaltar una cualidad muy importante del sistema, es que la manipulación humana del producto es casi nula y el contacto con el sistema de producción no influye en la estructura química, física o molecular del producto final.

Con el sistema se pudo comprobar que se puede lograr un estándar en sabor, textura y grados de alcohol entre cada lote de producción, además se puede verificar que el grado de alcohol es muy aceptable ya que una vez que medido en un densímetro se muestra en la siguiente tabla:

### 10.4.3 Conversión de densidad a grados de alcohol.

En la presente table se demuestra la conversión de densidad a grados de alcohol usando la fórmula matemática que es Densidad inicial menos densidad final dividido para 7.45 ( $D_i - D_f / 7.45$ )

**Tabla 5**

Conversión

		<b>Medicion de grados de Alcohol</b>	
		Escala de 1000	Conversion a Grados °C
Escala de 1000			
Medicion antes del maceracion		1050	Di-Df/7,45
Medicion antes de la fermentacion		1013	
Resultados			<b>4,99 °Alcohol</b>

**Tabla 6**

Receta de elaboración de cerveza artesanal

<b>ELABORACION DE CERVEZA ARTESANAL</b>		
Tipo de cerveza: Red Ale		Cantidad: 10 litros
Variación: irlandesa		Roja
Volumen de alcohol: (5.5 – 5.8) %		IBU:17
<b>MACERACIÓN</b>		
<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (gr)</b>	<b>Observación</b>
Malta Pale ale	2350	Base
Melanoidina/Amber malta	100	Impacto en el color naranja
Cara Múnich 2	125	Ajusta color rojizo y sabor
Carafa 2	25	Añadir sabor torrado
Cantidad inicial de agua: 10 litros a 68°C		Maceración
Temperaturas de maceración		
<i>Temperatura</i> °C	<i>Tiempo</i> (min)	<i>Observación</i>
63-66	45	Extraer maltosas y glucosas (altamente fermentables)
68-72	15	Extraer azucares poco fermentables que aportan cuerpo

Recirculación y lavado de grano		
Cantidad de agua: 5 litros		78°C
Observaciones: filtrar hasta aclarar y decantar sedimentos y harinas		
COCCIÓN		
Ingrediente	Cantidad (gr)	Observación
Lúpulo cascade	20	Neutro (AA 6.8%)
Azúcar blanca (OPCIONAL)	100	Aumentar alcohol de la cerveza
Carragenina	1	Sedimentar las partículas y clarificar
Lupulación / Adición de extractos		
Cantidad	Tiempo (min)	Observación
20 gramos	0'	Amargor, sabor único infusión
100 gramos	0'	Azúcar, aportar azúcares fermentables al mosto
1 gramo	30'	Aclarante, previamente activado en 250ml de agua hervida
	50'	Termina la Lupulación y hervor
<p><b>OBSERVACIONES ADICIONALES:</b> Apagar la cerveza a los 50 minutos de hervor (5 minutos después de agregar el tercer lúpulo),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En esta cerveza se hará escala de temperatura en la maceración misma que durara entre 60 - 80 minutos, extrayendo todos los azúcares fermentables y los no fermentables que serán quienes aporten cuerpo, sabor y retención de espuma.</li> <li>- Tiempo estimado de fermentación primaria 7-8 días.</li> </ul> <p><b>PERFIL:</b> Cerveza fácil de beber, color rojo cobre, amargor intermedio, sabor altamente maltosa acaramelado y con toques tostados.</p>		

## 11. Conclusiones

Acabado el proyecto y realizada las pruebas respectivas para verificar su funcionamiento, podemos inferir que:

- En este proyecto se puede concluir que una vez recabada la mayoría de información con expertos cerveceros quienes nos aportaron mucha información, podemos afirmar que el presente proyecto cumple con las expectativas anheladas.
- Se desarrolló un proyecto automatizado de sistemas embebidos, que de la mano de software libre como Myopenlab y Arduino se logró llevar a cabo un proyecto a bajo costo con bondades singulares.
- Se llevó a cabo una comparativa entre la elaboración manual y la elaboración automatizada y se concluyó que el sistema automatizado nos proporciona bondades únicas como menor tiempo en la elaboración, contacto casi nulo del humano con el producto final y se puede establecer estándares en sabor, textura y grados de alcohol.
- El proyecto cumple satisfactoriamente con cada uno de los requerimientos del proceso de producción de cerveza artesanal luego de realizar procesos de prueba y error.

