



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA  
DESHIDRATADORA DE ROMERO AUTOMATIZADA CON  
MONITOREO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL PARA LA  
COMUNIDAD SAN JOSÉ DE GAUSHI-RIOBAMBA”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para obtener el grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES  
INDUSTRIALES**

**AUTOR: ALVAREZ TOABANDA DANILO FERNANDO**

**DIRECTOR: Ing. VITERI BARRERA MARCO ANTONIO Msg.**

Riobamba-Ecuador

2020

© 2020, Danilo Fernando Alvarez Toabanda

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Danilo Fernando Alvarez Toabanda declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como auto asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 27 noviembre de 2020

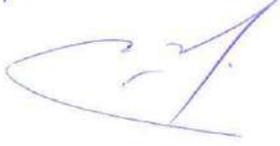


**Danilo Fernando Alvarez Toabanda**

**060415121-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: Proyecto Técnico: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE ROMERO AUTOMATIZADA CON MONITOREO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE GAUSHI-RIOBAMBA”, realizado por el señor **DANILO FERNANDO ALVAREZ TOABANDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación:

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. José Luis Morales Gordon Msc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		27-11-2020
Ing. Marco Antonio Viteri Barrera Msc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		27-11-2020
Ing. Wilson Armando Zuñiga Vinueza Msc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		27-11-2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermano y hermanas, a mi familia entera por estar presentes con sus consejos, por brindarme su confianza y guía en este trayecto. A la Escuela superior Politécnica de Chimborazo por darme cabida como parte de una comunidad y a mis profesores por su constancia y preparación al momento de formarme como un profesional, a mis amigos con quienes he obtenido experiencia y una gran amistad.

Danilo

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres José y Enriqueta por darme su confianza, apoyo y motivación en el todo el transcurso de mi carrera universitaria, a toda mi familia por estar pendientes de mi desarrollo personal y profesional. Por permitir formarme con buenos ejemplos de vida, a todos ellos... GRACIAS.

Danilo

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
SUMARY.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1. IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	2
1.2. ORIGEN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN APLICATIVA.....	3
1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
1.5.1. UBICACIÓN LA PLANTACIÓN DE ROMERO.....	5
1.5.2. UBICACIÓN DEL DESHIDRATADOR.....	5
1.5.3. UBICACIÓN DEL CENTRO DE MONITOREO.....	6
1.6. OBJETIVOS.....	7
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7

### CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	8
2.1. INTRODUCCIÓN.....	8
2.2. ANTECEDENTES.....	8
2.3. ROMERO.....	9
2.3.1. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES.....	9
2.3.2. UTILIDAD FARMACOLÓGICA Y TERAPÉUTICA.....	9
2.3.3. RECOLECCIÓN Y RENDIMIENTO.....	10
2.4. NORMAS Y REGLAMENTOS.....	10
2.4.1. NORMA PARA INSTALACIÓN DE TABLEROS DE MANDO.....	10

2.4.1.1.	<i>Cálculo de protecciones eléctricas y caídas de tensión</i> .....	11
2.4.2.	<b>NORMA PARA CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES</b> .....	12
2.4.3.	<b>NORMA TÉCNICA PARA HIERBAS AROMÁTICAS</b> .....	12
2.4.3.1.	<i>Cálculo de humedad relativa en sólidos</i> .....	12
2.4.4.	<b>NORMA PARA DISEÑO DE HMI</b> .....	13
2.5.	<b>DESHIDRATACIÓN DE PLANTAS</b> .....	13
2.5.1.	<b>PROCESO DE DESHIDRATACIÓN</b> .....	13
2.5.2.	<b>MÉTODOS DE DESHIDRATACIÓN</b> .....	14
2.5.2.1.	<i>Método por Radiación solar directa</i> .....	14
2.5.2.2.	<i>Método por Radiación solar indirecta</i> .....	15
2.5.2.3.	<i>Otros métodos</i> .....	15
2.6.	<b>ELEMENTOS DEL DESHIDRATADOR</b> .....	16
2.6.1.	<b>SENSORES DE TEMPERATURA</b> .....	16
2.6.1.1.	<i>Termocuplas</i> .....	16
2.6.1.2.	<i>Termistores y RTD</i> .....	17
2.6.2.	<b>SENSORES DE LUMINOSIDAD</b> .....	18
2.6.3.	<b>SENSORES DE GLP</b> .....	18
2.6.4.	<b>ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL</b> .....	19
2.6.5.	<b>ACTUADORES PARA CALEFACCIÓN</b> .....	20
2.6.5.1.	<i>Bombillas IR y Bombillas Cerámicas IR</i> .....	20
2.6.5.2.	<i>Calefactores a gas</i> .....	20
2.6.6.	<b>CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE</b> .....	20
2.6.6.1.	<i>Lenguajes de programación</i> .....	21
2.6.7.	<b>MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES</b> .....	22
2.6.7.1.	<i>Arduino</i> .....	22
2.6.7.2.	<i>Raspberry</i> .....	22
2.6.8.	<b>TIPOS DE CONTROL</b> .....	23
2.6.8.1.	<i>Control ON/OFF</i> .....	23
2.6.8.2.	<i>Control PI y PID</i> .....	23
2.6.8.3.	<i>Control difuso</i> .....	24
2.6.9.	<b>HMI</b> .....	24
2.7.	<b>SISTEMA DE MONITOREO</b> .....	24
2.7.1.	<b>TIPOS DE MONITOREO</b> .....	24
2.7.1.1.	<i>Monitoreo Local</i> .....	24
2.7.1.2.	<i>Monitoreo Remoto</i> .....	25
2.7.2.	<b>COMUNICACIÓN INALÁMBRICA</b> .....	25
2.7.2.1.	<i>Tecnologías Inalámbricas</i> .....	25

<b>2.7.3.</b>	<b>APLICACIONES MÓVILES.....</b>	<b>26</b>
2.7.3.1.	Aplicaciones web.....	26

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.</b>	<b>REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA .....</b>	<b>27</b>
3.2.1.	REQUERIMIENTOS DEL DESHIDRATADOR.....	27
3.2.2.	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE MONITOREO .....	28
<b>3.3.</b>	<b>SELECCIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE .....</b>	<b>28</b>
3.3.1.	HARDWARE .....	28
3.3.1.1.	Sensores .....	28
3.3.1.2.	Actuadores .....	30
3.3.1.3.	Controladores .....	32
3.3.1.4.	Acondicionadores de señal .....	33
3.3.1.5.	Pantalla HMI .....	34
3.3.1.6.	Dispositivos de comunicación.....	35
3.3.1.7.	Material estructural .....	36
3.3.2.	SOFTWARE .....	37
3.3.2.1.	Softwares de programación .....	37
3.3.2.2.	Software de diseño eléctrico .....	37
3.3.2.3.	Software de diseño mecánico.....	37
3.3.2.4.	Software de diseño de app.....	38
<b>3.4.</b>	<b>ESQUEMAS Y DISEÑOS.....</b>	<b>38</b>
3.4.1.	DISEÑO MECÁNICO .....	38
3.4.2.	DISEÑO ELÉCTRICO .....	39
3.4.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	42
3.4.3.1.	Objetivo de control.....	42
3.4.3.2.	Variable manipulada, variable controladas y variables extrañas.....	42
3.4.3.3.	Propiedades de las variables .....	43
3.4.3.4.	Tipo de control.....	43
3.4.3.5.	Modelo del proceso.....	43
3.4.4.	DISEÑO DE RED DE COMUNICACIÓN.....	46
3.4.5.	DISEÑO DE SISTEMA DE MONITOREO .....	47
<b>3.5.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE LOS DISEÑOS .....</b>	<b>54</b>
3.5.1.	ESTRUCTURA MECÁNICA.....	54

3.5.2.	<b>TABLERO DE MANDO Y PODER</b> .....	55
3.5.3.	<b>CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLC</b> .....	56
3.5.4.	<b>RED DE COMUNICACIÓN</b> .....	57
3.5.5.	<b>CONFIGURACIÓN DE RASPBERRY</b> .....	61
3.5.6.	<b>SISTEMA DE MONITOREO</b> .....	62
3.5.6.1.	<i>Base de datos FIREBASE</i> .....	62
3.5.6.2.	<i>Programación en Python</i> .....	62
3.5.6.3.	<i>Programación en Android Studio</i> .....	63
3.5.6.4.	<i>Programación de la pantalla HMI</i> .....	67

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>72</b>
<b>4.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>72</b>
<b>4.2.</b>	<b>PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO</b> .....	<b>72</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA TOTAL</b> .....	<b>72</b>
4.2.1.1.	<i>Prueba estadística</i> .....	76
4.2.2.	<b>PRUEBA DEL CONTROL DE TEMPERATURA</b> .....	<b>78</b>
4.2.3.	<b>DETERMINACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA</b> .....	<b>80</b>
4.2.3.1.	<i>Prueba estadística N° 01</i> .....	81
4.2.3.2.	<i>Prueba estadística N° 02</i> .....	85
4.2.3.3.	<i>Prueba estadística N° 03</i> .....	86
4.2.3.4.	<i>Prueba estadística N° 04</i> .....	88
4.2.3.5.	<i>Comportamiento del proceso automatizado</i> .....	90
4.2.4.	<b>REDUCCIÓN DE TIEMPO Y AUMENTO DE CAPACIDAD DEL PROCESO</b> .....	<b>91</b>
4.2.5.	<b>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO</b> .....	<b>91</b>
4.2.5.1.	<i>Funcionamiento de la pantalla HMI</i> .....	91
4.2.5.2.	<i>Funcionamiento de la aplicación móvil</i> .....	91
<b>4.3.</b>	<b>DETERMINACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO</b> .....	<b>92</b>
<b>4.4.</b>	<b>RECURSOS Y MATERIALES</b> .....	<b>93</b>
<b>4.5.</b>	<b>SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>94</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>96</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>98</b>
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Usos farmacológicos y métodos de empleo .....	9
<b>Tabla 2-2:</b>	Rendimiento de cultivo por hectárea .....	10
<b>Tabla 3-2:</b>	Cantidad de agua contenida.....	14
<b>Tabla 4-2:</b>	Termopares Comunes.....	17
<b>Tabla 5-2:</b>	RTD comunes.....	18
<b>Tabla 6-2:</b>	Comparación de tecnologías inalámbricas .....	26
<b>Tabla 1-4:</b>	Mediciones de peso procedimiento artesanal .....	74
<b>Tabla 2-4:</b>	Prueba T-Students para determinación de cantidad de agua .....	76
<b>Tabla 3-4:</b>	Pesos iniciales prueba N° 01 .....	81
<b>Tabla 4-4:</b>	Pesos finales prueba N° 01 .....	82
<b>Tabla 5-4:</b>	Humedad relativa final prueba N° 01 .....	83
<b>Tabla 6-4:</b>	Prueba T-Students de la prueba N° 01 .....	84
<b>Tabla 7-4:</b>	Pesos iniciales y finales prueba N°02.....	85
<b>Tabla 8-4:</b>	Prueba T-Students de la prueba N° 02 .....	86
<b>Tabla 9-4:</b>	Pesos iniciales y finales prueba N°03.....	87
<b>Tabla 10-4:</b>	Prueba T-Students de la prueba N° 03 .....	88
<b>Tabla 11-4:</b>	Pesos iniciales y finales prueba N°04.....	88
<b>Tabla 12-4:</b>	Prueba T-Students de la prueba N° 04 .....	89
<b>Tabla 13-4:</b>	Costos de materiales .....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1.</b>	Justificación aplicativa .....	4
<b>Figura 2-1.</b>	Ubicación de la plantación de romero .....	5
<b>Figura 3-1.</b>	Ubicación del deshidratador .....	5
<b>Figura 4-1.</b>	Vías de acceso .....	6
<b>Figura 1-3.</b>	Pt-100 WZP-270 y Pt-100 WZP .....	29
<b>Figura 2-3.</b>	Sensor KY-018 .....	29
<b>Figura 3-3.</b>	Sensor de GLP .....	30
<b>Figura 4-3.</b>	Calefactores a GLP .....	30
<b>Figura 5-3.</b>	Generador de arco y bujías .....	31
<b>Figura 6-3.</b>	Válvula reguladora .....	31
<b>Figura 7-3.</b>	Electroválvula .....	32
<b>Figura 8-3.</b>	Modicon TM221CE16R .....	32
<b>Figura 9-3.</b>	Raspberry pi 3 B+ .....	33
<b>Figura 10-3.</b>	Módulo TM3-TI4 .....	33
<b>Figura 11-3.</b>	Acondicionador PT100 .....	34
<b>Figura 12-3.</b>	Pantalla HMI .....	34
<b>Figura 13-3.</b>	Ubiquiti M2 .....	35
<b>Figura 14-3.</b>	Router RE057 .....	36
<b>Figura 15-3.</b>	Switch D-Link DS-1005A .....	36
<b>Figura 16-3.</b>	Estructura de soporte .....	38
<b>Figura 17-3.</b>	Elementos del deshidratador .....	39
<b>Figura 18-3.</b>	Conexiones del módulo TM3TI4 .....	41
<b>Figura 19-3.</b>	Conexión de sensores de temperatura e iluminación .....	42
<b>Figura 20-3.</b>	Diagrama de bloques del sistema .....	44
<b>Figura 21-3.</b>	Esquema Red de Comunicación .....	46
<b>Figura 22-3.</b>	Esquema de conexiones del S. de monitoreo .....	47
<b>Figura 23-3.</b>	Esquema Sistema Monitoreo Remoto .....	48
<b>Figura 24-3.</b>	Estructura de soporte de romero implementada .....	55
<b>Figura 25-3.</b>	Cableado de tablero de control .....	55
<b>Figura 26-3.</b>	Configuración de entradas y salidas de PLC y módulo de expansión .....	56
<b>Figura 27-3.</b>	Configuración de puerto ethernet .....	57
<b>Figura 28-3.</b>	Red de comunicación .....	57
<b>Figura 29-3.</b>	Configuración WIRELESS antena 1 .....	58
<b>Figura 30-3.</b>	Configuración de red antena 1 .....	58

<b>Figura 31-3.</b>	Configuración WIRELESS antena 2.....	59
<b>Figura 32-3.</b>	Configuración de red antena 2.....	59
<b>Figura 33-3.</b>	Configuración de red WAN del router .....	60
<b>Figura 34-3.</b>	Configuración de red LAN del router .....	60
<b>Figura 35-3.</b>	Conexión Raspberry pi 3B+.....	61
<b>Figura 36-3.</b>	Base de datos FIREBASE.....	62
<b>Figura 37-3.</b>	Pantalla app n° 01.....	63
<b>Figura 38-3.</b>	Pantalla app n° 02.....	64
<b>Figura 39-3.</b>	Pantalla app n° 03.....	64
<b>Figura 40-3.</b>	Pantalla app n° 04.....	65
<b>Figura 41-3.</b>	Pantalla app n° 05.....	65
<b>Figura 42-3.</b>	Pantalla app n° 06.....	66
<b>Figura 43-3.</b>	Notificaciones de la app .....	67
<b>Figura 44-3.</b>	Pantalla HMI n° 01.....	68
<b>Figura 45-3.</b>	Pantalla HMI n° 02.....	68
<b>Figura 46-3.</b>	Pantalla HMI n° 03.....	69
<b>Figura 47-3.</b>	Pantalla HMI n° 04.....	69
<b>Figura 48-3.</b>	Ventana emergente HMI acceso de usuario .....	70
<b>Figura 49-3.</b>	Ventana emergente HMI temperatura interna fuera de rango .....	70
<b>Figura 50-3.</b>	Ventana emergente HMI culminación del proceso .....	71
<b>Figura 51-3.</b>	Ventanas emergentes HMI fuga de GLP detectada.....	71
<b>Figura 1-4.</b>	Cosecha de romero .....	72
<b>Figura 2-4.</b>	Romero fresco .....	73
<b>Figura 3-4.</b>	Desinfección y enjuague del romero .....	73
<b>Figura 4-4.</b>	Ubicación del romero en las lonas plásticas.....	74
<b>Figura 5-4.</b>	Pérdidas por radiación solar directa .....	75
<b>Figura 6-4.</b>	Distribución del romero en los soportes.....	81
<b>Figura 7-4.</b>	Ejecución de la app de monitoreo .....	92
<b>Figura 8-4.</b>	Determinación de consumo eléctrico .....	93
<b>Figura 9-4.</b>	Socialización del proyecto.....	95
<b>Figura 10-4.</b>	Producto terminado .....	95

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3.</b>	Secuencia de programación del PLC.....	45
<b>Gráfico 2-3.</b>	Secuencia de programación en python .....	49
<b>Gráfico 3-3.</b>	Secuencia de registro .....	50
<b>Gráfico 4-3.</b>	Secuencia de la pantalla de monitoreo.....	51
<b>Gráfico 5-3.</b>	Secuencia pantalla de control .....	52
<b>Gráfico 6-3.</b>	Secuencia pantalla sensores/actuadores.....	53
<b>Gráfico 7-3.</b>	Secuencia app en segundo plano .....	54
<b>Gráfico 1-4.</b>	Porcentajes de pérdida de producto por proceso artesanal .....	75
<b>Gráfico 2-4.</b>	Contenido de romero fresco.....	77
<b>Gráfico 3-4.</b>	Comportamiento método artesanal .....	77
<b>Gráfico 4-4.</b>	Temperatura interna promedio y temperatura ambiental.....	78
<b>Gráfico 5-4.</b>	Estado de la señal de control.....	79
<b>Gráfico 6-4.</b>	Iluminación interna y externa del deshidratador.....	80
<b>Gráfico 7-4.</b>	Comportamiento del proceso N° 01 .....	82
<b>Gráfico 8-4.</b>	Comportamiento del proceso N° 02 .....	86
<b>Gráfico 9-4.</b>	Comportamiento del proceso N° 03 .....	87
<b>Gráfico 10-4.</b>	Comportamiento del proceso N° 04 .....	89
<b>Gráfico 11-4.</b>	Curvas de tendencia proceso automatizado .....	90

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DESHIDRATADORA
- ANEXO B:** ESQUEMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL TABLERO
- ANEXO C:** ESQUEMA DE CONEXIONES DE SENSORES
- ANEXO D:** PROGRAMACIÓN DEL PLC Y LISTA DE SÍMBOLOS
- ANEXO E:** DESCRIPCIÓN DE INTERFACES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN
- ANEXO F:** CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN
- ANEXO G:** DATOS PARA DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA
- ANEXO H:** DATOS PRUEBA DE CONTROL DE TEMPERATURA
- ANEXO I:** DATOS PRUEBAS PROCESO AUTOMATIZADO
- ANEXO J:** DATOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO
- ANEXO K:** REGISTRO DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue el diseño y construcción de una planta deshidratadora de romero automatizada con monitoreo mediante aplicación móvil en la comunidad San José de Gaushi-Riobamba. Se recolectó información de investigaciones acerca de deshidratadores solares y de los procesos locales para determinar el mejor método de deshidratación para el romero. Con lo establecido por la norma NTE INEN 2392, se determinó la humedad relativa final del producto en la etapa de deshidratación. Para la implementación se utilizaron sensores de temperatura, de GLP e iluminación, y como actuadores calefactores a GLP. Se utilizaron controladores con conexiones tanto alámbricas e inalámbricas, se implementó una red de internet para establecer comunicación entre los dispositivos, para la transferencia de datos de valores de sensores y estados del deshidratador se utilizó el protocolo de comunicación MODBUS TCP/IP, se implementó un tablero de control y una interfaz hombre máquina para la interacción con el operario. El monitoreo se realizó mediante una aplicación móvil que visualiza los datos de los sensores en tiempo real mediante el uso de una base de datos. Con el sistema implementado, disminuyó el tiempo de deshidratación en un 50%, aumentó la capacidad de romero por proceso en un 320% y se obtuvo una humedad relativa del producto significativamente igual al 12%. Se logró realizar el monitoreo de las variables del proceso mediante una interfaz hombre maquina local y por la aplicación móvil desde cualquier punto de conexión a internet. Se concluye que el proceso automatizado comparado con el proceso manual, requiere de menos recursos para producir mayor cantidad de producto y con un menor porcentaje de pérdidas. Se recomienda realizar las investigaciones y pruebas necesarias para utilizar este sistema con otro tipo de plantas medicinales que son cultivadas dentro de la comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** <ROMERO (*Rosmarinus Officinalis*)>, <SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN>, <SISTEMA DE MONITOREO>, <MONITOREO REMOTO>, <HUMEDAD RELATIVA>, <APLICACIÓN MÓVIL>.



Visado Electrónico por:  
JHONATAN RODRIGO  
PARREÑO UQUILLAS



23/10/2020  
0416-DBRAI-UPT-2020

## SUMMARY

The objective of this research study was to design and construct an automated rosemary dehydration factory, monitored via mobile application, in the San José de Gaushi-Riobamba community. Previous research focusing on solar dehydrators and local processes was reviewed to determine the best dehydration method for rosemary. Following the provisions of the NTE INEN 2392 standard, the final relative humidity of the product was determined in the dehydration stage. Temperature, LPG and lighting sensors, and LPG heating actuators were used to implement the process. Controllers with both wired and wireless connections were used and an internet network was implemented to establish communication between the devices. The MODBUS TCP/IP communication protocol was used to transfer data on sensor values and dehydrator states and a control panel and a human-machine interface was implemented for interaction with the operator. Monitoring was carried out through a mobile application that visualized the data from the sensors in real time through the use of a database. With the system implemented, dehydration time was reduced by 50%, rosemary capacity per process increased by 320% and a relative humidity of the product was significantly equal to 12%. The process variables were monitored through a local human-machine interface and through the mobile application from any Internet connection point. It was concluded that the automated process, as compared to the manual process, required fewer resources to produce a greater quantity of the product and with a lower percentage of losses. It is recommended to carry out the necessary research and tests to use this system with other types of medicinal plants that are cultivated within the community.