## 12. Recomendaciones

El desarrollo de esta investigación ha permitido sugerir las siguientes recomendaciones:

- Para una mejor automatización del sistema se recomienda utilizar motores de paso para mover la mayoría de válvulas posible y de esa manera lograr mayor autonomía del sistema.
- Para un mejor desenvolvimiento de los procesos se recomienda agregar un agitador automático en el recipiente de maceración para no interrumpir en el proceso haciéndolo de forma manual.
- Para mejorar la vida útil de nuestro sistema se recomienda usar sensores, actuadores y la mayor parte electrónica que sean equipos industriales ya que los actuales tienen una menor vida útil.

### 13. Referencias

- 7Graus. (2022). significado. <https://www.significados.com/hardware/>.
- AMAZON. (29 de 03 de 2019). *AMAZON*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/magn%C3%A9tica-inoxidable-circulaci%C3%B3n-alimenticio-interruptor/dp/B07Q6T7HJ2>
- AMAZON. (2022). *AMAZON*. Obtenido de [https://www.amazon.com/dp/B09HZ7Q8DV/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_6?psc=1&pd\\_rd\\_i=B09HZ7Q8DV&pd\\_rd\\_w=pU7pv&content-id=amzn1.sym.3be1c5b9-5b41-4830-a902-fa8556c19eb5&pf\\_rd\\_p=3be1c5b9-5b41-4830-a902-fa8556c19eb5&pf\\_rd\\_r=V0Y7CJEHSEEQYSK62GJ2&pd\\_rd\\_wg=suF3c&pd\\_rd\\_r=6a6](https://www.amazon.com/dp/B09HZ7Q8DV/ref=sspa_dk_detail_6?psc=1&pd_rd_i=B09HZ7Q8DV&pd_rd_w=pU7pv&content-id=amzn1.sym.3be1c5b9-5b41-4830-a902-fa8556c19eb5&pf_rd_p=3be1c5b9-5b41-4830-a902-fa8556c19eb5&pf_rd_r=V0Y7CJEHSEEQYSK62GJ2&pd_rd_wg=suF3c&pd_rd_r=6a6)
- Ayala, M. (5 de agosto de 2021). *lofeder* . Obtenido de <https://www.lifeder.com/metodo-fenomenologico/>
- BASICS, X. (23 de septiembre de 2022). *@Yubal\_FM*. Obtenido de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno#:~:text=Arduino%20ofrece%20la%20plataforma%20Arduino,dar%20todo%20tipo%20de%20utilidades.>
- BLASCO, L. S. (14 de 03 de 2011). *COSAS DE ARQUITECTOS* . Obtenido de <https://www.cosasdearquitectos.com/2011/03/metodologia-proyectual-por-bruno-munari/#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20proyectual%20consiste%20simplemente,resultado%20con%20el%20m%C3%ADnimo%20esfuerzo.>
- CASERA, C. (2021). Obtenido de <https://cocina-casera.com/cerveza-artesanal-casera/>
- Cerveceros. (03 de 07 de 2022). *HACER CERVEZA ARTESANAL*. Obtenido de <https://hacercervezaartesanal.com/tipos-de-cervezas/cervezas-%20%20%20%20%20lager/>
- Cerveceros, E. (20 de 03 de 2022). *HACER CERVEZA ARTESANAL*. Obtenido de <https://hacercervezaartesanal.com/receta-cerveza-brown-ale/>
- CERVECISTAS. (2017). Obtenido de <https://www.loscervecistas.es/el-proceso-de-fabricacion-de-la-cerveza/>
- CERVEXXA. (2017). Obtenido de <https://www.cervezaartesanalmexicana.mx/que-es-la-cerveza-artesanal/>
- Climasmonterrey.com. (2022). *CLIMAS MONTERREY*. Obtenido de <https://www.climasmonterrey.com/que-es-una-valvula-de-solenoides/>
- condolo, f. (2015). cerveza artesanal. *CHAVITO*, 10.