**KEYWORDS:** <ROSEMARY (*Rosmarinus Officinalis*)>, <DEHYDRATION SYSTEM>, <MONITORING SYSTEM>, <REMOTE MONITORING>, <RELATIVE HUMIDITY>, <MOBILE APPLICATION>.

## INTRODUCCIÓN

El deshidratado de alimentos es un proceso encargado de reducir la cantidad de agua retenida por una cierta cantidad de masa, mediante la aplicación de calor se pretende evaporar la mayor cantidad de agua posible. Es un método aplicado para preservar alimentos de forma utilizable y mejorar su manipulación por una cierta cantidad de tiempo. Al reducir volumen y peso se reduce el costo de transporte y almacenaje, sin embargo, la inversión requerida para implementar un proceso de deshidratación es elevado. (Espinoza, 2016, pp. 73–74)

En el presente proyecto se presenta una revisión bibliográfica previa al diseño y construcción de un deshidratador de tipo mixto, que utiliza energía solar y radiación electromagnética mediante calefactores, para deshidratar una planta medicinal en específico, en este caso romero. También se diseña e implementa un sistema de monitoreo local y remoto para la visualización de las variables de la planta. Por parte del diseñador y del propietario del establecimiento donde se implementa el proyecto, se plantean los requerimientos de los sistemas de control y monitoreo. Se seleccionan tanto hardware y software para cumplir los requerimientos y objetivos del mismo, pasando al diseño del control de temperatura, de la red de comunicación inalámbrica y de las aplicaciones para una interfaz hombre máquina y una aplicación móvil. Dentro del sistema de monitoreo se utilizan los sensores de temperatura, iluminación y de gas de uso doméstico.

Habiendo implementado los diseños se comprueba la funcionalidad de los mismos, mediante pruebas y análisis de resultados para corroborar el buen funcionamiento del control de temperatura, HMI, aplicación móvil y para determinar la humedad relativa del producto deshidratado. Se pretende reducir el tiempo de deshidratación y las pérdidas de producto, comparando el proceso automatizado con el proceso artesanal, del mismo modo se pretende aumentar la capacidad de romero deshidratado por cada proceso. Contando con que la aplicación móvil tiene acceso de los datos del deshidratador desde cualquier punto de conexión a internet.

Habiendo implementado el proyecto se espera ofrecer una nueva alternativa al proceso actual de deshidratación, no solo de romero sino a largo plazo de otro tipo de plantas medicinales que se cultivan en la zona. Aportando así al desarrollo de nuevas técnicas de deshidratado y fortaleciendo las ciencias y saberes ancestrales de la medicina natural.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Importancia del proyecto

El romero (*Rosmarinus officinalis*) es una planta con elevadas concentraciones químicas, bioquímicas y organolépticas activas, propiedades específicas que la identifican como una planta medicinal, aromática y de uso culinario. Gracias a sus propiedades existen varias investigaciones, principalmente de usos terapéuticos en el ámbito médico y sus aplicaciones dentro de la industria alimenticia por sus componentes activos. La estructura química del romero cambia en función de ciertas propiedades ambientales del lugar geográfico de cultivo, como el tipo de suelo, altura sobre el nivel del mar y el clima. Las principales moléculas bioactivas encontradas en el aceite esencial de dicha planta son: el alcanfor, el cineol y el mirceno. (Ávila et al., 2011, pp. 23–24).

La comunidad de San José de Gaushi se encuentra ubicada en la parroquia Santiago de Calpi en el cantón Riobamba, a 3200 msnm, cuenta con 511.65 hectáreas representando el 9.91% del área total de la parroquia. Está establecida en una superficie con vértices cóncavas. Los principales ingresos económicos son: actividades agrícolas con un 53.19%, actividades pecuarias con un 16.82% y actividades de construcción con un 14.93%, de tal manera se identifica a Santiago de Calpi como una parroquia agropecuaria. Sus actividades agrícolas están distribuidas en la mayor cantidad al cultivo de plantas de ciclo corto y en pequeñas partes con alrededor de 61 hectáreas a cultivo de plantas herbáceas, arbustivas y pajonal. (SNI, 2015a, pp. 3–11), (SNI, 2015b, pp. 4–40)

#### 1.2. Origen del problema

Inmediatamente después de la recolección de ciertos productos agrícolas, estos deben ser deshidratados, debido a la existencia de factores ambientales dañinos, los cuales ayudan a la reproducción de microorganismos y enzimas malignas dañando al producto, los procesos de secado más antiguos se realizaban a la intemperie, llevando a una pérdida del producto debido a la exposición de factores como humedad ambiental y contaminación. (Miranda et al., 2012, pp. 14–15)

Dentro de la comunidad, las zonas de cultivo de materia prima y las zonas de deshidratación casi en su totalidad se encuentran distanciadas del lugar de almacenamiento del producto terminado, generando problemas en el monitoreo del estado del proceso y en el transporte del producto. El método tradicional utilizado consta de atar racimos de romero de aproximadamente 35cm,

ubicarlos bajo radiación solar directa y en lugares con alta circulación de aire en un periodo de 7 a 9 días, debido a factores ambientales como humedad, radiación solar, contaminación ambiental se obtienen pérdidas en el transcurso del proceso, disminuyendo así las utilidades obtenidas por parte de los agricultores. Según el productor del establecimiento, donde se realiza el proyecto, dependiendo de la época del año y las condiciones ambientales, las pérdidas de producto terminado varían entre el 5 – 20%.

### **1.3. Alcance del proyecto**

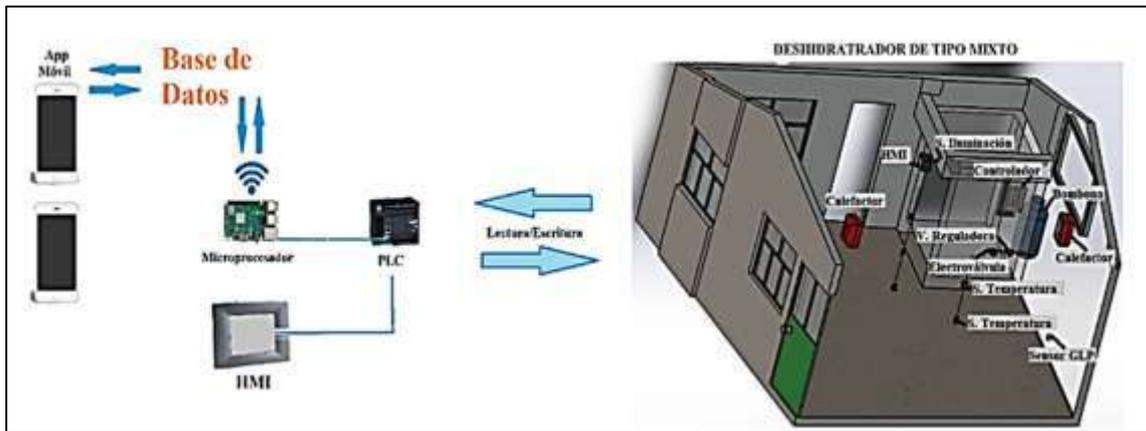
La comunidad de San José de Gaushi, genera ingresos al comercializar con este tipo de producto, con la propuesta aplicativa del sistema deshidratador se pretende disminuir las pérdidas generadas por cosechas irregulares, pérdidas por el proceso de deshidratación actual y pérdidas por falta de monitoreo del proceso. El sistema pretende prestar servicios no solo al área mencionada sino a largo plazo a toda la comunidad dedicada al cultivo de plantas medicinales con procesos de deshidratación similares. Cambiando la comercialización de materia prima por productos terminados. Con el sistema de monitoreo se pretende disminuir la utilización de recursos al momento de ingresar a la deshidratadora, principalmente tiempo de los trabajadores y combustible de vehículos. También se trata de mejorar la calidad del producto terminado, al no deshidratarlo completamente como se ha venido haciendo en proceso artesanales.

El proyecto propuesto se sustenta en los artículos 56 y 57 (entre otros) de la Constitución de la República del Ecuador, en los cuales se establece el reconocimiento y garantía a las comunidades indígenas sobre el mantenimiento, desarrollo, protección y fortalecimiento de las ciencias, tecnologías, prácticas y saberes ancestrales, medicina y terapias tradicionales.

Uno de los objetivos presentados en el Plan Nacional del Buen Vivir, sustentando impulsar el cambio de la matriz productiva, promover la investigación, formación y desarrollo de tecnología, el libre acceso a conocimiento, el aprendizaje e intercambio de técnicas y tecnologías, así como, el desarrollo de sistemas económicos sostenibles y sustentables priorizando la Economía Popular y Solidaria.

### **1.4. Justificación Aplicativa**

En la Figura 1-1 se observa la propuesta de justificación aplicativa para solucionar los problemas existentes en el proceso artesanal y cumplir los objetivos del proyecto.



**Figura 1-1.** Justificación aplicativa

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se pretende construir un deshidratador de tipo mixto, y de esta manera disminuir las pérdidas producidas por la radiación solar directa, aumentar la capacidad de romero a deshidratar y disminuir el tiempo de deshidratación. Para realizar el control de temperatura se requiere de sensores, calefactores y un controlador, así mismo, sensores de iluminación y de GLP para monitorear dichas variables.

Para monitorear las variables y el estado del proceso se dispone de una pantalla HMI ubicada en las cercanías del lugar y además de una aplicación móvil conectada a una base de datos en línea. Para leer los datos desde el controlador y guardar la información en la base se debe utilizar un microprocesador. De esta manera se puede visualizar la información del deshidratador en tiempo real desde la app en cualquier punto de conexión a internet.

### 1.5. Ubicación del proyecto

El trabajo de titulación se desarrolla en la parroquia Santiago de Calpi cantón Riobamba, específicamente en la comunidad San José de Gaushi. Según el Instituto Geográfico Militar (2013), la comunidad representa el 9,91% de la parroquia. Se encuentra a una altura de 3200 msnm y cuenta con alrededor de 511 hectáreas, de estas el 33.17% son tierras de cultivo que requieren de cuidados mínimos, aptos para el cultivo de especies arbustivas como el romero. La humedad relativa del sector varía entre 65 a 85% dependiendo de la época del año, con una media anual del 68% de humedad. (SNI, 2015a, pp. 12–13). Para obtener los datos de las ubicaciones como coordenadas geográficas, áreas e imágenes de la zona se utiliza la herramienta proporcionada por Google Maps.

### ***1.5.1. Ubicación la plantación de romero***

La plantación se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ}36'46''\text{S}$  y  $78^{\circ}44'7''\text{O}$ , cercana a un acantilado. El sector de cultivo posee un área de una hectárea aproximadamente, con alrededor de 5000 unidades de romero. Este sector requiere de cuidados mínimos para el cultivo propicio de romero. En la Figura 2-1 se observa una imagen satelital de la ubicación de la plantación de romero y la delimitación del sector.



**Figura 2-1.** Ubicación de la plantación de romero

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### ***1.5.2. Ubicación del deshidratador***

Se encuentra ubicado a 80m de la plantación, en las coordenadas  $1^{\circ}36'45''\text{S}$  y  $78^{\circ}44'10''\text{O}$ , las instalaciones cuentan con vías de acceso a la plantación para un fácil transporte de la materia prima, el proceso de desinfección se realiza en las mismas instalaciones previo a ser llevadas al proceso de deshidratación. En la zona no existe señal móvil de tipo GSM ni LTE. En la Figura 3-1 se observa la ubicación de las instalaciones donde se implementara el deshidratador.



**Figura 3-1.** Ubicación del deshidratador

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 1.5.3. Ubicación del centro de monitoreo

El centro de monitoreo se encuentra ubicado en las coordenadas 1°36'21"S y 78°44'1.6"O a una distancia de 790m aproximadamente en línea recta partiendo de la ubicación del deshidratador. Existen dos vías de acceso entre estos dos sectores tienen una distancia de 1.030 Km y 1.220 Km, la vía con menor recorrido no es apta para la circulación de transporte pesado, y ambas vías poseen tramos escarpados y zonas de difícil acceso. En la zona existen señales móviles de tipo GSM y LTE, y señal satelital. En la Figura 4-1 se observa la ubicación del centro de monitoreo, las vías de acceso mencionadas y la distancia en línea entre ambos puntos.



**Figura 4-1.** Vías de acceso

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

## **1.6. Objetivos**

### ***1.6.1. Objetivo General***

Diseñar y construir una planta deshidratadora de romero automatizada con monitoreo mediante aplicación móvil en la comunidad San José de Gaushi-Riobamba

### ***1.6.2. Objetivos Específicos***

- Recolectar información de sistemas existentes destinados para la deshidratación de plantas, sistemas de control y monitoreo.
- Establecer los requerimientos que debe satisfacer el sistema, diseño estructural, eléctrico, de comunicación y aplicación móvil.
- Definir el tipo de hardware y software necesario para implementar el sistema.
- Diseñar e implementar el sistema cumpliendo los requerimientos establecidos.
- Evaluar el funcionamiento del sistema en base a los requerimientos planteados.
- Difundir los beneficios del sistema dentro de la comunidad para fomentar el comercio del producto terminado.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Introducción

En el siguiente capítulo se realiza una revisión bibliográfica general acerca de los temas referentes al desarrollo del tema de investigación, la materia prima a deshidratar, las normas correspondientes a la instalación de tableros de mando y poder, redes de comunicación y características del producto deshidratado, el proceso y métodos de deshidratación comunes. También se abordan los temas acerca de los elementos hardware y software necesarios para la construcción del deshidratador y los sistemas de monitoreo.

#### 2.2. Antecedentes

En la ESPOCH, en la Facultad de Ciencias, se implementó un secador rotatorio para componentes sólidos, mediante una tarjeta arduino y el software MATLAB se realiza la adquisición de datos y control de variables como temperatura (ON/OFF), flujo de aire y velocidad del tambor, mediante un panel se realiza el control y monitoreo. Algunas desventajas: no posee la misma fiabilidad comparada al usar un controlador lógico programable y se necesita de una computadora para realizar control y monitoreo del proceso mediante el panel.(Inca y Oñate, 2019, p. 14)

Desde el 2012 el CIE, Centro de Innovación Energética ha desarrollado varios modelos de deshidratadores y colectores de aire para aportar en el desarrollo socioeconómico, modelos de tipo fijo o móvil y con alimentación eléctrica o solar.(Espinoza, 2016, pp. 74–77). El Colegio de Postgraduados, México en el 2003, diseñó un secador solar para café con la ayuda de mano de obra campesina, con similitud a un invernadero, la estructura hecha de madera y cubierto de plástico, de dimensiones de 3m x 1.8m x 2.5m, con aberturas a los costados para ventilación. El diseño no requiere de protección contra luz solar directa ni ventilación artificial, el modelo solo hace uso de energía solar, presentando desventajas en el control de temperatura y la ventilación, la misma se ve afectada por el clima, humedad y contaminación del aire, generando una posible pérdida del producto.(Berrueta et al., 2003, pp. 97–98).

En la universidad de Guanajuato, México (2012), se diseñó un deshidratador solar de tipo indirecto para plantas y vegetales, utilizando lógica difusa para el control de temperatura, mediante foto sensores y motores se pretende controlar la ubicación de la placa reflectora de acero

inoxidable, una bomba de aceite hace circular el mismo para transferir el calor por las paredes del deshidratador. Realizando pruebas con flor de Jamaica lograron disminuir el tiempo de secado de 92 horas a tan solo 6 a 7 horas. Debido al uso de una bomba de aceite, calentador externo y estructura adiabática se requiere de mayor mantenimiento y costo de implementación comparado con otros deshidratadores, así como, el uso continuo de energía eléctrica para su funcionamiento.(Miranda et al., 2012, pp. 17–18)

## 2.3. Romero

### 2.3.1. Características y Propiedades

El romero es una planta medicinal, posee complementos activos difíciles de encontrar en la naturaleza, su extracción necesita de un método específico. (Ávila et al., 2011, p. 31). Es una planta arbustiva perenne, de tallo leñoso, con una longitud de hoja entre los 1,5 y 4,0 cm. de color verde brillante, separadas por racimos. Florece en los extremos de las hojas, en tipo racimo, las flores toman un color azul, lila, rosa y a veces blanco. El cáliz dentro de la flor es leñoso igual al tallo, con una corola de longitud entre 1,0 a 1,2 cm., florece desde el mes de febrero al mes de noviembre. Las partes útiles de la planta son las hojas y las flores.(Muñoz, 2002, pp. 265–266).

### 2.3.2. Utilidad Farmacológica y Terapéutica

El romero posee características farmacológicas, cada componente activo del mismo se extrae de diferentes maneras, ya sea por métodos artesanales o de laboratorio, para obtener aceites esenciales o soluciones acuosas. En la Tabla 1-2 se observan los principales usos del romero como fármaco y el método de aplicación para el mismo.

**Tabla 1-2:** Usos farmacológicos y métodos de empleo

<b>Efecto</b>	<b>Forma de utilización</b>
Actividad antibacteriana	Aceite esencial y extractos etanólicos y acuosos
Actividad antiviral	Extractos hidroetanólicos
Actividad antiparasitaria	Aceite esencial
Actividad antioxidante	Extracto acuoso
Actividad en el sistema nervioso central	Varios métodos
Propiedades a nivel celular	Varios métodos
Acción en el sistema gastrointestinal	Varios métodos

Reducción de acción ulcerosa	Extractos hidroetanólicos
------------------------------	---------------------------

Fuente: Ávila et al., 2011

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 2.3.3. *Recolección y Rendimiento*

Siguiendo los esquemas planteados anteriormente para la fertilización, reproducción y cuidado de enfermedades la recolección es el último paso para la producción de romero. Este paso se realiza bien en el florecimiento de la planta por los meses de agosto a septiembre, la primera recolección 1 año a 1 año y medio después de la plantación, los cortes siguientes se realizan una vez por año, siempre a una altura mayor a 300mm del suelo. (Muñoz, 2002, p. 268)

En la Tabla 2-2 se observa el rendimiento promedio de una plantación de romero por hectárea, y los porcentajes de producción en relación con la cantidad obtenida de romero fresco sin raíz ni flor.

**Tabla 2-2:** Rendimiento de cultivo por hectárea

Elementos	Producción	Porcentual	Unidad/hectárea
Ápices frescos	8000 a 10000	--	Kg/Ha
Ápices secos	2000 a 3000	--	Kg/Ha
Hojas secas	1600 a 2400	20 a 25	Kg/Ha
Aceite esencial	40 a 60	0,5 a 0,6	Kg/Ha

Fuente: Muñoz, 2002

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

## 2.4. Normas y reglamentos

### 2.4.1. *Norma para instalación de tableros de mando*

Los tableros deben ubicarse en lugares de acceso libre, se dedican a la protección y maniobra de los elementos del sistema, dependiendo del peso y tamaño del tablero estos pueden ser montados sobre la pared, si sobrepasan estos límites deben poseer una estructura metálica externa que ayude a su soporte. Todos los dispositivos que se encuentren dentro del tablero deben poseer sus debidas pruebas de funcionamiento regidas en las normas NTE INEN correspondientes. Los tableros deben presentar las siguientes características: cumplir requerimientos del proyecto, dimensionamiento óptimo de los dispositivos internos, cumplir normas estándares de funcionamiento, acceso para modificaciones, acceso a cableado de mando y potencia, instalación de nuevo equipo con bajo costo. (NEC-11, 2013, pp. 27–28)

### 2.4.1.1. Cálculo de protecciones eléctricas y caídas de tensión

Para cuidar de los elementos conectados a la red eléctrica, así como también, del cableado de alimentación y prevenir riesgos de incendios debido a cortocircuitos se equipa el sistema con un interruptor automático. Para calcular el amperaje de un interruptor automático se parte por calcular la corriente máxima que consume un dispositivo o sistema determinado. Al valor máximo de consumo se le añade un 30% de su valor para obtener el valor de la corriente que debe soportar la protección. De la misma manera con el valor de la corriente y el tiempo de consumo se calcula el diámetro del cable para realizar la instalación. (NEC-11, 2013, pp. 59–65) (Becerril, 2005, pp. 69–80)

Para calcular la caída de tensión producida por el cableado de alimentación, se parte por calcular la corriente que consume el sistema con la ecuación:

$$S = V_{rms} * I_{rms} \quad (1.2)$$

Dónde:  $V_{rms}$  e  $I_{rms}$  son la tensión y corriente eficaces y  $S$  es la potencia aparente.