- Cruz, D. (4 de marzo de 2019). *sabor&estilo*. Obtenido de <https://saboryestilo.com.mx/gourmet/tipos-de-cervezas-artesanales/>
- DeMeyer, Z. (10 de 11 de 2017). *MyArrow TM*. Obtenido de <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/arduino-uno-product-overview>
- Diagramaweb.com. (2022). *Diagramaweb.com*. Obtenido de <https://diagramaweb.com/arduino-uno/>
- Didácticos, R. (08 de 07 de 2020). *Robots Didácticos*. Obtenido de <http://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1/>
- Didier, G. (17 de Junio de 2015). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/wamyykej7-s2/metodo-proyectual/>
- ElectroCrea. (2022). *ElectroCrea*. Obtenido de <https://electrocrea.com/products/sensor-de-temperatura-pt100-rtd-0-a150c>
- electronics, M. (2017). Obtenido de <https://arduino.cl/que-es-arduino/#:~:text=Arduino%20es%20una%20plataforma%20de,una%20serie%20de%20pines%20hembra.>
- ELECTRONICS, M. (20 de 04 de 2022). *MOUSER ELECTRONICS*. Obtenido de <https://www.mouser.ec/new/raspberry-pi/raspberry-pi-4-b/>
- ELECTRONICS, M. (23 de marzo de 2022). *Raspberry Pi 4 Model B*. Obtenido de <https://www.mouser.com/c/?m=Raspberry%20Pi>
- Estimulo, R. E. (09 de 03 de 2017). *bienmesabe*. Obtenido de <https://elestimulo.com/bienmesabe/cursos-y-talleres/2017-03-09/el-paso-a-paso-de-la-cerveza-artesanal/>
- FERRETRONICA. (5 de mayo de 2022). *FERRETRONICA*. Obtenido de <https://ferretronica.com/products/fuente-de-voltaje-adaptador-de-corriente-5v-1a-dc>
- futuro, V. i. (2022). *VISIONLED ilumina tu futuro*. Obtenido de <https://www.visionledquito.com/producto/cocineta-electrica-potente-y-portatil-de-una-hornilla/?v=05b5755efd2e>
- GNU. (02 de 09 de 2021). Obtenido de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- GNU. (06 de 03 de 2022). Obtenido de <https://www.gnu.org/philosophy/free-hardware-designs.es.html>
- González, M. G. (01 de junio de 2019). Obtenido de [https://oa.upm.es/56981/1/TFG\\_MARIA\\_GALICIA\\_GONZALEZ.pdf](https://oa.upm.es/56981/1/TFG_MARIA_GALICIA_GONZALEZ.pdf)

- GORMAN-RUPPCOMPANY, G. P. (1996 - 2022). *GRI PUMPS A GORMAN-RUPPCOMPANY*. Obtenido de <https://es.gripumps.com/pumps/magnetic-drive-pumps/>
- Guillen, D. E. (26 de marzo de 2019). *scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n1/a10v7n1.pdf>
- Guillen, D. E. (Abril de 2019). *SCIELO PERÚ*. Obtenido de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2307-79992019000100010#:~:text=Husserl%20afirma%20que%20la%20finalidad,proceso%20se%20denomina%20texto%20fenomenol%C3%B3gico](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992019000100010#:~:text=Husserl%20afirma%20que%20la%20finalidad,proceso%20se%20denomina%20texto%20fenomenol%C3%B3gico).
- HANSELBIER. (14 de FEBRERO de 2016). *HANSELBIER*. Obtenido de <https://blog.hanselbier.es/enfriador-de-placas-el-flujo-de-liquido/>
- Heredia Molina, L. A. (25 de 10 de 2018). *Repositorio UG*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34808?mode=full>
- HERMANOS, M. M. (7 de MARZO de 2022). *METAL MECANICA OCHOA HERMANOS*. Obtenido de <https://ochoahermanos.com/catalog/view?id=9>
- Husserl. (2019).
- Husserl. (2019). Metodo Fenomenologico.
- Jean, P. (02 de agosto de 2017). *terapia cognitiva*. Obtenido de <https://www.terapia-cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf>
- Khursshid, U. (31 de 08 de 2022). *ITECHTICS*. Obtenido de <https://www.itechtics.com/java-8-update-231/>
- Leosolari. (11 de 2018). *Info Spyware*. Obtenido de <https://forospyware.com/t/gnulinux-conceptos-b%C3%A1sicos-instalaci%C3%B3n-dual-con-windows-y-programas-%C3%BAtiles/2124>
- lideres, r. (9 de 12 de 2019). *revistalideres.ec*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/cervecerias-artesanales-crecimiento-desafios-informe.html>
- Marquès, C. p. (2022). *DIM*. Obtenido de <https://dimglobal.ning.com/profiles/blogs/dise-o-y-simulaci-n-con-myopenlab-la-alternativa-gratuita-al>
- Mecafenix, I. (25 de abril de 2017). *Ingeniería Mecafenix*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>
- Mecafenix, I. (25 de abril de 2017). *ingmecafenix*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>

- Mechatronics, N. (2021). NODEMCU V2 ESP8266 WIFI. *Naylamp Mechatronics*.
- NAYLAMP. (12 de MARZO de 2022). *NAYLAMP*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/234-sensor-de-temperatura-analogico-lm35.html>
- Néstor Agudelo, G. T. (28 de febrero de 2018). *Universidad ECCI*. Obtenido de <http://ingenierovizcaino.com/ecci/aut1/corte1/articulos/Historia%20de%20la%20Automatizacion.pdf>
- ORDENADORES, C. (2022). *SOFTWARE SELECCION* . Obtenido de [www.softwareseleccion.com](http://www.softwareseleccion.com)
- Palacios, B. (s.f.). Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46181321/marketing-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1655358679&Signature=VPltPzi1xN9XhOMwp4fne3LwQ0GZcQpNJEbsioP0t3lVqoZkKwpZ~XZTDuDXBtKds~ytand6MBknQgUZWORfUkcZohgmv4Elkpbvwmtdu07R6DexYtkJtf-4nKMFmcPDj~tXi~Y5gVnEHB3z9j>
- Profecionales, a. C. (8 de enero de 2022). *abc Cocinas Profecionales*. Obtenido de <https://tienda.abccocinas.com/producto/chispero-electrico/>
- PROMETEC. (2022). *PROMETEC*. Obtenido de <https://www.prometec.net/funciones-iii/#:~:text=En%20el%20mundo%20de%20Arduino,proporciona%20una%20cierta%20funcionalidad%20espec%C3%ADfica>.
- Robotics, E. (27 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.edsrobotics.com/blog/automatizacion-procesos-industriales/>
- SAC, N. M. (2021). *Naylamp Mechatronics SAC*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-gas/72-sensor-mq-3-gas-alcohol.html#:~:text=Este%20sensor%20detecta%20la%20concentraci%C3%B3n%20de%20alcohol%20en%20aire.,salida%20tiene%20un%20led%20indicador>.
- Solano Ocampo, P. A. (29 de AGOSTO de 2019). *pressreader.com*. Obtenido de <http://bancodeideas.gob.ec/usuario/view?data=aWQ9Mjk5OTg%3D>
- Soms, A. H. (2019). GUIA DE PARCTICAS CORRECTAS DE HIGUIENE PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CERVEZA . *Generalitat de Catalunya*, 18.
- Velásquez, J. (2017). Obtenido de <https://myopenlab.org/inicio/>

## 14. Anexos

**Tabla 2 Presupuesto.**

Presupuesto

Para la construcción del presente proyecto se tiene un presupuesto de materiales los cuales se detallan a continuación:

<i>Detalle de presupuesto del proyecto</i>				
<b>Materiales</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor total</b>
Raspberry pi 4	\$130.00	UN	1	\$130.00
Sensor LM35	\$3.00	UN	1	\$3.00
Pantalla Raspberry pi 4	\$157.00	UN	1	\$157.00
Fuente de voltaje 5V 1 <sup>a</sup>	\$5.00	UN	1	\$5.00
Válvula Solenoide de GLP	\$75.00	UN	1	\$75.00
Cable UTP	\$0.50	M	5	\$2.50
5 led 10 ml	\$0.50	UN	5	\$2.50
Kit de Recipientes en acero inoxidable	\$435.00	UN	1	\$435.00
Kit de insumos	\$23.00	UN	2	\$46.00
Cocina Industrial 1 quemador	\$48.00	UN	1	\$28.00