De la ecuación 1 obtenemos la ecuación de la corriente:

$$I_{rms} = \frac{S}{V_{rms}} \quad (2.2)$$

Para calcular la caída de tensión producida en el cableado se tiene:

$$\Delta V = \frac{I_{max} * R_c}{V_{rms}} * 100\% \quad (3.2)$$

Dónde:  $\Delta V$  es el porcentaje de caída de tensión y  $R_c$  la resistencia del cableado

La resistencia del cableado se calcula con:

$$R_{cableado} = R_{km} * D * n \quad (4.2)$$

Dónde:  $n$  es el número de conductores,  $D$  la distancia en km y  $R_{km}$  la resistencia de los conductores. (Becerril, 2005, pp. 89–114) La caída de tensión no debe sobrepasar el 5% del voltaje nominal, de ser así el cableado se debe sobredimensionar para de esta forma reducir la resistencia y la caída de tensión producida por esta. (NEC-11, 2013, p. 35)

#### 2.4.2. Norma para cableado de telecomunicaciones

Esta norma se rige a garantizar el correcto funcionamiento de las aplicaciones del sistema, la facilidad de expansión de dispositivos, la compatibilidad de categorías de cableado anteriores. Basándose en la norma ANSI/TIA 568, se establecen los requerimientos que debe cumplir el cableado de telecomunicación, las topologías del cableado, los puntos de acceso, puntos de consolidación, la categoría del cableado, latencia, consideraciones en la instalación de los diferentes dispositivos etc. No solamente se basa en la comunicación de datos digitales, sino analógicos como el caso de comunicación por sistemas de audio. (NEC-11, 2013, pp. 86–88)

#### 2.4.3. Norma técnica para hierbas aromáticas

Se basa en las normas NTE INEN, establece los requerimientos mínimos de este tipo de plantas, principalmente se denota lo siguiente: encontrarse libre de cuerpos extraños a la materia prima, una cantidad inferior al 15% de material no aromático, conteniendo aceite esencial del mismo, sin colorantes, entre otras. Se establecen también ciertos requisitos específicos para el romero como: utilizar órganos vegetales aéreos como tallo, hojas y flores; humedad relativa máxima del producto del 12%, aceite esencial máximo 1.5%, contenido de contaminantes por plomo 0.5mg/kg y arsénico 1mg/kg máximo. Para el envasado o enfundado se debe utilizar material filtrante o dedicado a los fines del producto.(NTE INEN 2392, 2007, pp. 1–7)

##### 2.4.3.1. Cálculo de humedad relativa en sólidos

La humedad es el valor porcentual de cantidad de agua que contiene un sólido, se puede representar con unidades de masa. Para calcular humedad absoluta y relativa se necesitan los valores de: cantidad de masa de materia totalmente seca, y la masa de la cantidad de agua disuelta dentro del sólido. La humedad absoluta se puede calcular en base húmeda o en base seca. Para calcular la humedad relativa dentro de un sólido se utiliza la siguiente ecuación:

$$H_S = \frac{m_a}{m_s} \quad (5.2)$$

$$H_{Ssat} = \frac{m_{amax}}{m_s} \quad (6.2)$$

$$H_H = \frac{m_a}{m_s + m_a} \quad (7.2)$$

$$H_{Hsat} = \frac{m_{amax}}{m_s + m_{amax}} \quad (8.2)$$

$$H_r = \frac{m_a}{m_{amax}} = \frac{H_H}{H_{Hsat}} = \frac{H_S}{H_{Ssat}} \quad (9.2)$$

Donde:

$H_S$ : es la humedad absoluta respecto a una base seca

$H_H$ : es la humedad absoluta respecto a una base húmeda

$H_{Ssat}$ : es la humedad absoluta saturada respecto a una base seca

$H_{Hsat}$ : es la humedad absoluta saturada respecto a una base húmeda

$H_r$ : es la humedad relativa representada por unidades porcentuales.

$m_s$ : es la cantidad de masa del sólido seco

$m_a$ : es la cantidad de agua medida dentro del sólido.

$m_{amax}$ : es la cantidad de agua máxima que se puede encontrar dentro del sólido. (Himmelblau, 1997, pp. 338–343)

#### **2.4.4. Norma para diseño de HMI**

Para diseñar las aplicaciones destinadas al monitoreo tanto móvil como pantalla HMI se basa en la norma ANSI/ISA-101.01-3015, en la misma se indican las etapas del desarrollo de un sistema HMI, estableciendo primero los estándares del sistema, y partiendo de esto hacia el diseño, construcción y la operación de servicio y mantenimiento del mismo. Se enfoca principalmente a la etapa de diseño, ciertas normas obligatorias y otras no obligatorias sino más bien recomendaciones. Con dos objetivos principales que son: primero, proponer la idea del ciclo de vida del HMI y de esta manera obtener una aplicación más eficaz en el tiempo, y segundo, ligar el uso de la aplicación con el usuario de tal forma que se consiga una mejor respuesta en la operación del mismo. (Moya, 2019, pp. 32–38)

## **2.5. Deshidratación de plantas**

### **2.5.1. Proceso de deshidratación**

El deshidratado de alimentos es un proceso encargado de reducir la cantidad de agua retenida por una cierta cantidad de masa, mediante la aplicación de calor se pretende evaporar la mayor cantidad de agua posible. Es un método aplicado para preservar alimentos de forma utilizable y mejorar su manipulación por una cierta cantidad de tiempo. Al reducir volumen y peso se reduce el costo de transporte y almacenaje, sin embargo, la inversión requerida para implementar un buen proceso de deshidratación es elevado. (Espinoza, 2016, pp. 72–73)

Este proceso inicia con la selección y recolección de la planta, el producto debe ser deshidratado, debido a la existencia de factores dañinos, los cuales ayudan a la reproducción de microorganismos y enzimas malignas dañando al producto, los procesos de secado más antiguos se realizaban a la

intemperie, llevando a una pérdida del producto debido a la exposición de factores como humedad ambiental y contaminación. (Miranda et al., 2012, pp. 14–15)

Antes de realizar la deshidratación de los órganos vegetales, estos pasan por un proceso de desinfección y oreo, en pequeños intervalos de tiempo, desde el corte de la planta hasta el transporte de la misma. Este pre proceso de secado no debe exceder de cierta cantidad de tiempo, sino se expondría a la cosecha a factores dañinos para su comercialización. Para la desinfección se utiliza vinagre, se sumergen los órganos vegetales en baños cortos para este proceso. El nivel de agua contenida por la planta varía entre raíz, tallo, hojas, flores y frutos. Siendo los frutos las partes con mayor cantidad de agua contenida, seguida de hojas y raíces como se observa en la Tabla 3-2.

Dependiendo del elemento a deshidratar se considera el método y tiempo de secado, se recomienda llegar a una cantidad de agua no inferior al 5% ni superior al 10%, en etapas iniciales del proceso se recomienda tener una temperatura baja para evitar la formación de costras dentro del órgano que impidan la pérdida de agua a mayores temperaturas. (Muñoz, 2002, p. 311)

**Tabla 3-2:** Cantidad de agua contenida

Elemento	Cantidad de agua (%)	
Raíces	70%	85%
Tallo	30%	40%
Hojas	60%	90%
Flores	80%	90%
Fruto	80%	90%

Fuente: Muñoz, 2002

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

## 2.5.2. *Métodos de deshidratación*

### 2.5.2.1. *Método por Radiación solar directa*

Este tipo de secado es el más utilizado en la historia, desde milenios atrás se realiza esta técnica, perfeccionándola en el transcurso. Se basa en colocar al material vegetal debajo de la luz solar directa, en una capa única sobre un manto o malla. Es importante mantener el espaciado sin sobre posición del vegetal para obtener el producto acabado en menor cantidad de tiempo. Se aplica generalmente en la obtención de semillas, en plantas como trigo, cebada, quinua, entre otras. Así como, en frutos secos, para consumirlos enteros o realizar harinas vegetales. En los procesos

mencionados anteriormente se presentan problemas como la decoloración del producto, reducción de calidad y el aumento en el cuidado contra reproducción de microorganismos. Cuando se utiliza para deshidratar plantas medicinales, la principal desventaja presentada es la reducción parcial o pérdida completa de ciertos compuestos activos esenciales. (Muñoz, 2002, p. 312)

La reducción de recursos y utilización de la energía van de la mano a la selección del método de secado. Siendo la presente técnica la más económica tanto en las etapas tempranas de implementación como en funciones de mantenimiento y transporte. Sin embargo, no presenta buenos rendimientos de cantidad y calidad de producto obtenido comparadas con otras técnicas. Como ventaja y desventaja, el uso de radiación solar permite ahorrar en gastos energéticos, por otro lado, la cantidad de radiación no siempre es la misma, varía en función de las estaciones, clima, ubicación geográfica y tiempo. No se puede controlar pero sí supervisar y prever. (Espinoza, 2016, pp. 73–76)

#### *2.5.2.2. Método por Radiación solar indirecta*

Este método consiste en deshidratar material vegetal por medio de la circulación de aire caliente, generalmente en construcciones pequeñas, herméticas para evitar los problemas presentados anteriormente, aumentando la calidad del producto, reduciendo las pérdidas cuando se realiza el proceso correctamente. El flujo de aire se genera por ventilación artificial o natural. Para producir calor existen varias técnicas, por transferencia de calor de fluidos como aceite y vapor, por radiación artificial o con uso de energía solar. (Miranda et al., 2012, pp. 14–16)

El costo de montaje y mantenimiento crecen conforme a la complejidad del sistema de deshidratación, el sistema de control de temperatura y control de calidad. Varios modelos existentes en la actualidad fusionan métodos de secado natural y artificial con el fin de reducir costos y fomentar el uso de energías renovables, aumentando la facilidad de control de ciertas variables como temperatura y cantidad de flujo de aire. El calentamiento se produce con uso de energía solar en paneles de color negro ubicados en la parte inferior, la chimenea permite la circulación de aire natural por efecto de presión negativa ejercida por la ventilación externa sobre la misma. (Espinoza, 2016, pp. 73–76)

#### *2.5.2.3. Otros métodos*

Existen algunos casos en los cuales se utiliza los dos métodos presentados hasta el momento, se aprovecha la energía solar directa e indirecta. Modelos de deshidratador mixto, el proceso se realiza con la ayuda de la radiación directa y por la circulación de aire caliente. Con este modelo

se pretende reducir el tiempo de procesado, la exposición a radiación directa, manteniendo cierto grado de calidad en el producto y utilizando energías renovables. El costo de implementación y mantenimiento de este modelo es cercano al costo del modelo por radiación indirecta. Se ubica en zonas geográficas con radiaciones no suficientes para la generación de calor, productos resistentes, semillas, ciertas hojas, flores y fruta. (Almada et al., 2005, pp. 12–15)

En zonas donde se torna imposible el uso de radiación solar, ciertas ubicaciones geográficas e interiores de industrias, los deshidratadores artificiales son implementados. La transferencia de energía se realiza con fuentes de radiación artificial y con la circulación de otros fluidos. Para reducir el tiempo de secado se realiza el control de flujo de aire, en algunos casos se mantiene en movimiento constante al producto para ayudar a la eliminación de agua. Entre este tipo de modelos se tiene deshidratadores rotativos, de tipo armario, de tipo invernadero y de tipo túnel. (Miranda et al., 2012, pp. 14–16)

## **2.6. Elementos del deshidratador**

### **2.6.1. Sensores de Temperatura**

Existen varios métodos para medir temperatura, utilizados en el control y monitoreo de procesos, en la actualidad los más utilizados en la industria son los sensores termopares o termistores, Las termocuplas J, K, entre otras y los Pt100, Pt1000, NT100 y NT1000. (Alzate et al., 2007, pp. 1–6)

#### **2.6.1.1. Termocuplas**

Las termocuplas son aleaciones entre dos metales, la exposición de este tipo de juntas a diferentes temperaturas genera un flujo de corriente, el mismo genera una diferencia de tensión entre las puntas de los metales. Sin embargo, los cambios de tensión son mínimos, pequeñas variaciones en orden de los micro y mili voltios. Existen tablas de referencia para cada sensor, se relacionan 2 temperaturas generalmente una puesta a 0 grados centígrados o a temperatura ambiental y la otra al ambiente a ser medido. Para este tipo de sensor se utiliza un acondicionador de señal para filtrar, linealizar la salida y obtener una medida precisa en tensión o corriente. El rango de medida es amplio difiriendo entre los tipos de termocuplas y las distintas aleaciones. (Alzate et al., 2007, pp. 1–6)

Con el uso de termocuplas se puede medir la cantidad de energía eléctrica cuando se aplica una energía térmica a la unión de los metales, el flujo de corriente por la junta debe ser de un valor mínimo, si la corriente fuese de un valor elevado la medida de temperatura sería inexacta debido

a la generación de calor definida por el efecto joule, alterando así los valores medidos del ambiente de trabajo. Se consideran las mejores aleaciones con resistividad alta y tiempo de respuesta bajo. (Pallás, 2005, pp. 277–282)

En la Tabla 4-2 se observan las características de composición y los rangos de medida en grados centígrados de ciertos termopares existentes.

**Tabla 4-2:** Termopares Comunes

<b>Termopar</b>	<b>Composición</b>	<b>Margen de medida °C</b>	
B	Pt (6%)-Rodio/Pt (30%)-Rodio	38	1800
C	W (5%)-Renio/W(25%)-Renio	0	2300
E	Cromel-Constantan	0	982
J	Hierro-Constantan	0	760
K	Cromel-Alumel	-184	1260
N	Nicrsol (Ni-Cr-Si)-Nisil (Ni-Si-Mg)	-370	1300
R	Pt (13%)-Rodio/Pt	0	1593
S	Pt (10%)-Rodio/Pt	0	1538
T	Cobre-Constantan	-184	400

Fuente: Pallás, 2005

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 2.6.1.2. Termistores y RTD

Conocidos como sensores resistivos, ante los cambios de temperatura existe un cambio en la resistividad del material, la diferencia entre un termistor y un RTD es el material de construcción, mientras los termistores utilizan semiconductores los RTD utilizan conductores metálicos y aleaciones. Entre los RTD más conocidos se tiene los contruidos de platino y níquel, y en termistores a los PTC y NTC, la diferencia entre estos últimos es el signo del coeficiente de variación, P(positivo) y N(negativo). Una característica importante de estos materiales es la linealidad de la salida versus su entrada, haciendo la etapa de acondicionamiento más sencilla. Generalmente se utilizan divisores de voltaje para realizar la medición o a su vez un puente de Wheatstone, obteniendo la lectura referenciada a negativo o una lectura diferencial respectivamente. Mediante las ecuaciones descriptivas de los materiales se realiza una regresión para obtener la temperatura medida. (Alzate et al., 2007, pp. 1–6)

Los termistores ante cambios de temperatura aumentan o disminuyen la cantidad de elementos portadores de carga eléctrica, cambio el valor de su resistividad. Cuando los semi conductores se

encuentran dopados de una cantidad significativa de impurezas (PTC) se comportan como conductores metálicos, tienen un mayor rango de medición comparado a los dopados ligeramente (NTC). La curva o expresión de la relación resistencia y temperatura se comporta de forma exponencial para ambos casos, en la etapa de acondicionamiento se linealiza en los rangos a ser utilizados por el sistema. (Pallás, 2005, pp. 76–99)

Se pueden apreciar las características de los principales tipos de RTD en la Tabla 5-2, siendo el más utilizado el construido con platino por el rango amplio de lectura ofrecido, y la variación pequeña en porcentaje por grado centígrado.

**Tabla 5-2: RTD comunes**

<b>Material</b>	<b>Rango de medida °C</b>		<b>Variación (%/°C) 25°C</b>
Platino	-300	850	0,39
Níquel	-80	320	0,67
Cobre	-300	260	0,38
Níquel-acero	-300	260	0,46

Fuente: Alzate et al., 2007

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### **2.6.2. Sensores de luminosidad**

Los sensores de luminosidad más utilizados son los fotorresistores conocidos como LDR (Light Depended Resistors), dependiendo de la cantidad de radiación electromagnética visible la resistividad entre sus terminales varia. Poseen un tiempo de respuesta corto, por otro lado, su precisión es baja. Sus principales aplicaciones se basan en la medición de cantidad de luminiscencia a un bajo coste, en sistemas domóticos e inmóticos para el accionamiento de actuadores mediante circuitos de potencia o con microcontroladores que realicen el mismo trabajo. (Pallás, 2005, p. 88)

Según el fabricante de módulos sensores de la serie KY, las fotoceldas son dispositivos de medición de iluminación, las mismas detectan cambios de forma exponencial en la conductividad del material dependiendo de la cantidad de iluminación a la que sea sometido el elemento.

### **2.6.3. Sensores de GLP**

Existen sensores de detección de gases basados en resistencias semiconductoras, algunos elementos semiconductores varían la conductividad en función de la cantidad de oxígeno, alcohol,

humos o ciertos gases específicos. Los compuestos óxido de zinc, óxido de aluminio y óxido de estaño son utilizados para este tipo de sensores, puesto que son materiales que presentan menor cantidad de tiempo de respuesta ante la exposición de gases. (Pallás, 2005, pp. 93–94)

Según el fabricante de los sensores de gas de la serie MQ, estos funcionan a base de óxido de aluminio y de estaño junto a una base de cerámica, una bobina de níquel-cromo y cables de platino, y detectan cambios en la cantidad de gases determinados a través de cambios en la conductividad del material.

#### **2.6.4. Acondicionamiento de señal**

Cuando se utilizan microcontroladores y tarjetas de adquisición se utilizan acondicionadores de señal de tipo analógico, generalmente a voltaje entre 0-5V y 0-10V, se utilizan divisores de tensión, puente de Wheatstone, comparadores analógicos, circuitos integrados y tarjetas de acondicionamiento especialmente diseñadas para cada sensor. En el caso de utilizar los sensores mencionados anteriormente, se utiliza como referencia la temperatura ambiental, medida por transductores activos, como un LM35. La etapa de acondicionamiento incluye una etapa de filtrado para la eliminación del ruido, en ocasiones se acondiciona la señal de salida como digital, dependiendo de la tarjeta de adquisición y control. (Alzate et al., 2007, pp. 1–6)

Existen interferencias como ruido en la señal de medida, provocados por elementos externos o internos del acondicionamiento, alimentación, comunicación, entre otros. Es necesario la aplicación de filtros que atenúen o eliminen por completo el ruido, sin eliminar la información provista por el sensor. Muchas de las ocasiones el filtrado se encuentra dentro de la etapa de acondicionamiento, en sistemas necesitados de mayor precisión es imprescindible acondicionar las señales de los sensores, así como, eliminar o disminuir las fuentes de ruido. (Pallás, 2005, p. 233)

En el caso de Controladores Lógicos Programables, el acondicionamiento de señales provenientes de sensores térmicos se realiza mediante módulos de ampliación, siendo de fácil instalación y configuración, evitan el diseño de la etapa de filtrado y acondicionamiento, facilitan la lectura tanto en tensión de 0 a 10V o -10 a 10V, corriente 0 a 20mA o 4 a 20mA y en magnitud de temperatura °C, °F y °K. Cada proveedor de PLC tiene sus acondicionadores de señal, compatibles generalmente con termocuplas y RTD, en algunos casos con termistores.

Los sensores LDR generalmente se acondicionan como entradas binarias mediante circuitos de comparación, se establece mediante una resistencia o potenciómetro la cantidad de luz requerida para fijar el punto de cambio entre 1 lógico y 0 lógico. Las comparaciones se basan en transistores

o circuitos integrados como OPAMP. No se realizan filtros en la señal cuando se acondicionan de esta manera.

### ***2.6.5. Actuadores para calefacción***

#### ***2.6.5.1. Bombillas IR y Bombillas Cerámicas IR***

Según la compañía fabricante de bombillas infrarrojas PRIMELAMP, las bombillas IR alimentadas por tensión DC o AC, a más de generar una onda electromagnética que se presenta como luz producen energía térmica. Radiación infrarroja que alcanza en tiempos cortos altas temperaturas, a distancias dependientes de la cantidad de potencia suministrada. Son eficientes en el empleo de ciertos procesos como: terapias, calefacción, secado, entre otras. Su costo mediano respecto a la vida útil del mismo. No necesita de cuidados excesivos ni mantenimiento. Son altamente eficientes en la conversión de energía, mayor al 90% reduciendo pérdidas de potencia. Y las bombillas cerámicas IR poseen las mismas características en emisión de calor comparadas con bombillas IR normales, se diferencian en la eficiencia y en la producción de energía electromagnética visible. Se convierte casi toda la energía eléctrica en calor, reduciendo al mínimo la cantidad de pérdida de potencia y al no generar luz visible. Se las conoce como bombillas de calefacción oscuras.

#### ***2.6.5.2. Calefactores a gas***

Según el fabricante de calefactores a gas MAGNI, el funcionamiento de estas lámparas es la generación de energía calorífica por medio de la combustión, generalmente se somete a un elemento de cerámica a temperatura y presión ambiental a la flama directa generada por gas GLP, al calentarse al rojo vivo dicho elemento genera radiación que es disipada por medio de un reflector ubicado en la parte posterior del dispositivo. Comparada con las lámparas eléctricas este tipo consume menor potencia para producir calor, es decir, posee una mayor eficiencia en conversión de energía. Por tanto, el costo de funcionamiento es reducido, aunque el costo de implementación significativamente elevado.