Cañería en acero inoxidable	\$20.00	M	2	\$40.00
Malla de maceración	\$8.00	UN	1	\$8.00
Paleta Cervecera INOX	\$12.00	UN	1	\$12.00
Par acople rápido	\$16.00	UN	1	\$16.00
Enfriador de placas	\$135.00	UN	1	\$135.00
Bomba de recirculación	\$130.00	UN	1	\$130.00
Tapadora de botellas	\$24.00	UN	1	\$24.00
Densímetro+Probeta	\$21.00	UN	1	\$21.00
Caja de Botellas + Tapas	\$12.00	CAJA	1	\$12.00
Impresión de placa PCB	\$25.00	UN	1	\$25.00
Placa Pcb	\$4.00	UN	1	\$4.00
Caja PVC	\$12.00	UN	1	\$12.00
Encendedor Eléctrico	\$5.00	UN	1	\$5.00
Acoples Metal Mecánica	\$18.00	UN	3	\$54.00
<b>Total</b>				<b>\$1,382.00</b>

**Tabla 3 Cronograma**

Cronograma de actividades

ESTUDIANTES: Danny Miguel Puchaicela Sanchez - Diego Daniel Ortiz Jaramillo																													
CARRERA: Electrónica.		SEMESTRE: abril 2022 – septiembre 2022																											
ACTIVIDADES		Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre							
Componente	Proyecto de Investigación de Fin de Carrera	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Petición de solicitudes para el proceso de titulación			X	x																									
Identificación del problema				X			X																						
Planteamiento del tema					X			x																					
Elaboración de justificación						X			x																				
Planteamiento objetivos general y específicos							X				x	x																	
Marco institucional y Marco teórico								X	X			x	x																
Elaboración de la Metodología											X					x													
Presentación del Anteproyecto de Investigación												X					x												
Desarrollo de investigación y propuesta de acción																			x	x	X	X	x	x	X	x	x		
Elaboración de conclusiones y recomendaciones																							X						x





## VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 9 de Julio del 2022  
Of. N° 474 -VDIN-ISTS-2022

Sr. (ta). ORTIZ JARAMILLO DIEGO DANIEL  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. CESAR CRISTIAN CARRION AGUIRRE.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS





## VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 9 de Julio del 2022  
Of. N° 482 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ta). PUCHAICELA SANCHEZ DANNY MIGUEL  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado "**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL ENFOCADO EN LAS ETAPAS DE COCCIÓN, FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE, EN EL PERIODO ABRIL SEPTIEMBRE 2022**", el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. CESAR CRISTIAN CARRION AGUIRRE.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.  
**VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS**



## Autorización para la ejecución



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

### **AUTORIZO**

A Diego Daniel Ortiz Jaramillo con cédula de identidad Nro. 1104637283 y a Danny Miguel Puchaicela Sanchez con cédula de identidad Nro. 1105953325, estudiantes del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado “ Automatización del proceso para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre, en el periodo abril septiembre 2022 ” para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 02 de noviembre del 2022

Ing. Oscar Jiménez

C.I. 1103571590

## Certificado de implementación



Loja, 07 de octubre del 2022

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR DEL SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA- ELECTRÓNICA**, a petición verbal por parte del interesado.

### **CERTIFICO**

*Que el Sr Diego Daniel Ortiz Jaramillo con cédula 1104637283 y Sr Danny Miguel Puchaicela Sanchez con cédula 1105953325 han venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “Automatización del proceso para la elaboración de cerveza artesanal enfocado en las etapas de cocción, fermentación y maduración utilizando software libre, en el periodo abril septiembre 2022 ”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.*

-----  
Ing. César Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Semestre abril – septiembre 2022



CERTF. N°. 009-RH-ISTS-2022  
Loja, 27 de Octubre de 2022

El suscrito, Lic. Ricardo Javier Herrera Morillo., **DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO"**, a petición de la parte interesada y en forma legal,

**CERTIFICA:**

Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **ORTIZ JARAMILLO DIEGO DANIEL** y **PUCHAICELA SANCHEZ DANNY MIGUEL** estudiantes en proceso de titulación periodo Abril – Noviembre 2022 de la carrera de **ELECTRONICA**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.