### ***2.6.6. Controlador Lógico Programable***

Más conocidos como PLC, este tipo de controladores se basa en el uso de un microprocesador, lo que lo convierte en una computadora, para realizar la automatización de procesos y ciertos mecanismos en el área de producción de la industria. Cuentan con un amplio número de entradas y salidas, de tipo digital o analógico, en las escalas normalizadas, de tensión y corriente. Tienen

ciertos grados de protección control el polvo, agua, humedad, ruido e impactos, necesitando de poco mantenimiento. Los convierte en controladores versátiles por su facilidad de instalación, programación, comunicación y adaptación de procesos. Con el uso de PLC se sustituye a la lógica cableada, reduciendo la cantidad de espacio y costo de implementación de un proyecto determinado. Una desventaja presentada por estos dispositivos es la necesidad de personal técnico capacitado para su programación e instalación. (Mandado et al., 2009, p. 3)

La Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) define a un PLC como un dispositivo capaz de realizar secuencias y procesos lógicos de manera eficiente y fiable por medio de un sistema de entradas y salidas, funciones de conteo y temporización. Capaz de soportar condiciones externas dañinas para otro tipo de tarjetas.

#### *2.6.6.1. Lenguajes de programación*

Existen varios métodos de programación para PLC, dependiendo del fabricante y las características propias del modelo se pueden utilizar distintos lenguajes, así como: lista de instrucciones, esquema de contactos, diagrama de funciones, diagrama funcional de secuencias, entre otros.(Mandado et al., 2009, p. 259)

La programación por lista de instrucciones también es conocida por las siglas STL o AWL, este representa un lenguaje de tipo ensamblador, está compuesto por símbolos mnemotécnicos que representan a las sentencias en lenguaje de máquina del PLC. Este lenguaje está dedicado para usuarios con experiencia en programación de otro tipo de microcontroladores.(Mandado et al., 2009, p. 108)

La programación por esquema de contactos se basa en un lenguaje gráfico, conocido como LAD o KOP, fue diseñado con la intención de facilitar el cambio de sistemas de control mediante cableado por relés o contactores, se encuentra compuesto por contactos y bobinas de tipo NO o NC, que representan al contactor físico. (Mandado et al., 2009, pp. 174–175)

Otro tipo de lenguaje gráfico es el diagrama de funciones, conocido por sus siglas FBD o FUP, se basa en un bloque que tiene entradas, salidas y una función específica. La programación por este método se realiza interconectando bloques entre sí para lograr una secuencia determinada utilizando la salida de un bloque como la entrada del siguiente.(Mandado et al., 2009, p. 190)

El diagrama funcional de secuencias, conocido como SFC o GRAFCET se basa en un lenguaje gráfico, los bloques representan un estado de la secuencia, en la cual se activan ciertas salidas del

PLC, para la transición de un estado a otro se utilizan ciertos criterios como tiempos, contadores, entradas, entre otros. (Mandado et al., 2009, p. 203)

### **2.6.7. Microprocesadores y microcontroladores**

Un microprocesador es la unidad central de procesamiento (CPU) de un microcontrolador, los microprocesadores se han desarrollado en sí para el ámbito de tecnología, como computadoras, sean personales o de escritorio. En cambio, los microcontroladores se han desarrollado para realizar operaciones y funciones más específicas, en ciertas ramas de la tecnología como: circuitos electrónicos, telefonía, telecomunicaciones, industria, entre otras. Se trata de optimizar los recursos como velocidad de procesamiento, tamaño, etc. Cuando se trata de diseño de microcontroladores, se engloba a la placa o módulo en su totalidad. (Valdés y Pallás, 2007, pp. 11–12)

Todos los microprocesadores se programan con un lenguaje de bajo nivel, conocido como lenguaje de máquina, compuesto por una secuencia finita de “unos” y “ceros” para indicar las operaciones a realizar. Dada la dificultad de este tipo de lenguaje se utilizan programas ensambladores, los cuales se dedican a la programación de estos dispositivos mediante un lenguaje de alto nivel. Las sentencias de código binario son reemplazadas por símbolos mnemotécnicos. La mayoría de programas en la actualidad se basan en lenguajes de tipo C. (Valdés y Pallás, 2007, pp. 79–80)

#### **2.6.7.1. Arduino**

Arduino, según la empresa fabricante, es un microcontrolador de código abierto, se basa en la presentación tanto hardware y software de fácil acceso, uso y comercialización. Posee una amplia gama de sensores compatibles con esta plataforma, desde precios económicos hasta moderados dependiendo del tipo de proyecto a realizar. Es compatible con todos los sistemas operativos, brindando así una mejor calidad de servicio con los usuarios. Utiliza su propio software de programación conocido como Arduino IDE.

#### **2.6.7.2. Raspberry**

La definición presentada por la empresa indica que, una raspberry es un microordenador, con mayor capacidad que la de un microcontrolador, se utiliza para el desarrollo de proyectos a una mayor escala. Cuenta con microprocesadores de mediana-alta gama con mayores prestaciones en: velocidad, almacenamiento, número de puertos I/O y funciones como comunicación, visualización, entre otras. El costo por adquirir una raspberry es relativamente mayor al de un

microcontrolador, sin embargo, las características propias del dispositivo representan el valor del mismo. Para la programación se utiliza principalmente el lenguaje python, siendo compatible con todos los sistemas operativos.

### ***2.6.8. Tipos de Control***

El control de procesos se realiza mediante lazos abiertos o cerrados, el lazo de control cerrado requiere de una realimentación, generada por un elemento sensor, se compara con la consigna para luego aplicar el control a la planta. Se encuentran distintos tipos de control como: encendido/apagado, proporcional, derivativo, integral y sus combinaciones, entre otros. Se detallan algunos de estos a continuación:

#### ***2.6.8.1. Control ON/OFF***

Conocido como control de todo o nada, encendido/apagado, trabaja con una ventana de histéresis con un valor mínimo y un valor máximo de la variable controlada, se enciende cuando el valor realimentado se encuentra por debajo de la consigna mínima y se apaga cuando se encuentra por encima de la consigna máxima. Se utiliza en muchos procesos como: control de temperatura, ventilación, nivel de líquido, detección de obstáculos, entre otras.

Se aplica cuando la variable controlada no requiere de precisión, resulta de fácil implementación y no requiere de mayor costo computacional y de memoria. Es un control de dos posiciones, generalmente presenta un ciclo constante de trabajo. Es implementado en procesos industriales y domésticos debido a su bajo costo, facilidad de ajustes, inmunidad al ruido y la fiabilidad presentada. Es recomendable cuando se utiliza sistemas de conmutación por relés, aumentando la vida útil de los mismos, sean de estado sólido o no. (Hernández y Alvarado, 2017, pp. 54–57)

#### ***2.6.8.2. Control PI y PID***

Los controladores PI y PID, son ampliamente utilizados en la industria actual. Generan una respuesta por parte del controlador al amplificar u atenuar la señal de error obtenida por la diferencia entre la consigna y el valor medido de la planta. En control de temperatura un control PID asegura un tiempo de subida rápido, sin embargo el sobrepaso de temperatura es excesivo, llegando a un tiempo de establecimiento generalmente en 4 veces el tiempo de subida. En ciertos procesos en los cuales la temperatura no debe exceder cierto rango, o no poseen el tiempo de precalentamiento de la planta no es aconsejable el uso de este tipo de controlador. Una desventaja presentada, es la sintonización de los parámetros del PID, existen técnicas para el cálculo inicial

de los parámetros, pero estos se deben fijar en la planta. En la actualidad existen métodos automáticos para la sintonización, así como ciertas variaciones del PID. (Ogata, 2010, pp. 567–577)

### *2.6.8.3. Control difuso*

Un control difuso utiliza lógica difusa como base, mediante la identificación de ciertas variables importantes en el desarrollo de un proceso, se puede aplicar sentido a las salidas del mismo. Se asigna un valor reconocible por un ordenador a cada estado de las variables, así después de ser interpretado el controlador toma una decisión ya programada para ejecutarla. Generalmente están compuestos de varias entradas y salidas, contienen cierto grado de incertidumbre, sin embargo, pueden ser realizados métodos numéricos y no numéricos en el tratamiento de dicha incertidumbre. (Guzmán y Castaño, 2006, pp. 88–95)

### **2.6.9. HMI**

Un HMI es una interfaz hombre máquina, se basa en la visualización de datos referentes al proceso automatizado de una forma clara y sencilla. Es utilizado por los operarios de una estación de trabajo para el correcto desarrollo del proceso en sí. Para el diseño de un HMI se tienen en cuenta tres factores principales: la eficiencia, la eficacia y la satisfacción. Estos 3 factores se cumplen respondiendo las preguntas: ¿Que tan rápido se aprende a utilizar la interfaz?, ¿Cubre los requerimientos presentados por el usuario?, ¿Mejora el trabajo del usuario? Una ventaja de esta interfaz es la representación de datos de manera instantánea (tiempo real) para la interpretación rápida y sencilla del estado del proceso. (Mandado et al., 2009, pp. 642–643)

## **2.7. Sistema de monitoreo**

### *2.7.1. Tipos de monitoreo*

#### *2.7.1.1. Monitoreo Local*

El monitoreo local permite la supervisión de estados y variables de un proceso comercial, industrial o residencial, controlar estados de encendido o apagado de procesos, o controlar la cantidad de energía utilizada en un hogar promedio. Este tipo de comunicación se realiza dentro de un sistema cerrado, no se realizan consultas desde una red externa a la instalada. Mediante comunicación física o inalámbrica se accede a la información, se utilizan varios sistemas como: bluetooth, radio frecuencia y Wi-Fi generalmente. (Barragán et al., 2010, pp. 45–52)

### *2.7.1.2. Monitoreo Remoto*

Mediante las tecnologías inalámbricas este medio de comunicación es muy utilizado, sea en procesos industriales como residenciales. No requiere de la conexión física con computadoras de escritorio ni laptops, la tecnología móvil a partir de la tercera generación es compatible con conexión a internet. Este tipo de comunicación se realiza con sistemas inalámbricos conectados a internet. En la mayor parte de procesos industriales existe la comunicación vía GSM para el envío y recepción de estados de la planta por mensajes de texto. Este sistema se basa en monitorear magnitudes actuales de las variables del proceso, controlar el estado de la máquina y en la recepción de actualizaciones y alertas. (Barragán et al., 2010, pp. 45–52)

### *2.7.2. Comunicación Inalámbrica*

Su costo es menor a la instalación de comunicación alámbrica, son adaptables y flexibles. Permitiendo el enlace de dispositivos con internet, a información global o realizando comunicación punto a punto de forma remota. Reduce la cantidad de trabajo y aumenta la eficiencia y producción del mismo. La comunicación entre dispositivos se realiza desde varios metros a varios miles de kilómetros, según la tecnología utilizada. Se debe tener cuidado con la seguridad, son fácilmente intervenidas por usuarios externos con poca capacitación, sin embargo, se han diseñado varios sistemas de codificación que solucionan este problema. (Stallings, 2005, pp. 7–11)

#### *2.7.2.1. Tecnologías Inalámbricas*

Se tienen dos grandes grupos según su alcance: corto y largo. Las redes de área local, son las instaladas en los establecimientos públicos, educativos, comerciales, industriales y en las zonas residenciales. Al no poseer una licencia para su uso, se ha incrementado la utilización de las mismas en todas las áreas mencionadas. Como comunicación de largo alcance se tienen las que superan decenas de kilómetros de distancia, siendo los de área casi total, la comunicación por satélites. (Stallings, 2005, pp. 112–119)

En la Tabla 6-2 se realiza una comparación entre los diferentes tipos de tecnologías inalámbricas, se definen sus estándares, ancho de banda, rango de alcance nominal y su tasa de transmisión máxima, comenzando por las de corto alcance se observa las WPAN y WLAN, y de largo alcance a las WMAN Y WWAN.

**Tabla 6-2:** Comparación de tecnologías inalámbricas

Red	Nombre	Estándar	Banda de frecuencia	Rango nominal	Máxima velocidad
WPAN	Bluetooth	IEEE 802.15.1	2,4 GHz	10m	720 Kbps
	IrDA	IrDA	o 850-900nm	1m	16 Mbps
	ZigBee	IEEE 802.15.4	868 MHz, 900MHz, 2.4GHz	10m	250 Kbps
	UWB	IEEE 802.15.3	3,1-10,6 GHz (USA)	10m	480 Mbps
WLAN	Wi-Fi	IEEE 802.11	2,4/5 GHz	100m	1 Mbps
		IEEE 802.11 a	5 GHz	100m	48 Mbps
		IEEE 802.11 b	2,4 GHz	100m	11 Mbps
		IEEE 802.11 g	2,4 GHz	100m	54 Mbps
		IEEE 802.11 n	2,4/5 GHz	250m	600 Mbps
		IEEE 802.11 ac	5 GHz	250m	1.3Gbps
WMAN	WiMAX	IEEE 802.16	2-11 GHz y 10-66 GHz	50km	70 Mbps
WWAN	Móvil	AMPS, GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, LTE	700 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz	>50km	1 Gbps
	Satélital	DVB-S2	3-30 GHz	>50km	60 Mbps

Fuente: Stallings, 2005

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 2.7.3. Aplicaciones móviles

Las aplicaciones móviles son el medio de acceso a información, en caso de los sistemas de monitoreo local y remoto. En comunicaciones locales generalmente permiten obtener las mediciones actuales de las variables controladas, temperatura, humedad, nivel, peso, estado del servicio, entre muchas otras. En comunicaciones remotas se crean bases de datos para realizar consultas tanto actuales como de rendimientos temporales en forma de gráficas y tablas. Estas funciones también son aplicadas a los sistemas locales en algunas ocasiones. (Barragán et al., 2010, pp. 44–46)

#### 2.7.3.1. Aplicaciones web

Las aplicaciones Web utilizan la red de internet para acceder a datos, escribir o leer información ya se encuentre dentro de una base, o solamente se transmita en tiempo real. La aplicación necesita de un servidor de tipo público, que funcione como punto de acceso a los dispositivos que realicen una lectura/escritura. Para ello se pueden realizar aplicaciones dentro de una red local y luego ser exportadas mediante el acceso de una dirección pública fija como aplicaciones web, o desarrollar aplicaciones con acceso remoto con la ayuda de un servidor público. Se diferencian 2 tipos de usuarios, los administradores y los consumidores, para diferenciarlos se utilizan cuentas de acceso. (Barragán et al., 2010, pp. 46–50).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Introducción

En el siguiente capítulo comienza el desarrollo del proyecto, dentro del cual se plantea los requerimientos propuestos por el diseñador y el patrocinador, se realiza una selección de hardware y software para satisfacer las necesidades del sistema y se diseñan los sistemas de las partes mecánicas, eléctricas, de comunicación y monitoreo. Y con ello avanzar a la siguiente etapa de implementación.

#### 3.2. Requerimientos del sistema

Los requerimientos del sistema son propuestos por el diseñador del proyecto y por el patrocinador, basado en las necesidades que se deben satisfacer, así como en algunos beneficios y restricciones presentadas por la ubicación, recursos naturales y presupuesto, se plantean los requerimientos para el deshidratador y el sistema de monitoreo.

##### 3.2.1. *Requerimientos del deshidratador*

Como requerimientos para el deshidratador se tiene los siguientes:

- Las dimensiones de la estructura de soporte deben ser de: 4m de largo, 0.50m de profundidad y 2m de altura.
- Dimensionar los elementos de protección y cableado para manejar la corriente necesaria para los dispositivos seleccionados.
- Se debe mantener una temperatura interna del deshidratador entre 26°C y 28°C en el horario de 7AM a 5PM.
- Se debe implementar un paro de emergencia del proceso cuando se detecten fugas de GLP dentro del deshidratador.
- El producto deshidratado una vez terminado el proceso debe presentar una humedad relativa mínima de 11% y máxima de 13%.

### **3.2.2. *Requerimientos del sistema de monitoreo***

Dentro del sistema de monitoreo se plantean los siguientes requerimientos:

- Se debe implementar una red de área local inalámbrica (WLAN) en la ubicación del deshidratador con acceso a internet.
- Se debe implementar una interfaz hombre maquina (HMI) para el monitoreo local de las variables y estados del proceso.
- Se debe implementar una aplicación móvil para el monitoreo remoto de las variables y estados del proceso.
- Se debe emitir en el HMI y en la aplicación notificaciones para los estados de: finalización del proceso, temperatura interna extraña y alerta de fuga de gas detectada. En el caso de la aplicación se añade una notificación que presenta el estado del proceso cada 60 minutos.
- Solamente el HMI debe poseer una pantalla de control para establecer los valores de: consigna e histéresis de temperatura, rangos de las alertas de temperatura y el tiempo de ejecución.

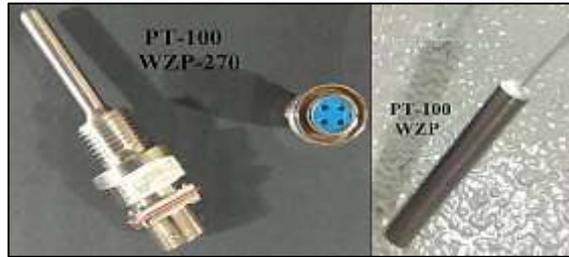
### **3.3. Selección de hardware y software**

#### **3.3.1. *Hardware***

Según los datos proporcionados por el fabricante de los dispositivos, mediante los manuales de usuario y las especificaciones de las hojas de datos, se realiza la selección del hardware que satisfaga los requerimientos planteados y cumpla con la correcta implementación del deshidratador y el sistema de monitoreo.

##### **3.3.1.1. *Sensores***

Para medir la temperatura interna del deshidratador se ha seleccionado 4 dispositivos Pt-100 modelo WZP-270. Este sensor tiene un rango de medición de  $-200^{\circ}\text{C}$  a  $420^{\circ}\text{C}$  y un error de lectura de  $\pm 0.15^{\circ}\text{C} + 0.002t^{\circ}\text{C}$ , posee grado de protección IP65, 4 hilos de conexión compatible con conector M16. Para medir la temperatura ambiental, se selecciona una Pt-100 de 2 hilos modelo WZP, posee un rango de medición entre  $-200^{\circ}\text{C}$  a  $350^{\circ}\text{C}$  y una precisión de  $\pm 0.3^{\circ}\text{C} + 0.005t^{\circ}\text{C}$ . En la Figura 1-3 se observa los sensores escogidos para la medición de temperaturas. No se han seleccionado otros dispositivos como termocuplas debido a que la implementación de estos dispositivos representa un costo mayor.



**Figura 1-3.** Pt-100 WZP-270 y Pt-100 WZP

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Para medir la cantidad de luz ambiental se utiliza un moduló KY-018, consta de dos resistencias en serie, con 2 pines para alimentación y 1 pin de señal analógica. Se basa en una fotorresistencia LDR de 5mm x 4mm, con resistencia nominal de 10K ohmios a temperatura ambiente, no tiene un módulo con acondicionamiento lineal a la salida, se comporta de forma exponencial, trabaja a temperaturas entre -35 a 75 °C. El sensor mencionado bajo las características de la variable a medir y la entrada de tensión máxima soportada por el controlador, necesita de una alimentación dentro de un rango de 5VDC a 10VDC, tensión que es suministrada por un módulo reductor de voltaje de conmutación rápida. En la Figura 2-3 se observa el sensor seleccionado para la medición de cantidad de luz ambiental.



**Figura 2-3.** Sensor KY-018

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Para detectar si existen fugas de GLP se selecciona un dispositivo sensor con alarma incluida, el sonido emitido tiene una frecuencia menor o igual a 85dB, consume una potencia de 1.5W a 110VAC, tiene un rango de medida entre 0 a 20% LEL, una salida digital por relé para indicar concentraciones de GLP mayores a 3%. La alarma cambia según el rango detectado, 3 a 5 % sonido pulsante a velocidad baja, 5 a 9% sonido pulsante a velocidad alta y mayor a 9% sonido permanente. El dispositivo utiliza un sensor de gas de la serie MQ-3 y posee un grado de protección IP20. En la Figura 3-3 se observa el sensor de GLP con alarma incluida y display de 7 segmentos.



**Figura 3-3.** Sensor de GLP

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.3.1.2. Actuadores

Se selecciona dos calefactores a base de GLP que generan calor por radiación, la primera genera 17K BTU para un área de  $20 m^2$  con un diámetro de cobertura de 6m, la segunda genera 12K BTU para un área de  $12 m^2$  y un diámetro de cobertura de 4m. En total con un consumo de 400g/h de GLP 250g y 150g respectivamente. Se puede realizar un control manual mediante la válvula que posee el dispositivo y un control automático mediante electroválvulas. En la Figura 4-3 se observa el dispositivo seleccionado para la calefacción de la planta.



**Figura 4-3.** Calefactores a GLP

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para controlar el encendido del calefactor se utiliza un generador de arco eléctrico y dos bujías, para cada actuador respectivamente. El generador trabaja con una alimentación de 110VAC, consumiendo una potencia de 0.6VA cuando se utilizan las 4 bujías. La temperatura de trabajo máxima es de  $120 ^\circ\text{C}$ . El cableado de los pilotos soporta temperaturas no mayores a  $125 ^\circ\text{C}$ , y la punta de la bujía hasta  $400^\circ\text{C}$ , al estar recubierta por cerámica la ubicación de la misma puede ser junto a la llama activa. Se observa en la Figura 5-3 el generador de arco eléctrico y piloto seleccionados.



**Figura 5-3.** Generador de arco y bujías

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para controlar el flujo de GLP se selecciona una válvula reguladora de flujo hasta un máximo de 4Kg/h, para un funcionamiento correcto la presión de entrada debe ser de 0.3 a 10 bar. La presión de salida se regula de 30 a 50 mbar. Este dispositivo se ubica antes de la electroválvula. Se observa en la Figura 6-3 el dispositivo seleccionado para la regulación de caudal.



**Figura 6-3.** Válvula reguladora

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para controlar la circulación de gas desde la válvula reguladora hasta los calefactores se utiliza una electroválvula, la bobina necesita una alimentación de 110VAC, el material de la válvula es de bronce, capaz de soportar una presión máxima de  $8Kg/cm^2$ , las conexiones extremas son de tipo hembra roscadas con una abertura de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Se observa en la Figura 7-3 la electroválvula seleccionada, el modelo de la misma 2W-025-08, los dos primeros números indican el número de vías, seguidos de la abertura en pulgadas y los últimos dos números indican el tamaño de la tubería.



**Figura 7-3.** Electroválvula

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.3.1.3. Controladores

Se ha seleccionado un PLC como controlador para el sistema, dado que cuenta con un grado de protección industrial y dentro de aplicaciones presenta mayor fiabilidad en sistemas de alto rango. Un Modicon TM221CE16R, se alimenta con 85-340VAC, presenta 9 entradas digitales PNP o NPN con un pin común, 2 entradas analógicas de 0-10V con resolución de 10 bits y paso de 10mV, 7 salidas controladas por relés, un puerto de conexión ethernet y un puerto de conexión RS232/RS485. Cuenta con protocolos de comunicación: Modbus TCP/IP y RTU. Se observa en la Figura 8-3 el controlador seleccionado, así como los puertos de conexión mencionados, las entradas y salidas, y puertos de alimentación.



**Figura 8-3.** Modicon TM221CE16R

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para adquirir los datos de las variables a monitorear se selecciona una placa Raspberry Pi B+, al tener puertos para la comunicación Ethernet y módulos de comunicación inalámbrica no necesita de otros dispositivos externos, dentro del sistema operativo libre Linux para Raspberry, se utiliza el lenguaje de programación conocido como Python para el desarrollo del programa de adquisición. Se observa en la Figura 9-3 la tarjeta de adquisición a ser utilizada.



**Figura 9-3.** Raspberry pi 3 B+

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

#### 3.3.1.4. Acondicionadores de señal

Se selecciona los módulos de acondicionamiento de señal en base a los sensores y al PLC escogidos, las entradas y la función que cumplen. Para los sensores que están ubicados dentro del deshidratador se selecciona el módulo de expansión de la misma marca, modelo TM3TI4, posee entradas para 4 dispositivos, pudiendo ser distintos tipos de sensores como termopares, termistores de níquel y platino, también funciona como entradas analógicas de tensión o corriente, de 0-10V, -10-10V, 0-20mA y 4-20mA. Posee una resolución de lectura de 15 bits más un bit de signo, tiene un grado de protección IP20, realiza lecturas cada 200ms más un ciclo de ejecución. En la Figura 10-3 se observa el dispositivo mencionado.



**Figura 10-3.** Módulo TM3-TI4

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Para el sensor que se encarga de medir la temperatura ambiental se ha escogido un dispositivo acondicionador de 4-20mA, dado que el PLC cuenta con entradas analógicas se acondicionara la entrada a 0-10V para medir la temperatura, como se muestra en la Figura 11-3 el dispositivo regula la corriente de forma lineal en un rango de 0-200°C, abarcando la temperatura a ser medida que no excede estos valores, el error es del 0.2%.



**Figura 11-3.** Acondicionador PT100

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

#### 3.3.1.5. Pantalla HMI

Se selecciona una pantalla de 7 pulgadas de la marca Kinco para montaje en tableros modelo MT4424TE. Se alimenta con una tensión entre 12 a 28VDC y consume 8W, posee un grado de protección IP65, un puerto para RS-232/RS-485, un puerto para RS-232, un puerto ethernet, un USB2.0. Permite programación mediante USB2.0 y ethernet, y la conexión de una memoria externa para almacenamiento de datos. Trabaja dentro de un rango de temperatura de -10 a 55°C y una humedad relativa menor al 90%. Soporta protocolos como Modbus TCP/IP y RTU. Se observa en la Figura 12-3 la pantalla seleccionada para implementar el HMI.



**Figura 12-3.** Pantalla HMI

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

### 3.3.1.6. Dispositivos de comunicación

Dado que la distancia entre el centro de monitoreo y el deshidratador es de 790m aproximadamente, se ha seleccionado dos antenas de la marca Ubiquiti Networks, modelo NanoStation loco M2 para realizar un puente entre ellas. Esta antena cumple con los requerimientos para la implementación de una red WLAN entre estos puntos, debido a la cantidad de obstáculos que se encuentran en la línea de visión entre las antenas la capacidad de la misma es suficiente para realizar una conexión exitosa.

El dispositivo posee una frecuencia de operación de 2412Mhz - 2462Mhz con un consumo de 5.5W hora, una ganancia de 8dBi, una alimentación de tensión 24VDC, con una interfaz de red 10/100 puerto ethernet, trabaja a temperaturas comprendidas entre -30 a 75°C. Se puede tener una velocidad máxima de transmisión de 150 Mbps, alrededor de 5Km entre antenas, se pueden montar en interiores y exteriores al presentar un grado de protección IP65. En la Figura 13-3 se observa la antena seleccionada para el sistema de comunicación.



**Figura 13-3.** Ubiquiti M2

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Para implementar la red inalámbrica en las instalaciones del deshidratador, se ha seleccionado un router de marca Multilaser modelo RE057, posee 5 puertos 10/100 ethernet, tasa máxima de velocidad 150Mbps, potencia de transmisión 20dB máximo. Con una sola antena posee la suficiente potencia para distribuir una red inalámbrica con un radio de 25m. En la Figura 14-3 se observa el router seleccionado para implementar la red inalámbrica con acceso a internet.



**Figura 14-3.** Router RE057

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Se ha seleccionado un switch de la marca D-Link modelo DES-1005A con capacidad de 5 puertos 10/100 ethernet, el dispositivo es de tipo plug and play, no necesita de configuración previa para su funcionamiento, las direcciones IP se asignan a los dispositivos a conectar mediante DHCP. Se observa en Figura 15-3 el switch seleccionado para la implementación del sistema de comunicación.



**Figura 15-3.** Switch D-Link DS-1005A

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Se selecciona cable UTP de categoría 6, de 4 pares de cobre trenzado recubierto, de la misma forma, se seleccionan los conectores RJ45. No se han seleccionado cable UTP de categoría 5 o 5e debido a que se necesita mayor protección en el área de implementación, parte del cableado se encuentra en áreas a la intemperie donde se puede generar mayor cantidad de ruido.

#### *3.3.1.7. Material estructural*

Para los soportes mecánicos que cargan con el peso del romero, se escogen perfiles de acero cuadrados de 3 x 3cm con un espesor de 4mm, y tabloncillos de madera de 2 x 4cm. Para las líneas

de soporte se utilizan cables galvanizados de 4mm de diámetro. El techo se recubre con paneles de 310 cm de largo, 1 m de ancho útil y 3 mm de espesor.

Se seleccionan las cubiertas translúcidas de policarbonato y no las de vidrio por tener mayor resistencia (200:1), dado el lugar de la instalación se necesita proveer de seguridad para impedir la entrada de agua a la planta. Este material impide el 98% de rayos UV que provocan efectos negativos en el proceso, permiten el 88% de transmisión de luz recibida, 48% de transición de energía solar y hasta un 58% de generación de sombra. Según el fabricante se dispone una garantía de hasta 10 años de transmisión de luz dentro de los parámetros de fabricación, el costo comparado con paneles de vidrio es significativamente reducido.

### **3.3.2. Software**

#### *3.3.2.1. Softwares de programación*

Para la programación de los dispositivos se utiliza del software propio de cada marca, para el PLC y módulos de expansión de modicon se utiliza el software SoMachine Basic, provistos de dos lenguajes de programación: ladder y lista de instrucciones, en tanto para la programación de la pantalla HMI se utiliza Kinco HMIware. Para realizar la programación en la raspberry mediante lenguaje python, se hace uso del programa Thonny compatible con los sistemas operativos Windows, Linux y Raspbian.

#### *3.3.2.2. Software de diseño eléctrico*

Para el diseño de los esquemas eléctricos se utilizan 2 programas, para la conexión de sensores de temperatura, iluminación y GLP, acondicionadores de señal y fuentes de tensión el programa Proteus, puesto que presenta compatibilidad con estos dispositivos. Y para las conexiones de entrada/salida del PLC el programa CaseSimu.

#### *3.3.2.3. Software de diseño mecánico*

Para el diseño de la estructura de soporte del romero y para realizar las plantillas con las especificaciones de dimensiones se utiliza el software SolidWorks, basado en comparaciones con AutoCAD se selecciona la primera pese a que las características son similares, la experiencia de usuario con SolidWorks es mayor, presenta un software más ligero y sencillo de utilizar con pequeños procesadores.

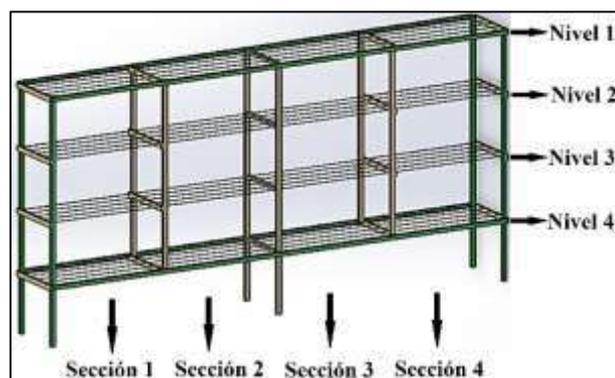
### 3.3.2.4. Software de diseño de app

Para el diseño de la aplicación móvil se utiliza una base de datos en línea conocida como FIREBASE, es una plataforma que presta servicios tanto gratuitos como de paga mensual, los servicios libres cumplen con los requerimientos de acceso a la información suficientes para la implementación de este proyecto, los servicios de paga son puestos en consideración con el crecimiento del mismo. Se utiliza el software AndroidStudio para realizar la conexión y descarga de datos desde la base de datos mediante la creación de una App para el sistema operativo Android, este entorno de programación es utilizado para el diseño de aplicaciones de pequeña a gran escala, permite el desarrollo de paneles de información muy útiles para el monitoreo, así como, cuenta con soporte en línea para resolver problemas previstos en el desarrollo.

## 3.4. Esquemas y diseños

### 3.4.1. Diseño mecánico

El deshidratador posee un área aproximada de  $28m^2$ , pero el área a ser utilizada por los 4 soportes es de aproximadamente  $16m^2$ , los soportes están separados a una distancia de 20cm de la pared, y 45cm entre ellos. Cada soporte dispone de 4 niveles, separados a 50cm desde el nivel del suelo. Cada nivel cuenta separa en 4 secciones, con 5 hilos de acero galvanizado donde se ubica el romero. Las dimensiones de los soportes son: 2m de altura x 4m de largo y 50cm de ancho. En la Figura 16-3 se observa la estructura de soporte para el romero.

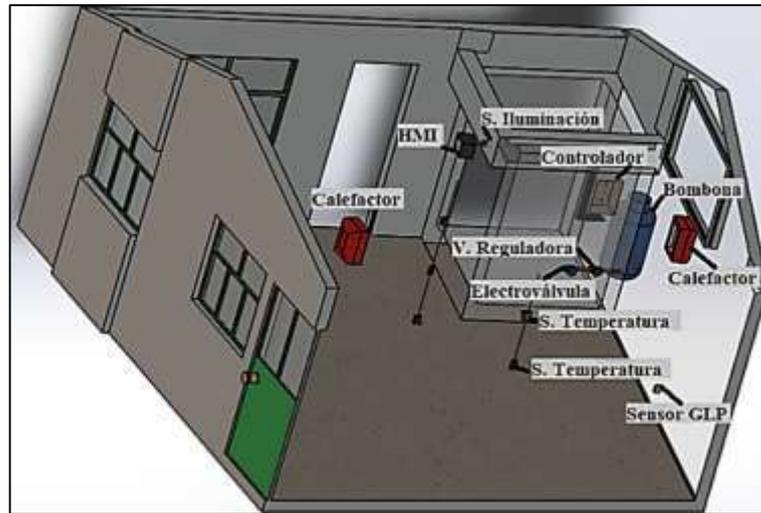


**Figura 16-3.** Estructura de soporte

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 17-3 se observa el montaje final del deshidratador, con la ubicación de los respectivos sensores, actuadores, controlador, HMI y bombona de gas. En la parte superior se encuentran

aberturas de 10cm en ambos lados para el flujo de aire. La ubicación de los translúcidos disminuye la pérdida de producto generada por la radiación directa de luz solar.



**Figura 17-3.** Elementos del deshidratador

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Todos los diseños se han realizado tomando en cuenta las propias necesidades del proceso, los recursos del sector y modelos existentes en la zona que son utilizados con la misma finalidad. También se han tomado como base los prototipos de tipo invernadero presentados por el centro de investigación energética (CIE,2012), así como, una de sus tecnologías, conocida como techo solar activo, el cual aprovecha de mejor manera la circulación de aire sobre una base caliente, en este caso los paneles metálicos y translúcidos. En instalaciones de gran magnitud según estudios de la misma institución se puede reducir el costo de calefacción hasta un 20% realizando este cambio.

Toda la información acerca de las dimensiones, así como las vistas de las estructuras de soporte y ubicación de los dispositivos en el deshidratador se encuentran ubicadas en el ANEXO A.

### **3.4.2. Diseño eléctrico**

Se parte de las conexiones de los dispositivos alimentados por corriente alterna, es decir: PLC y fuente de 24VDC. Se calcula la corriente máxima a consumir por los dispositivos para dimensionar el cableado y las protecciones. La potencia máxima consumida por la fuente de alimentación es de 60VA según se indicaba en el datasheet del producto. Según el fabricante, el PLC Modicon M221 consume aproximadamente 33VA por hora a una tensión de 110Vrms, y con un módulo de expansión una potencia aparente de alrededor de 49VA por hora, los actuadores también conectados a 110VAC consumen 0.7VA. Teniendo una potencia máxima consumida en el tablero

de alrededor de 109.7VA. Se parte de la ecuación (2.2), obteniendo así una corriente máxima de  $1A_{rms}$ , se selecciona cable AWG #16 de tipo TWUF, debido a que satisface el requerimiento de la corriente sobredimensionada a un 30%,  $I = 1.30A_{rms}$ , este cableado presenta una resistencia de  $13.17248 \Omega/Km$ , y soporta un rango de corriente entre 3.7 a 22 amperios dependiendo si la distancia de la instalación es corta o larga respectivamente.

$$I_{rms} = \frac{109VA}{110VAC} = 0.9972A * 30\% \approx 1.30A$$

Para calcular la caída de tensión producida en el cableado se utiliza la ecuación (3.2) y para calcular la resistencia del cableado la ecuación (4.2), la distancia de los conductores es de 8m y el número de conductores 2. Reemplazando en la ecuación 4 se obtiene:

$$R_{cableado} = 13.17248 \frac{\Omega}{Km} * 0.008Km * 2$$

$$R_{cableado} = 0.21075\Omega$$

$$\Delta V = \frac{1.30A_{rms} * 0.21075\Omega}{110V_{rms}} * 100\%$$

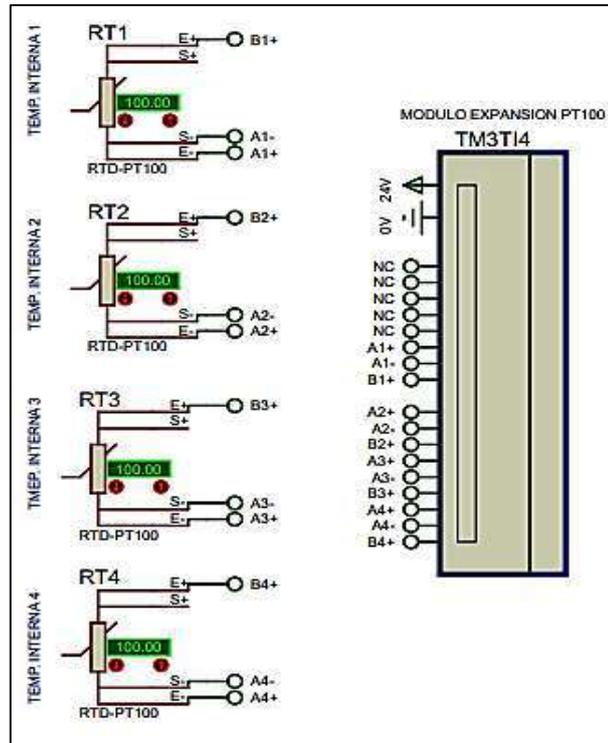
$$\Delta V = 0.2491 \%$$

Se cumple con el porcentaje de caída de tensión requerido menor al 5%. Como protección contra corto circuitos se selecciona un interruptor termo-magnético de 1.6A. Se establece el siguiente código de colores para realizar las conexiones: blanco para neutro, negro para fase y verde para puesta a tierra. Para realizar el cableado entre el PLC, las entradas y las salidas se utiliza cable AWG #18 de tipo TWUF, siguiendo el siguiente código de colores: rojo para alimentación de +24V, azul para 0V y negro para las conexiones de las entradas y salidas.

El esquema de las conexiones eléctricas del tablero de control se presenta en el ANEXO B, se tienen los siguientes elementos conectados: PLC, fuente de alimentación 24V, pantalla HMI, módulo de expansión PT100, botones, relés, piloto eléctrico, lámparas piloto, sensor de GLP y una electroválvula. Se muestra principalmente las conexiones de los dispositivos de entrada y salida de tipo lógico.

Para la conexión de los sensores de temperatura interna del deshidratador se utiliza el módulo de expansión que se acopla al PLC, se debe realizar las conexiones como la Figura 18-3, se utiliza únicamente 3 de los 4 cables del sensor. Para estas conexiones se utiliza cable AWG #20, dada la

distancia de la instalacion la resistencia de los conductores no sobrepasa 10Ω, valor maximo indicado por el fabricante requerido para un buen funcionamiento del módulo.

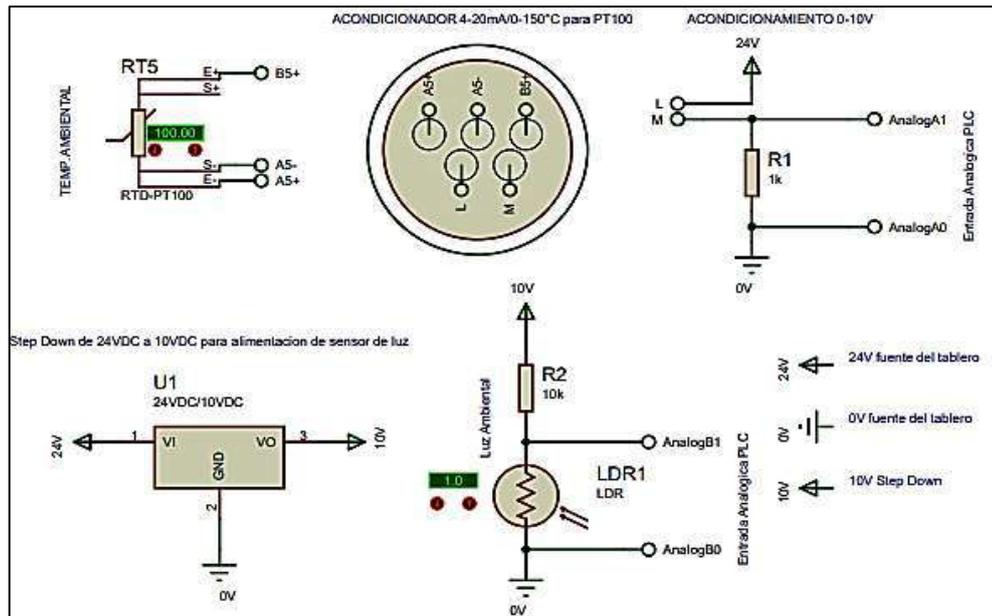


**Figura 18-3.** Conexiones del módulo TM3TI4

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para los sensores de temperatura ambiental e iluminación interna se realiza las conexiones como se muestra en la Figura 19-3, para el sensor de temperatura se realiza la conexión con un acondicionador de 4-20mA, para luego acondicionar la salida a 0-10V mediante una resistencia de 1kΩ.

Para el sensor de luz KY-018, primero se realiza una conversión DC-DC de 24V a 10V, dado que la entrada de tensión máxima permitida por el controlador es de 10V o 12V máximo durante cortos periodos de tiempo, se realiza un divisor de voltaje, a partir del valor de la medición se obtiene el valor de la resistencia del LDR y luego el valor de la cantidad de luz. Las conexiones de los sensores se pueden observar en el ANEXO C.



**Figura 19-3.** Conexión de sensores de temperatura e iluminación

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.4.3. Diseño del sistema de control

#### 3.4.3.1. Objetivo de control

Se plantea como objetivo de control: mantener la temperatura interna del deshidratador dentro de un rango de 26 a 28°C, utilizando radiación solar como principal fuente de energía y un calefactor a gas como fuente provisional.