*English is a piece of cake!*

Lic. Ricardo Javier Herrera Morillo,  
**DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

CHECKED BY  
Lic. Ricardo Herrera  
ENGLISH TEACHER  
DATE:

Figura 27

Interfaz grafica de sistema scada para cerveceria

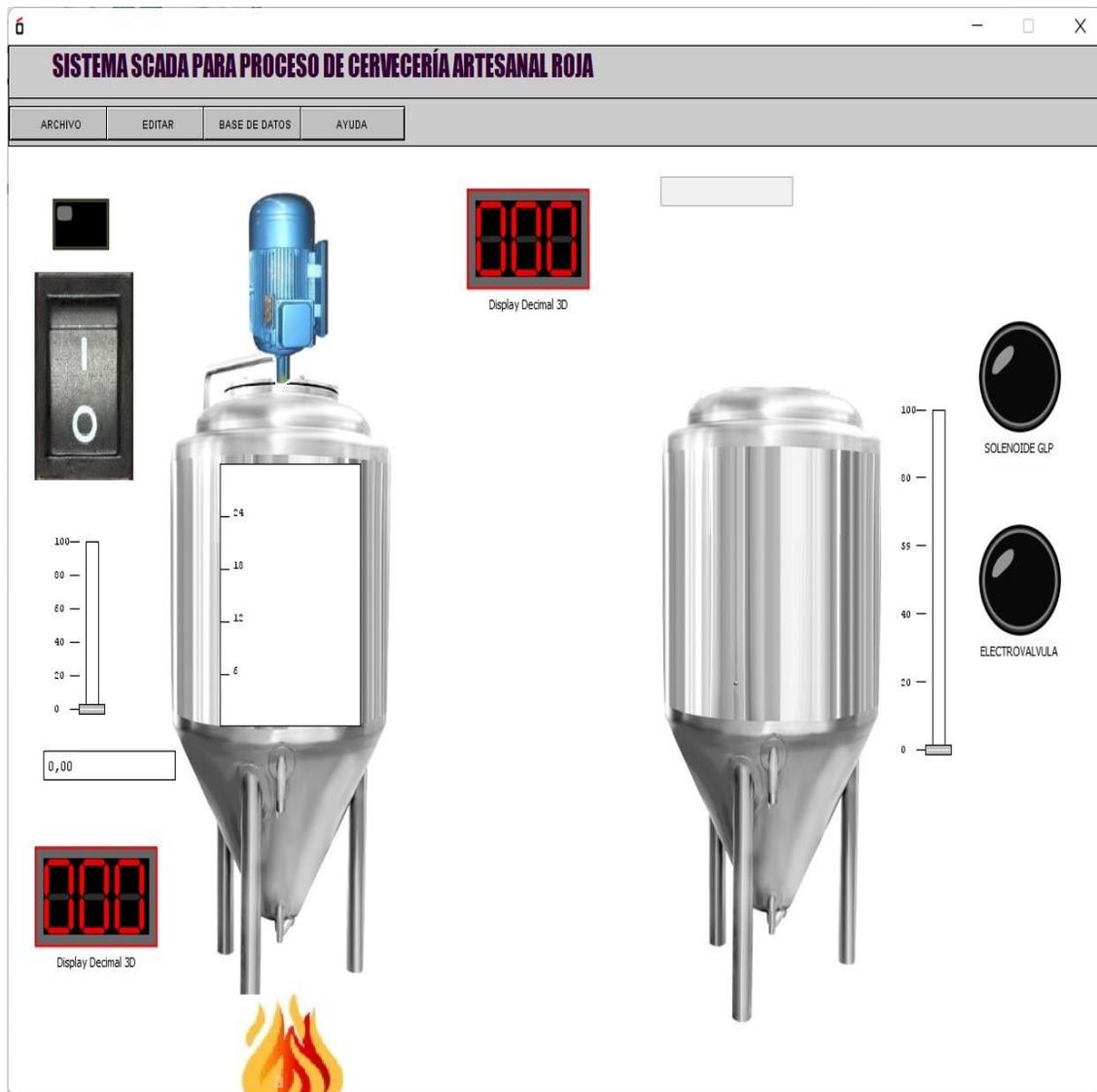
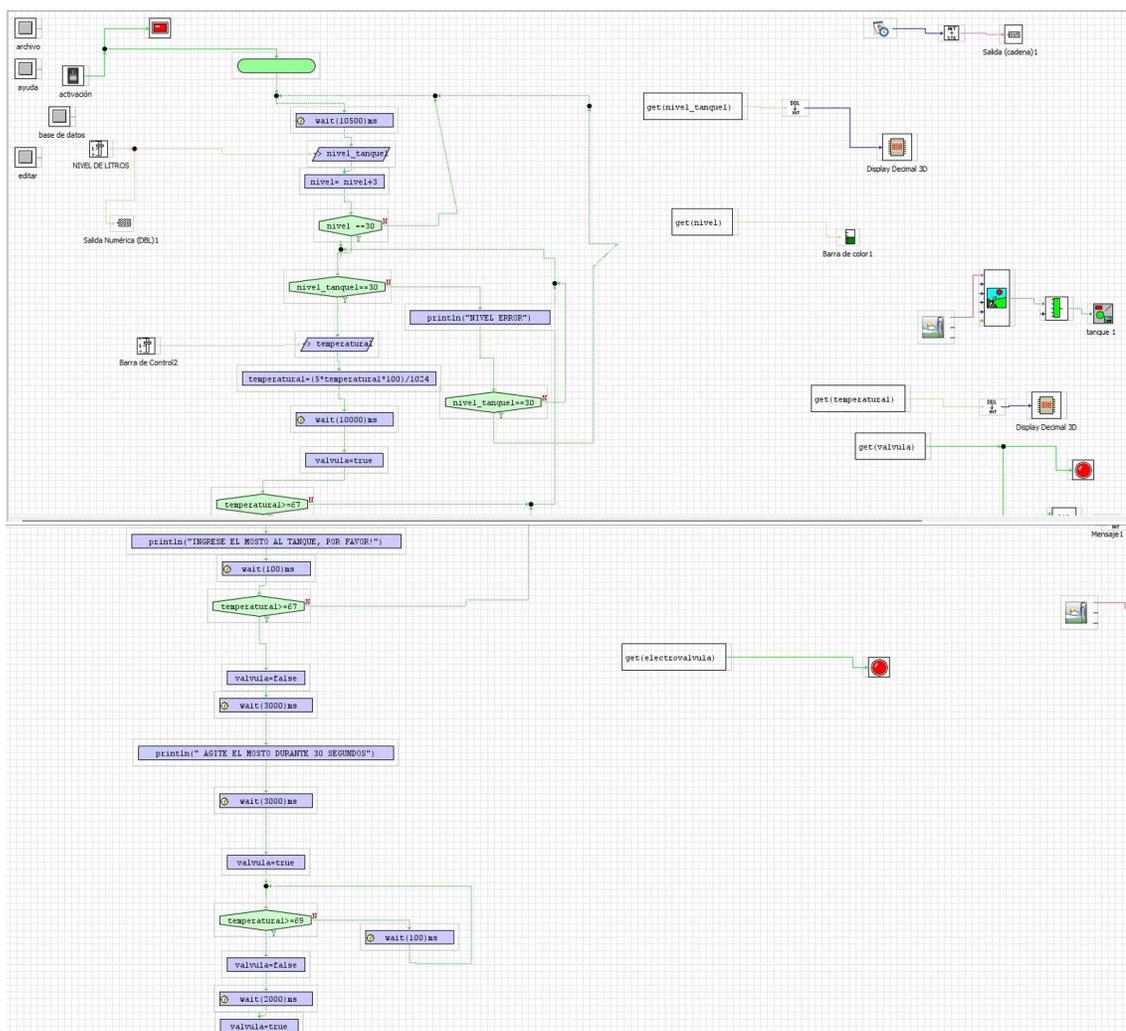


Figura 28

Código de programación de sistema scada



**Figura 29**

Figura 30



Figura 31



Figura 32



Figura 33



Figura 34