#### 3.4.3.2. Variable manipulada, variable controladas y variables extrañas

La variable a controlar es la temperatura interna de la planta, que es medida mediante 4 sensores debidamente localizados en la misma. La variable manipulada es el flujo de gas licuado de petróleo, mediante una electroválvula de apertura/cierre, cabe recalcar que esta variable no es medida mediante el controlador. Las variables extrañas o perturbaciones se presentan fuera de la planta, son medibles, pero no manipulables. Por ejemplo: la temperatura ambiental, humedad, cantidad de luz, cantidad de flujo de aire. Para el sistema se realizan lecturas de la temperatura y cantidad de luz ambiental.

#### *3.4.3.3. Propiedades de las variables*

Todas las variables presentadas son medibles con formatos analógicos. La temperatura ambiental, al igual que la cantidad de luz, se encuentran acondicionadas de tal manera para obtener valores en el rango de tensión entre 0 – 10 V, con un dígito decimal; requieren de conversión interna para ser interpretadas. Sin embargo, las temperaturas tomadas del interior del deshidratador están expresadas en magnitudes de temperatura (grados centígrados), también con un dígito decimal, esto debido a la conversión que se realiza por el acondicionador seleccionado. La cantidad de GLP es detectado por un sensor de tipo analógico pero la señal activada para la alarma y entrada del PLC es de tipo digital.

#### *3.4.3.4. Tipo de control*

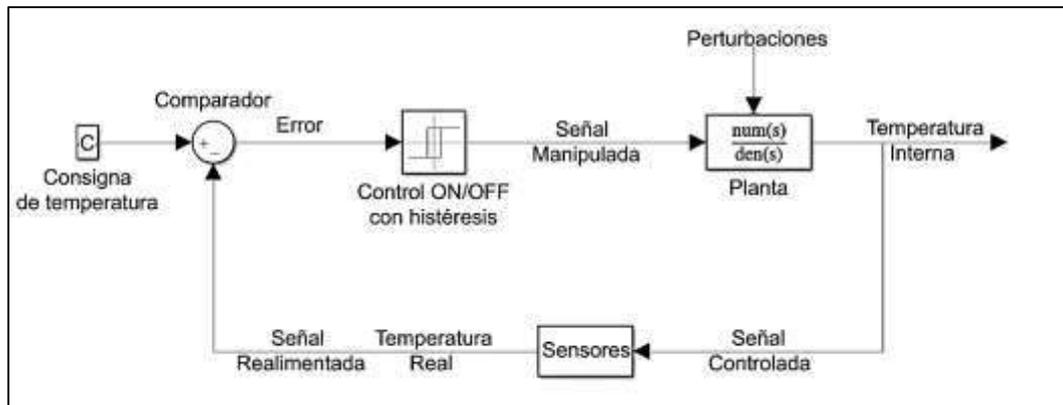
Se selecciona un control de tipo ON/OFF con histéresis, debido a ciertos factores: requiere de menor costo de implementación, menor mantenimiento, y menor cantidad de recursos. Una ventaja del control PID es la precisión obtenida, sin embargo, para el proceso propuesto el nivel de temperatura interno no requiere de un ajuste de alta precisión.

Los controles proporcionales, integrales y derivativos, y la combinación entre ellos; casi siempre presentan una curva de sobrepaso, representando un inconveniente en el proceso, las temperaturas altas en etapas iniciales del deshidratado pueden desencadenar una disminución en la pérdida de humedad en etapas medias y finales. Para prevenir que la temperatura interna se encuentre fuera del rango propuesto, los niveles de histéresis deben ser seleccionados adecuadamente.

#### *3.4.3.5. Modelo del proceso*

Para este tipo de control la señal manipulada varía entre valores lógicos, 0 y 1. Se establece el valor de 1 cuando la señal de error es igual a la histéresis positiva, y se establece el valor de 0 cuando el error sea igual que la histéresis negativa. Para facilitar la programación se establece la temperatura máxima como el valor de la consigna sumado el valor de la histéresis y la temperatura mínima como el valor de la consigna restado el valor de la histéresis. De esta manera se puede establecer el valor 1 cuando la temperatura interna es menor o igual a la temperatura mínima, y el valor de 0 cuando la temperatura interna es mayor o igual a la temperatura máxima. El accionamiento de la electroválvula se realiza con la señal manipulada. La retroalimentación se realiza mediante los sensores de temperatura, ubicados en dos puntos distintos a 2 alturas distintas; se realiza un promedio de los valores y se obtiene la señal de retroalimentación. Por la naturaleza del controlador los parámetros ajustables son: la consigna y el nivel de histéresis, es decir, el

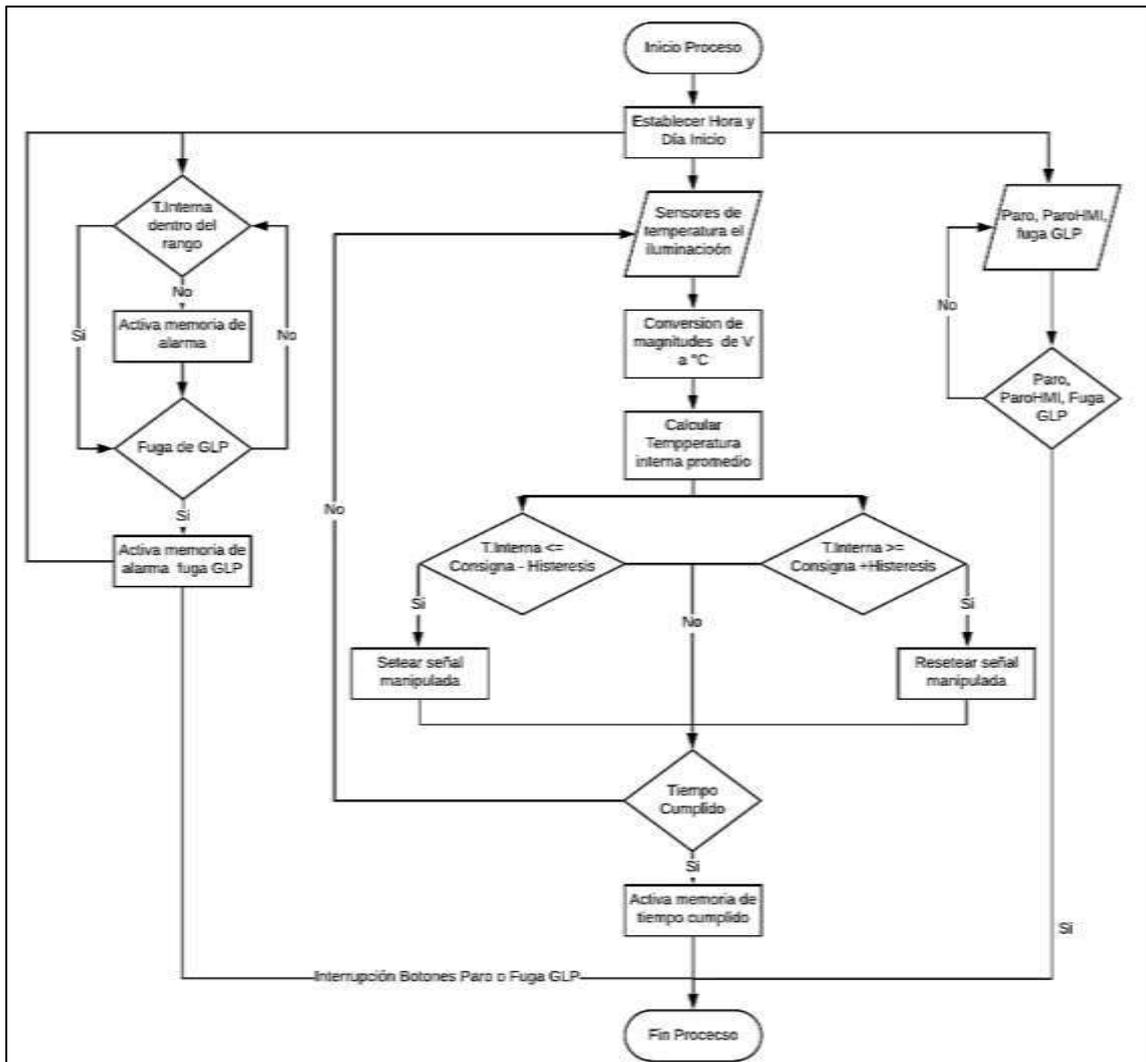
rango de temperatura interna del deshidratador. En la se Figura 20-3 observa el diagrama de bloques del sistema, y la ubicación de las señales.



**Figura 20-3.** Diagrama de bloques del sistema

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

En la Gráfico 1-3 se observa la secuencia a programar en el controlador lógico programable, cuando se establezca el inicio del proceso mediante los botones del tablero de control, mediante los botones de la aplicación o los botones del HMI se procede a: establecer la hora de inicio y hora de finalización del proceso, se realiza la lectura constante de cada sensor y se da formato a la temperatura y luz interna mediante conversión de magnitudes.



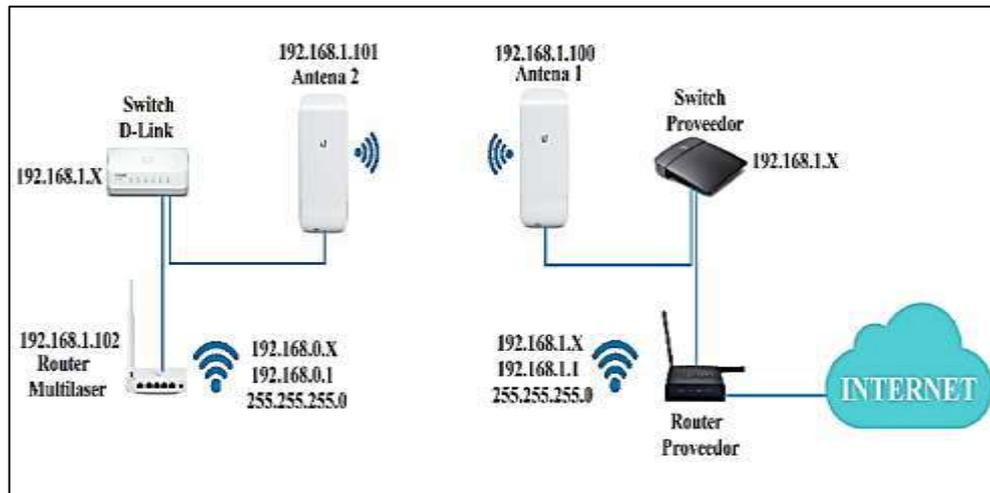
**Gráfico 1-3.** Secuencia de programación del PLC

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Se obtiene un valor de temperatura promedio y se procede a verificar si se encuentra dentro del rango establecido en el objetivo de control. Se procede a realizar el control ON/OFF como se ha indicado anteriormente utilizando la señal de error. Antes de finalizar el proceso se actualizan las memorias de todos los datos a ser monitoreados, establecidos en los requerimientos del sistema de monitoreo. El proceso culmina cuando el tiempo de deshidratación se cumple, o se interrumpe de detectar fugas de GLP. El diagrama establece interrupciones en el proceso dadas por los botones de paro o el sensor de GLP.

### 3.4.4. Diseño de red de comunicación

Se utilizan los elementos seleccionados siguiendo el esquema presentado en la Figura 21-3, en la cual se observa las conexiones entre los dispositivos, las direcciones IP asignadas y las redes inalámbricas provistas por los router.



**Figura 21-3.** Esquema Red de Comunicación

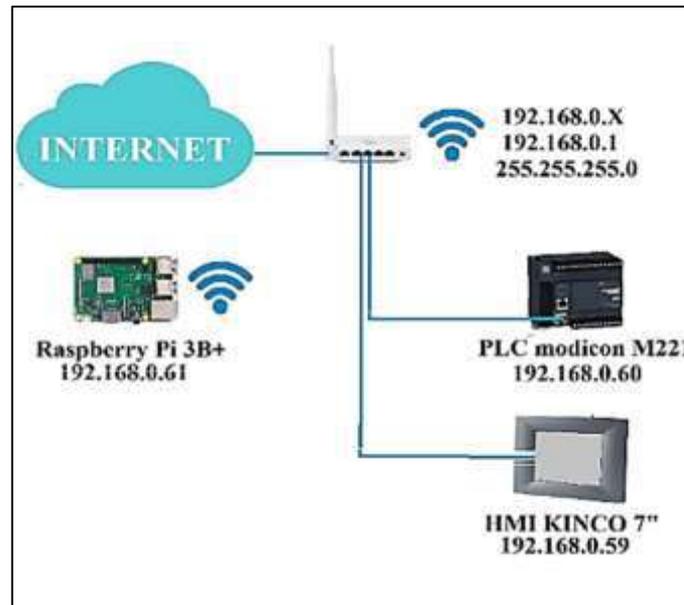
Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

La red de área local es 192.168.1.X/24, la antena 1 se encuentra ubicada en la zona de monitoreo, con la dirección 192.168.1.100/24, realizando la comunicación en forma de puente con la antena 2 con la dirección 192.168.1.101/24. Debido a la configuración de tipo puente, para implementar una red inalámbrica se utiliza un switch y un router, el switch distribuye direcciones mediante DHCP en la red 192.168.1.X/24, para la dirección física de la conexión del router se utiliza 192.168.1.102/24, la red inalámbrica y los puertos físicos del router en la dirección 192.168.0.X/24.

La antena 1 se instala en el piso más alto de la construcción, con orientación hacia la antena 2 para obtener una línea de visión entre ambos dispositivos, para la antena 2, esta se levanta sobre una estructura tubular a 6 m del piso más elevado de la construcción para evitar los posibles cuerpos atravesados que perjudiquen a la comunicación, cuerpos como plantaciones de maíz, árboles y automóviles.

### 3.4.5. Diseño de sistema de monitoreo

En la Figura 22-3 se observa el esquema de las conexiones físicas de la raspberry, la pantalla HMI y el PLC, así como, la conexión de la red inalámbrica a internet. Los dispositivos mencionados realizan lectura y escritura de las variables mediante protocolo Modbus TCP/IP.

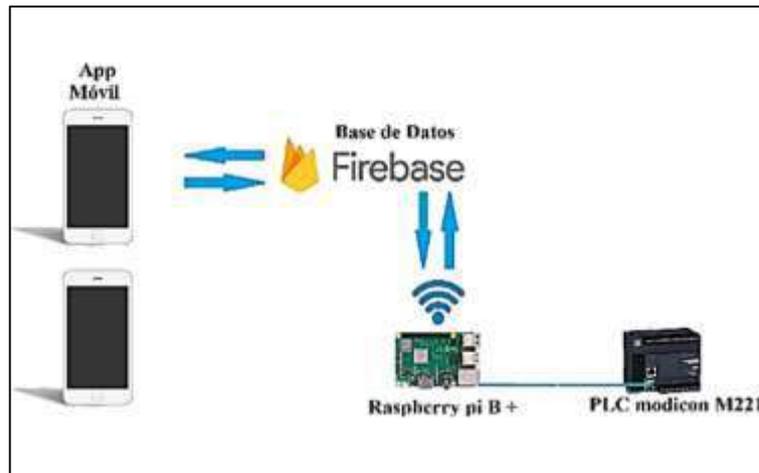


**Figura 22-3.** Esquema de conexiones del S. de monitoreo

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 23-3 se observa el esquema del sistema de monitoreo remoto, mediante la tarjeta se realiza la adquisición de datos para ser subidos a la red, específicamente a la base de datos FIREBASE, y posteriormente ser utilizados por la aplicación móvil desarrollada. Este esquema representa las conexiones mediante software realizadas para el desarrollo del sistema.

Dentro de la pantalla HMI para el monitoreo local se desarrollan las pantallas de visualización de los datos obtenidos desde el PLC, como contactos y registros de memoria como temperaturas, iluminación, sensor de GLP y estados del proceso. Se utilizan mensajes emergentes en pantalla para notificar alarmas o errores de conexión entre el PLC y HMI.



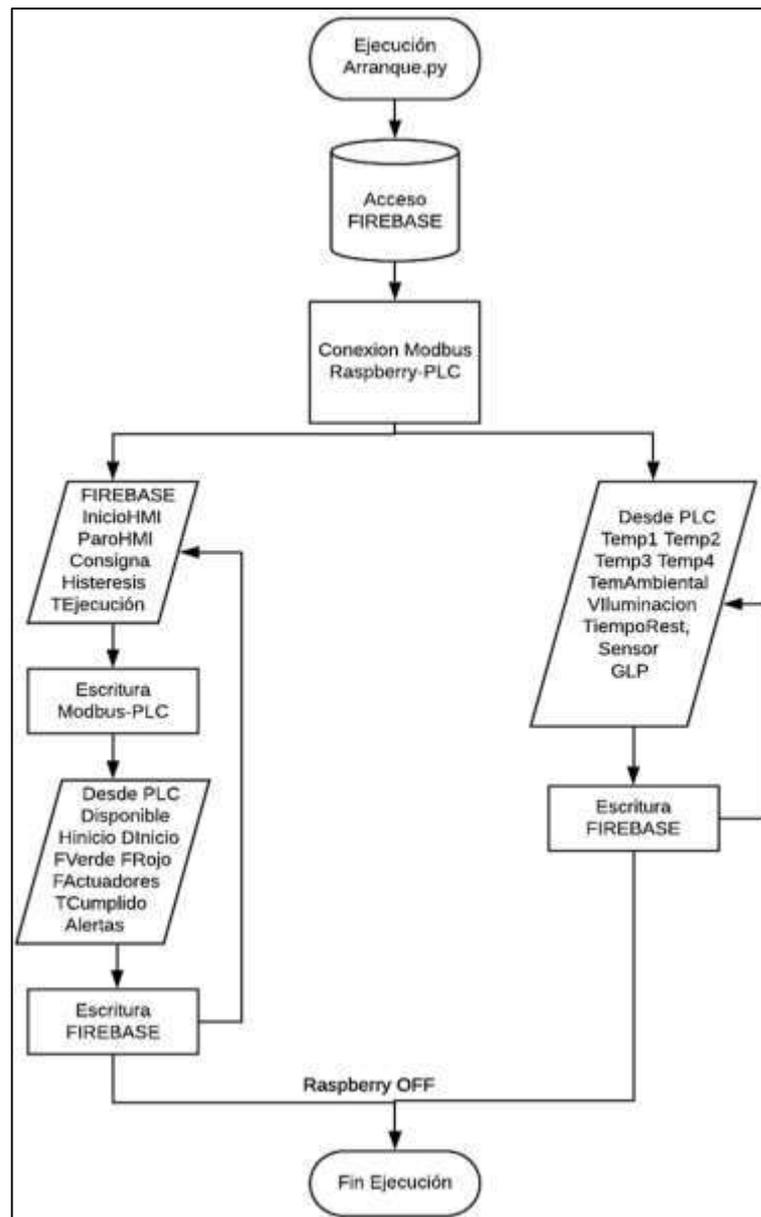
**Figura 23-3.** Esquema Sistema Monitoreo Remoto

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para la correcta adquisición de datos desde el PLC y la escritura en la base de datos FIREBASE se realiza un archivo en lenguaje Python, que se ejecuta como indica el diagrama de flujo mostrado en el Gráfico 2-3.

Cuando se ejecute el programa, se parte con las conexiones entre la base de datos en internet, seguido de realizar la conexión con el PLC para la comunicación modbus. Una vez realizado estos pasos se procede con 2 secuencias, cada una encargada de un bloque de datos, el primer grupo: los elementos de control de la aplicación y el segundo todas las variables a monitorear.

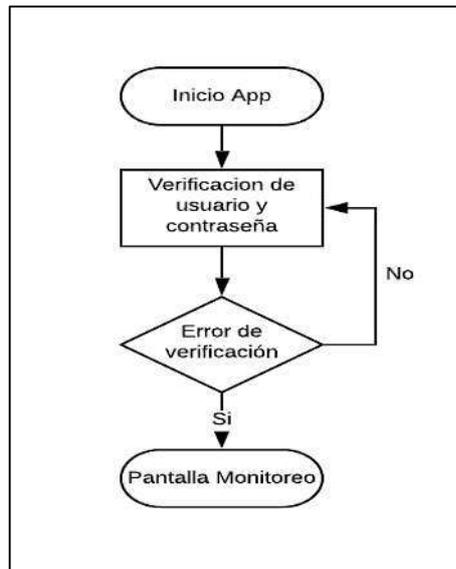
Ambas secuencias se ejecutan simultáneamente para reducir los tiempos de escritura y lectura a los dispositivos, las variables de control son los botones, indicadores y las variables de: consigna, histéresis y tiempo de ejecución. No se realizan comparaciones para detectar cambios de estado o cambios numéricos, debido a que el tiempo otorgado para la comparación sería aproximadamente similar al tiempo otorgado para la escritura. De existir errores en la comunicación con la base de datos o el PLC la ejecución se termina.



**Gráfico 2-3.** Secuencia de programación en python

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

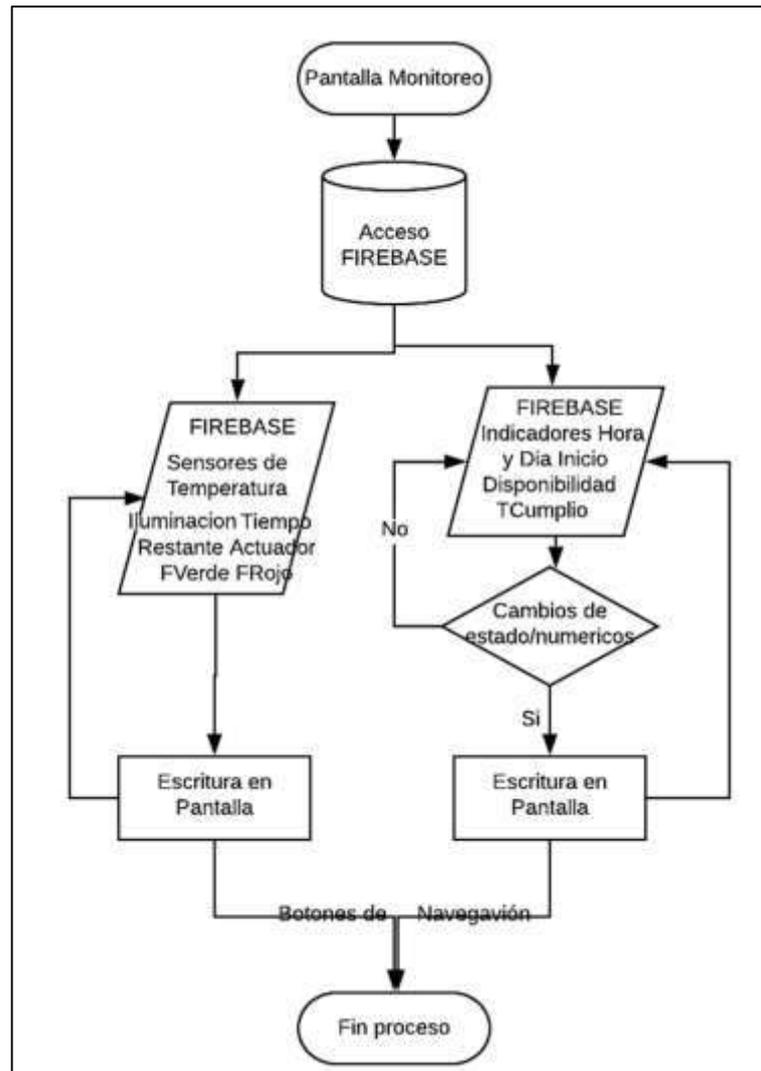
Para asegurar que el funcionamiento del dispositivo sea plug and play, se configura un fichero llamado “Crontab” para ejecutar el archivo Arranque.py en cada arranque de sistema, y para que se ejecute cada minuto de cada hora, esto último para evitar la pérdida de información de existir errores inesperados. Terminado con este proceso se prosigue a la configuración y programación de la aplicación móvil, la cual se rige al diagrama de flujo presentado en las siguientes figuras, se divide los diagramas por pantallas, como se observa en el Gráfico 3-3 se inicia con el registro de usuario.



**Gráfico 3-3.** Secuencia de registro

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Cuando se realiza la conexión exitosa de un usuario el proceso procede a ejecutar la pantalla principal, donde se observan los valores generales de sensores, hora y día de inicio, tiempo restante, tiempo cumplido y disponibilidad. Así como también, los indicadores de estado para proceso ejecutándose, proceso en espera, estado del actuador y un piloto de las alarmas, tanto para fugas de gas y para la temperatura interna. Se observa la secuencia de la programación de la pantalla de monitoreo en el Gráfico 4-3.

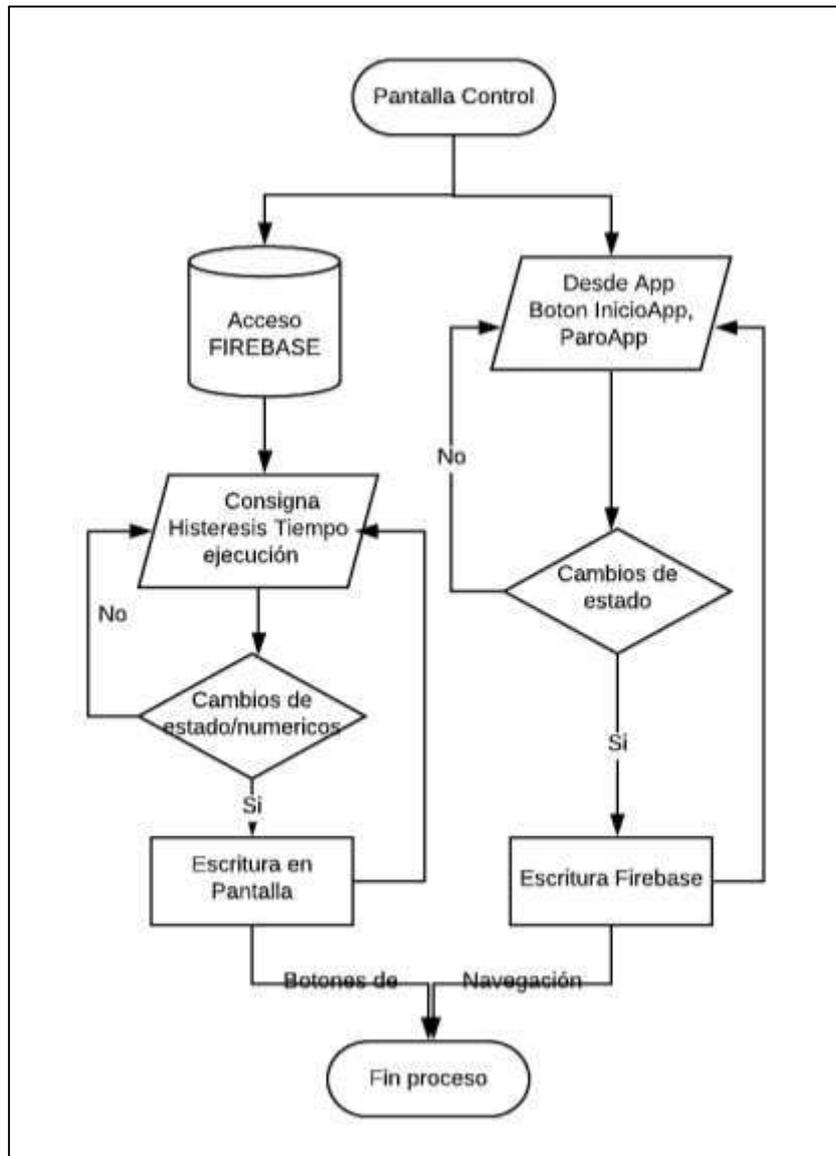


**Gráfico 4-3.**Secuencia de la pantalla de monitoreo

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Se empieza realizando la conexión con la base de datos, y luego las lecturas de 2 bloques de datos, el primero se lee y escribe si realizar detecciones de cambio de estado o valor numérico, y en el segundo se realiza la lectura, detección de cambios y escritura respectivamente. Se realiza este proceso dado que los valores de las variables del primer bloque presentan cambios con mayor frecuencia dado que son sensores.

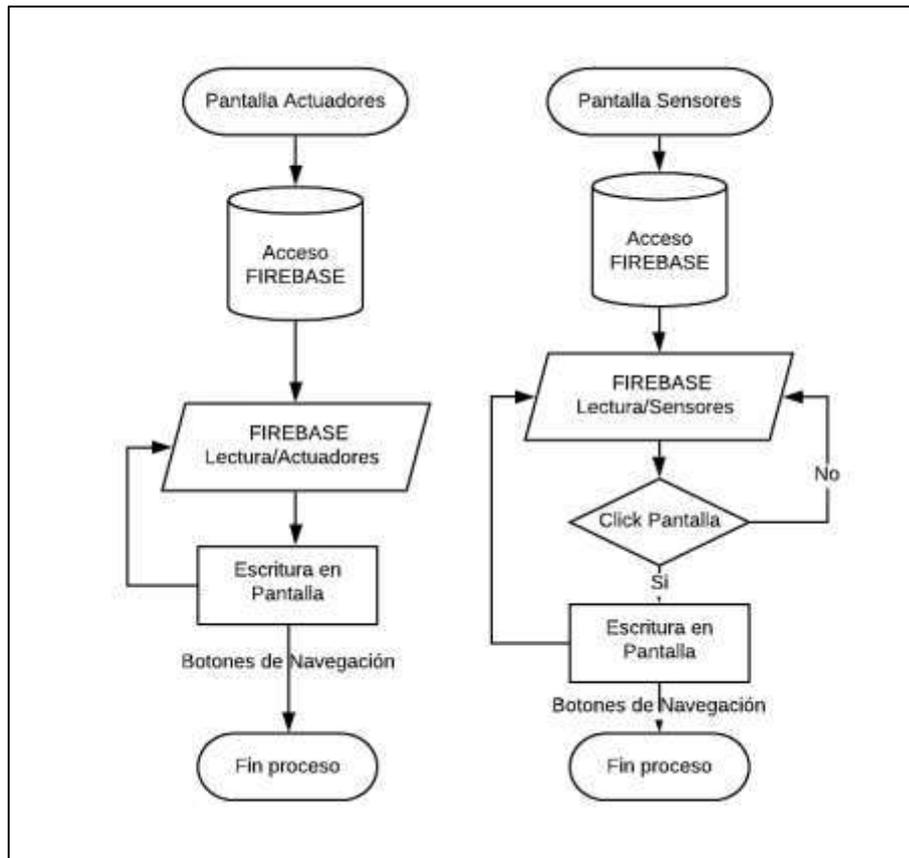
El proceso se finaliza cuando se navega entre pantallas, en el Gráfico 5-3 se observa la secuencia de la pantalla de control, cuando se ejecuta la pantalla se establece conexión con la base de datos y se realiza la lectura de los valores numéricos de las variables de consigna, histéresis y tiempo de ejecución, de detectar cambios se escribe en pantalla de la App. En paralelo se realiza la lectura de los estados de los botones de inicio o paro y se escriben los valores en la base de datos. Esta pantalla también posee indicadores de estado del deshidratador y actuadores.



**Gráfico 5-3.** Secuencia pantalla de control

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

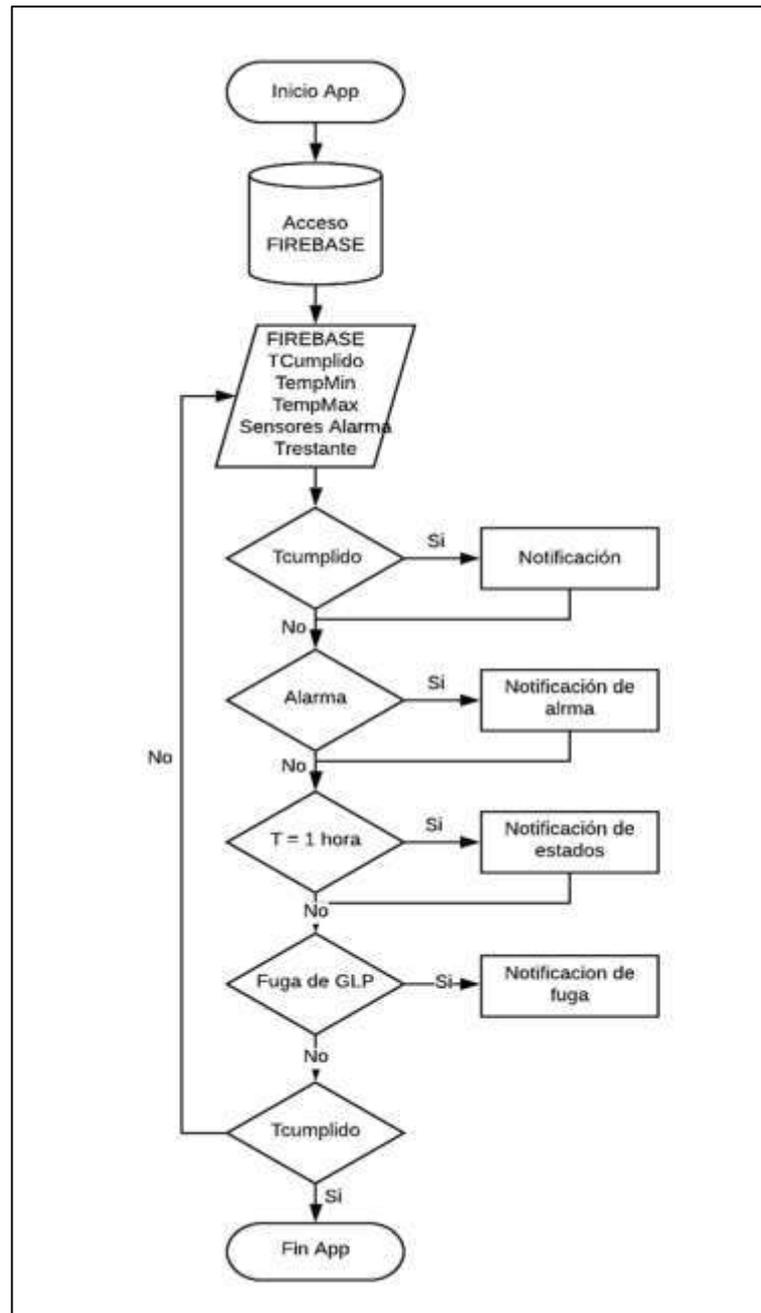
En el Gráfico 6-3 se observa la secuencia de la pantalla de sensores y la pantalla de actuadores, se empieza con la conexión de la base de datos, y se procede a la lectura de las variables según sea el caso de sensores o actuadores, y se escribe en la pantalla de App sin realizar detección de cambios de las variables si se trata de los actuadores, si se trata de los sensores se escriben los datos cuando se detecte un click en la pantalla.



**Gráfico 6-3.** Secuencia pantalla sensores/actuadores

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En el Gráfico 7-3 se observa la secuencia del programa de la app que se ejecuta en segundo plano, realizando notificaciones según sea el caso requerido. Para el tiempo cumplido se ejecuta una notificación del estado del deshidratador, para la alerta de temperatura una notificación indicando el valor de la temperatura interna del deshidratador, esta se encuentra fuera del rango establecido. Para la alarma de fuga se indica mediante la notificación que el proceso se ha interrumpido dada la presencia de gas. Y una vez por hora la aplicación informa el estado de los sensores del deshidratador mediante una notificación de estado.



**Gráfico 7-3.** Secuencia app en segundo plano

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.5. Implementación de los diseños

#### 3.5.1. Estructura mecánica

Se puede observar en la Figura 24-3 la estructura construida a base del diseño presentado en el apartado anterior, se observan los 4 soportes del romero ubicados dentro del deshidratador. Los perfiles de madera y acero seleccionados junto a las líneas de acero galvanizado.



**Figura 24-3.** Estructura de soporte de romero implementada

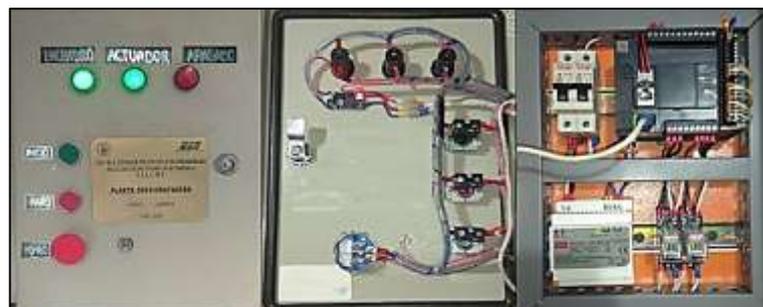
Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.5.2. *Tablero de mando y poder*

En la Figura 25-3 se muestra la distribución y cableado de: interruptores termo-magnéticos, PLC, módulo de expansión de PT100, fuente de 24VDC, relés, por ende, se realiza el cableado para las 4 PT100 internas (módulo), la PT100 externa y el sensor de luz (entradas analógicas). En las entradas digitales y las salidas digitales se encuentran cableados los indicadores y botonera desde la parte frontal del tablero. Todos los elementos seleccionados son montados en un riel DIN, a la vez en panel interno que se observa se encuentra aislado del chasis, el mismo que está conectado a tierra.

También se observa la distribución y el cableado de alimentación y señal de: los 3 indicadores, los botones de inicio, paro y paro de emergencia, el sensor de temperatura externo con el módulo de conversión de 4-20mA y la configuración para conversión a tensión mediante una resistencia, una fuente de 10VDC que se utiliza para la alimentación del sensor de luz.

Todas las conexiones del tablero se han realizado conforme al diseño eléctrico realizado en el apartado anterior.



**Figura 25-3.** Cableado de tablero de control

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.5.3. Configuración y programación del PLC

Se observa en la Figura 26-3 la configuración de las entradas y salidas del PLC y el módulo de expansión de la Pt-100.

Entradas digitales								
Utilizado	Dirección	Símbolo	Utilizado por	Filtrado	Retención Run/Stop	Evento	Prioridad Subrutina	Comentario
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.0	INICIO	Filtrado, Lóg 3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.1	PARO	Filtrado, Lóg 3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.2	HONGO	Filtrado, Run 3 ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se util.		
<input checked="" type="checkbox"/>	%I0.3	SGLP	Filtrado, Lóg 3 ms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se util.		

Salidas digitales					
Utilizado	Dirección	Símbolo	Utilizado por	Alarma de el Valor de retorno	Comentario
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.0	ELECTROVALV	Lógica de aplica	<input type="checkbox"/> 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.1	PILOTO	Lógica de aplica	<input type="checkbox"/> 0	
<input type="checkbox"/>	%Q0.2			<input type="checkbox"/> 0	
<input type="checkbox"/>	%Q0.3			<input type="checkbox"/> 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.4	FINICIO	Lógica de aplica	<input type="checkbox"/> 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.5	FACTUADOR	Lógica de aplica	<input type="checkbox"/> 0	
<input checked="" type="checkbox"/>	%Q0.6	PARO	Lógica de aplica	<input type="checkbox"/> 0	

Entradas analógicas											
Utilizado	Dirección	Símbolo	Tipo	Ámbito	Mínimo	Máximo	Nivel de filtro	Unidad de filtro	Muestreo	Unidades	Comentario
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW0.0	STEMFA	0 - 10 V	Normal	0	1000	0				
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW0.1	S-AK2	0 - 10 V	Normal	0	1000	0				

Entradas analógicas											
Utilizado	Dirección	Símbolo	Tipo	Ámbito	Mínimo	Máximo	Filtro	Unidad de filtro	Muestreo	Unidades	Comentario
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.0	STEMF1	PT100	Centígrados (0,1 °C)	-2000	3500	0	x 10 ms	100 ms...	0,1 °C	
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.1	STEMF2	PT100	Centígrados (0,1 °C)	-2000	3500	0	x 10 ms	100 ms...	0,1 °C	
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.2	STEMF3	PT100	Centígrados (0,1 °C)	-2000	3500	0	x 10 ms	100 ms...	0,1 °C	
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.3	STEMF4	PT100	Centígrados (0,1 °C)	-2000	3500	0	x 10 ms	100 ms...	0,1 °C	

**Figura 26-3.** Configuración de entradas y salidas de PLC y módulo de expansión

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se parte por configurar y asignar un nombre a las entradas digitales, analógicas (PLC y Modulo de expansión), y las salidas digitales. De esta manera facilitar la programación por contactos. se activa la opción de Run/Stop en la entrada correspondiente a la del paro de emergencia. En la parte de salidas se dividen en 2 bloques, el primero a los actuadores del sistema y el segundo a los indicadores.

Por otra parte, las entradas analógicas del PLC solamente pueden ser configuradas como entradas de 0 a 10V, y la lectura como un dato decimal entre 0 a 1000. En el módulo de expansión las entradas si pueden ser configuradas de distintas maneras, para facilitar el manejo de datos en la programación se establecen como entradas en grados centígrados, como entradas decimales en un rango de -3000 a 8500, realizando muestreos cada 100ms. Los datos decimales en las entradas analógicas son los 2 últimos dígitos mostrados, es decir, se manejan dos cifras decimales por entrada.

En la Figura 27-3 se observa la configuración del puerto ethernet con una dirección IP fija, y la activación de los protocolos para programación, Ethernet/IP y comunicación Modbus.



**Figura 27-3.** Configuración de puerto ethernet

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

La lista de símbolos del PLC y la programación de contactos se encuentran en el ANEXO D, todas las configuraciones y la programación se rigen al diseño establecido.

#### 3.5.4. Red de comunicación

Se parte de la instalación de los dispositivos, para ello las antenas deben poseer una línea de visión directa entre ellas, pretendiendo poseer la menor cantidad de obstáculos entre las mismas. Ambas antenas son instaladas a una altura entre 12 y 20m sobre el terreno. Cabe recalcar que existen obstáculos de consideración baja, especialmente arboles de tamaño mediano. También se realiza la conexión eléctrica de alimentación y comunicación para los dispositivos: router, switch, PLC, HMI y raspberry pi.

En la Figura 28-3 se observa las conexiones de alimentación para la antena 2 mediante el POE, el router y el switch, así como, las conexiones físicas para la red de comunicación entre los dispositivos mencionados anteriormente.



**Figura 28-3.** Red de comunicación

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Terminando la instalación de los dispositivos se procede a la configuración de los mismos, comenzando con las antenas 1 y 2 respectivamente. En la Figura 29-3 se observa la configuración WIRELESS de la antena 1, se le asigna un nombre, se establece como un punto de acceso y se asigna una contraseña de tipo WPA2.

The screenshot shows the 'WIRELESS' configuration page for antenna 1. The page is titled 'Configuración inalámbrica básica' and includes sections for 'Seguridad inalámbrica'. The 'Modo inalámbrico' is set to 'Punto de acceso'. The SSID is 'ANTENA1'. The security is set to 'WPA2-AES' with 'PSK' authentication. The power output is set to 23 dBm.

**Figura 29-3.** Configuración WIRELESS antena 1

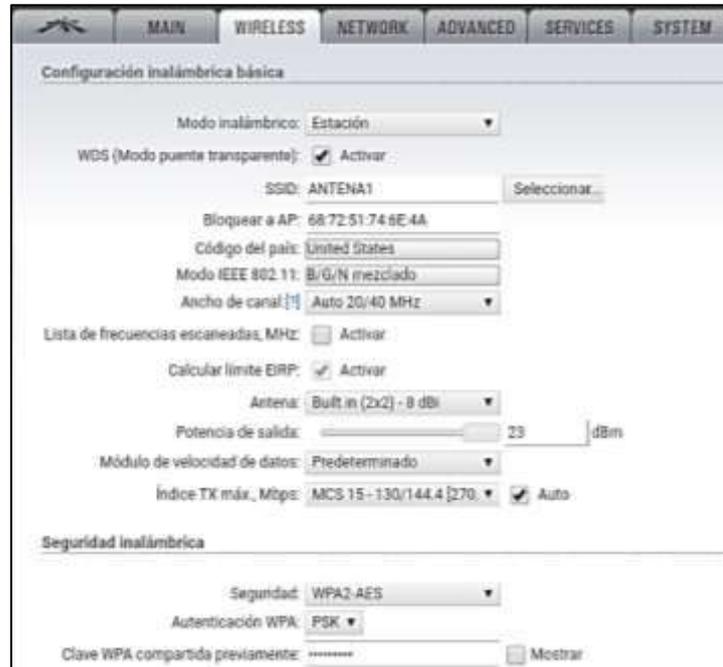
Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

The screenshot shows the 'NETWORK' configuration page for antenna 1. The page is titled 'Función de red' and includes sections for 'Modo de configuración' and 'Gestión de ajustes de red'. The 'Modo de máscara de red' is set to 'Puente'. The 'Gestión Dirección IP' is set to 'Estática' with the IP address 192.168.1.100.

**Figura 30-3.** Configuración de red antena 1

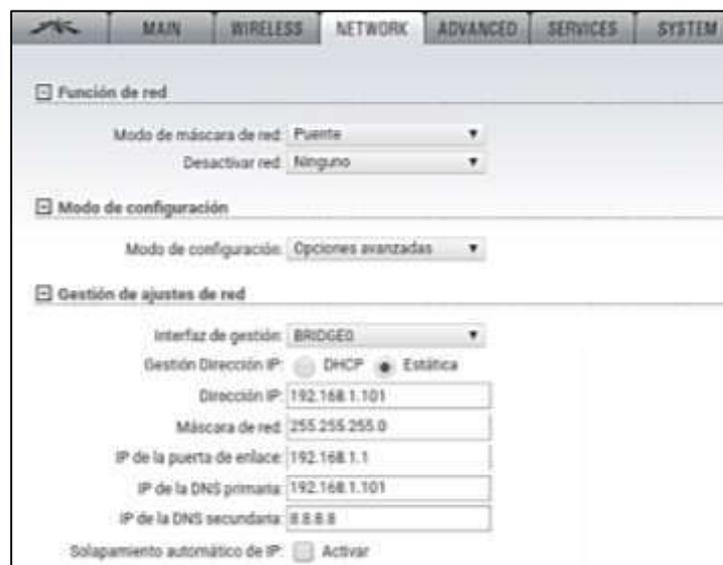
Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 30-3 se realiza la configuración de red de la antena 1, se le asigna como modo de máscara de red de tipo puente, debido a que se va a compartir una red de internet del proveedor, se asigna una dirección IP fija, máscara de red, puerta de enlace, y las direcciones IP de DNS primaria y secundaria.



**Figura 31-3.** Configuración WIRELESS antena 2

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020



**Figura 32-3.** Configuración de red antena 2

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

La configuración de la antena 2, se observa en la Figura 31-3 la configuración del WIRELESS, se establece en modo estación, se procede a seleccionar la red con la que se realiza el enlace, en este caso la red ANTENA1, se copia la máscara de red y la contraseña de la misma. En la Figura 32-3 se realiza la configuración de red de la misma forma que con la antena 1, cambiando solamente la dirección IP fija y la dirección DNS primaria.

En la Figura 33-3 se realiza la configuración de la red WAN, red de conexión de internet, se selecciona la conexión de tipo alámbrica, se asigna una dirección de la red de internet, puerta de enlace, máscara de red, de la MAC y las direcciones DNS primaria y secundaria.

Tipo da WAN	
Tipo da WAN:	<input checked="" type="radio"/> Com fios <input type="radio"/> Sem fios
<b>Definições WAN</b>	
Tipo de ligação à WAN:	IP estático
Endereço IP da WAN:	192.168.1.102
Máscara de sub-rede:	255.255.255.0
Gateway predefinido:	192.168.1.1
Endereço MAC:	00-72-63-2C-34-43
<input type="button" value="Clonar MAC"/> <input type="button" value="MAC predefinido"/>	
Tamanho da MTU:	1500
<small>(O valor predefinido é 1500, alterar apenas se necessário.)</small>	
DNS principal:	8.8.8.8
DNS secundário:	8.8.8.8
<input type="button" value="Guardar"/>	

**Figura 33-3.** Configuración de red WAN del router

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 34-3 se realiza la configuración de red LAN, la dirección MAC se asigna automáticamente, se selecciona la red y máscara de red en la que se realizara la asignación de direcciones mediante protocolo DHCP. Se puede observar que las direcciones MAC para WAN y LAN son distintas.

Definições LAN MAC	
Endereço MAC:	00-72-63-2C-34-42
<input type="button" value="Guardar"/>	
<b>Definições LAN IP</b>	
Endereço IP:	192.168.0.1
Máscara de sub-rede:	255.255.255.0
<input type="button" value="Guardar &amp; Reiniciar"/>	
<b>Servidor DHCP</b>	
Servidor DHCP:	<input checked="" type="radio"/> Ativar <input type="radio"/> Desativar
Endereço IP inicial:	192.168.0.2
Endereço IP final:	192.168.0.64
<input type="button" value="Guardar"/>	

**Figura 34-3.** Configuración de red LAN del router

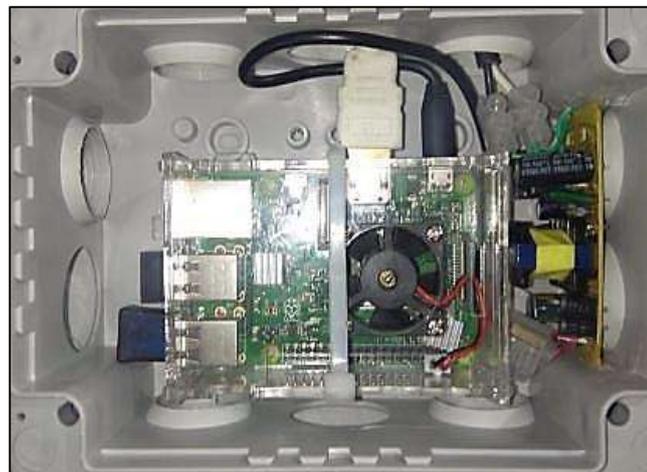
**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

No es necesario realizar ninguna configuración en el switch, la asignación de direcciones se realiza con protocolo DHCP en las direcciones seleccionadas en el router. Sin embargo, todos los dispositivos poseen direcciones IP fijas configuradas en los dispositivos respectivamente. La descripción de las interfaces del router y las antenas se encuentran en el ANEXO E.

### 3.5.5. Configuración de Raspberry

Se parte por instalar el sistema operativo raspbian en una memoria flash desde un computador, se inserta la memoria en uno de los puertos USB de la raspberry y se alimenta a una fuente de AC-DC de 5VDC a 3 amperios. Cuando se ejecuta el sistema por primera vez se configura el idioma, hora y fecha y la red Wi-Fi. Por defecto se instalan varios programas para el desarrollo de aplicaciones con python.

Se observa en la Figura 35-3 las conexiones de alimentación y memoria flash con el sistema operativo.



**Figura 35-3.** Conexión Raspberry pi 3B+

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se puede observar en la Figura 36-3 la actualización de la base de datos que realiza la programación ejecutada por la raspberry, también el nombre y tipo de variables a utilizar, estas son de tipo numérico decimal y de tipo lógico. La programación realizada en python para la raspberry se encuentran en el ANEXO F.



**Figura 36-3.** Base de datos FIREBASE

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

### 3.5.6. Sistema de monitoreo

#### 3.5.6.1. Base de datos FIREBASE

Se parte por crear una cuenta en la página web <https://console.firebase.google.com>, la misma otorga una cantidad de bases de datos gratuita. Se crea una base de datos de tipo real time, se asigna una dirección URL, en este caso <https://monitoringgashi.firebaseio.com/>, terminado este paso se procede a crear las variables en las cuales se guarda la información, los nombres de las mismas son similares a los asignados en la parte de programación del PLC para facilitar su uso. Para terminar con este paso se asignan propiedades a los datos, de tipo escritura y lectura.

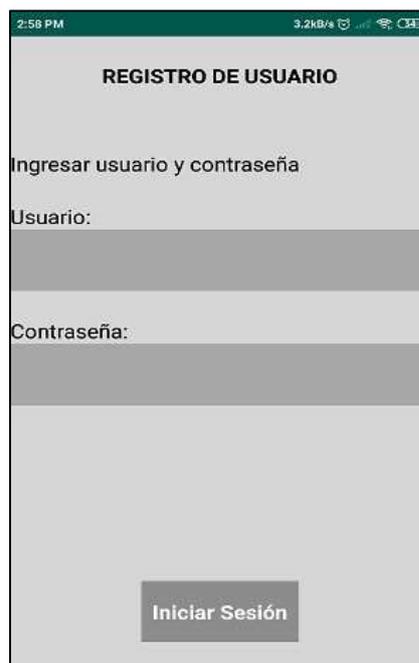
#### 3.5.6.2. Programación en Python

Se continua a crear el enlace entre la programación en Python y la base de datos creada, para ello, la propia página web nos provee de un código que funciona como librería, la cual es única para cada base de datos y para cada tipo de lenguaje. Se debe importar al código en Python el fichero que tiene el nombre de la base de datos con extensión .json, en este caso `monitoringgashi.json`. Dentro del código de Python también se realiza la conexión con el PLC, para utilizar comunicación mediante modbus se importa la librería `pymodbus`, se crea un cliente dentro del código principal para realizar lectura/escritura de contactos y registros. Todo el código se basa en el diseño presentado anteriormente. Una vez finalizado se crea un archivo de tipo ejecutable y se le asignan los debidos derechos de ejecución. De presentarse algún problema en los enlaces con el ejecutable, este se cierra, para evitar la pérdida de comunicación continua entre los dispositivos se le agregan ciertas propiedades al ejecutable, en este caso la verificación cada minuto mientras

el dispositivo se encuentre alimentado. En esta última parte se utiliza los ficheros propios del sistema, se modifica el archivo “Crontab” añadiendo varias líneas de código para ejecutar también el programa en el encendido del dispositivo.

### 3.5.6.3. Programación en Android Studio

Al igual que para realizar la programación en python se necesita la librería única de la base de datos para Android Studio, se crea el fichero en la página web y se agrega al archivo del proyecto. Una vez realizado este paso se agregan las librerías necesarias en los archivos build.gradle. Se procede a crear 6 pantallas, la primera para el registro de usuario y contraseña, la segunda para el monitoreo general de las variables, la tercera para el control del estado del deshidratador, la cuarta para el monitoreo solamente de actuadores, la quinta para monitoreo de sensores y la última como información acerca de la aplicación. En la Figura 37-3 se observa la pantalla n° 01, utilizada para el registro de usuario, estos datos se encuentran almacenados por la propia aplicación.



**Figura 37-3.** Pantalla app n° 01

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 38-3 se observa la pantalla n° 02, en la cual se observan los valores de los 4 sensores internos, la media de temperatura interna, la iluminación interna y temperatura ambiental. Así como, el estado del deshidratador, la hora y día de inicio y el tiempo restante para la finalización del proceso.



**Figura 38-3.** Pantalla app n° 02

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 39-3 se observa la pantalla n° 03, utilizada para el control del proceso, se tienen los botones de inicio y paro, y se manipulan las variables como: consigna, histéresis y el tiempo de ejecución, en °C y horas respectivamente. También se tienen indicadores del estado del proceso.



**Figura 39-3.** Pantalla app n° 03

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 40-3 se observa la pantalla n° 04, encargada del monitoreo del estado de los actuadores: el generador de arco eléctrico, la electroválvula, los calefactores y la lámpara piloto del actuador. Se muestran las conexiones entre la bombona de GLP, la válvula reguladora, la electroválvula y los calefactores, la tubería cambia de color con el estado de los actuadores, rojo en apagado y celeste en encendido, para indicar que existe circulación del gas.



**Figura 40-3.** Pantalla app n° 04

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 41-3 se observa la pantalla n° 05, esta se encarga indicar los sensores utilizados en la implementación, el estado del sensor de GLP y la ubicación de los sensores de temperatura interna. Cuando se hace click sobre la pantalla los valores de los sensores son mostrados en una ventana emergente.



**Figura 41-3.** Pantalla app n° 05

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 42-3 se muestra toda la información necesaria para el uso de la aplicación de monitoreo, se establecen los colores de encendido y apagado de los indicadores, se proporciona una vista general de las variables monitoreadas y controladas.



**Figura 42-3.** Pantalla app n° 06

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Las notificaciones de las alarmas se ejecutan en segundo plano, se visualizan en el dispositivo móvil utilizando recursos como sonido, vibración y luz led. Se tienen 4 tipos de notificaciones: alerta de una temperatura extraña dentro del deshidratador sea menor o mayor a los rangos establecidos, notificación del estado del proceso cada hora, notificación de la culminación del proceso y una alerta de fuga de GLP detectada. Se observa en la Figura 43-3 las notificaciones emitidas por la aplicación y su contenido.



**Figura 43-3.** Notificaciones de la app

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Se cabe destacar que los valores de iluminación están dados en rangos según sea la resistencia calculada por el controlador, dado que la temperatura se encuentra constante dentro del deshidratador se utiliza la curva del dispositivo para este proceso, los rangos son:  $\leq 10$ , 10-30, 30-50, 50-70, 70-100, 100-300, 300-600, 600-1000, 1000-3000, 3000-6000, 6000-10000 y  $\geq 10000$  lux.

#### 3.5.6.4. Programación de la pantalla HMI

Para programar la pantalla HMI se hace uso de la aplicación que viene por defecto con el dispositivo, Kinco HMIware. Para realizar la comunicación vía modbus se tiene que configurar las conexiones con las direcciones de los enlaces dentro del software tanto del PLC como del HMI. Se crean 8 pantallas, de las cuales 3 son emergentes para la notificación de las alarmas, de las 5 pantallas restantes, una se utiliza para el ingreso de usuario, una para información y 3 para la visualización de sensores, actuadores y estados del proceso respectivamente.

Para visualizar los valores numéricos con el formato decimal se crean 2 macros dentro del HMI, son utilizados para dar formato a todos los valores de los sensores, consigna, histéresis, alerta mínima y máxima de temperatura, tiempo restante en días, horas y minutos. Se recuerda que los valores del PLC poseen valores decimales escritos por un factor de 100.

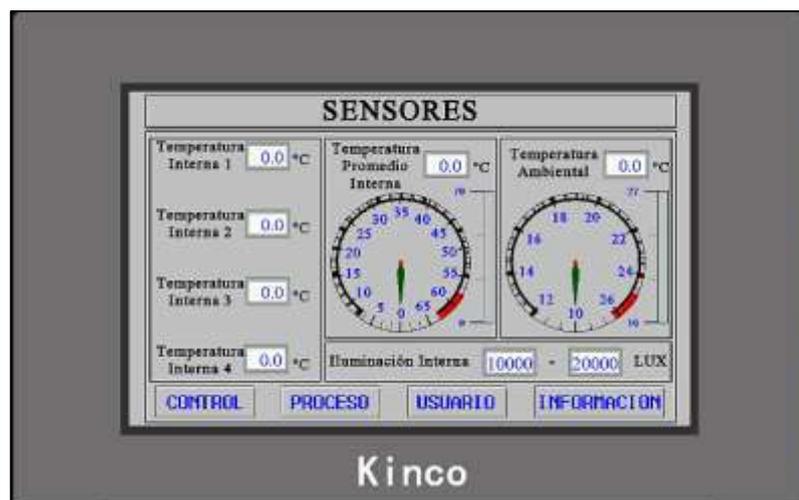
En la Figura 44-3 se observa la pantalla llamada panel de control la cual posee botones de inicio y paro y los indicadores de estado. Se pueden modificar los valores de la consigna, histéresis, tiempo de ejecución y los valores para las alertas de temperatura. Cabe recalcar que solamente desde el HMI se pueden realizar modificaciones para este tipo de alerta, para evitar que se configuren desde la aplicación móvil.



**Figura 44-3.** Pantalla HMI n° 01

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Los valores de los sensores se dividen en dos grupos y pantallas para obtener una mejor apreciación debido al tamaño del dispositivo. En la Figura 45-3 se observan los valores de los sensores internos y externos, es decir, las 4 temperaturas internas, la temperatura interna promedio y la iluminación interna. Y de sensores externos la temperatura ambiental.



**Figura 45-3.** Pantalla HMI n° 02

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020





**Figura 48-3.** Ventana emergente HMI acceso de usuario

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 49-3, Figura 50-3 y Figura 51-3 se visualizan las ventanas emergentes que se ejecutaran de existir temperatura interna fuera de los rangos establecidos, se haya finalizado el proceso o de existir una fuga de GLP detectada. Todas estas notificaciones van acompañadas de una alarma sonora emitida por el HMI.

ALERTA DE TEMPERATURA INTERNA

BL1  
RCT1

Prosiga con los pasos detallados a continuación:

1. Verifique el estado de la temperatura actual de la planta deshidratadora.
2. Detenga el proceso en ejecución(utilice el tablero, HMI o App)
3. Apague el controlador.

Si la alerta se ha ejecutado por temperatura BAJA proceda de la siguiente manera:

4. Compruebe las conexiones físicas entre Bombona de GLP - Electroválvula - Calefactor.
5. Compruebe el estado físico de la Electroválvula, Chispero y Bujías
6. Compruebe las conexiones electricas de la Electroválvula y Chispero - Bujías.
7. Verifique la presion de la Bombona de GLP.
8. Solucionado el problema proceda a encender el controlador nuevamente.

Si la alerta se ha ejecutado por temperatura ALTA proceda de la siguiente manera:

4. Compruebe las conexiones electricas de Electroválvula y Chispero - Bujías.
5. Compruebe el estado físico de la Electroválvula.
6. Solucionado el problema proceda a encender el controlador nuevamente.

NOTA: Si el problema persiste, cumínquese con el técnico a carga  
No manipule la integridad del tablero de control.

FBCT2

TEMPERATURA INTERNA

ND5

##.##°C

BR2

ACEPTAR

**Figura 49-3.** Ventana emergente HMI temperatura interna fuera de rango

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020



**Figura 50-3.** Ventana emergente HMI culminación del proceso

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020



**Figura 51-3.** Ventanas emergentes HMI fuga de GLP detectada

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Todo el código realizado en AndroidStudio y los macros para el HMI se encuentra en el ANEXO F.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Introducción

A continuación, se realizan las pruebas y obtención de resultados de todo el desarrollo del trabajo de titulación, primero comprobando la cantidad de agua de romero por cada 100 gramos, luego el funcionamiento del control de temperatura, después comprobando si la humedad obtenida en todo el producto se encuentra dentro del rango requerido y finalizando con la comparación del tiempo de ejecución utilizando el prototipo y el método artesanal, para ello se establecen las pruebas necesarias según se requiera.

#### 4.2. Pruebas del sistema de control y monitoreo

##### 4.2.1. *Determinación de cantidad de agua total*

Para determinar la cantidad de agua en las muestras de romero, se ha partido por cosechar alrededor de 10kg de romero fresco, con una longitud aproximada de 35cm, como se observa en la Figura 1-4.



**Figura 1-4.** Cosecha de romero

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

En la Figura 2-4 se observa los 10kg de romero cosechado, listo para la etapa de desinfección.



**Figura 2-4.** Romero fresco

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Luego se procedió a la desinfección del mismo utilizando una solución acuosa de 20% vinagre de cidra de manzana, 20% de agua oxigenada y 60% de agua potable, el romero permaneció en la solución por un tiempo de 20 minutos, luego se enjuagó y se dejó reposar 20 minutos antes de proseguir con el proceso. Se observa en la Figura 3-4 esta etapa.



**Figura 3-4.** Desinfección y enjuague del romero

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Después de esto se dividió la cosecha en 10 porciones de pesos similares aproximadamente de 1kg, se ubicó el romero en superficies planas bajo techo, al cabo de 3 días se pasó el romero a deshidratar en ubicaciones con abundante radiación solar. Se utilizó papel periódico o lonas de plástico como base para que el romero no toque el piso. Se observa en la Figura 4-4 la distribución del romero para el deshidratado artesanal.



**Figura 4-4.** Ubicación del romero en las lonas plásticas.

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

Siguiendo con la prueba de determinación de cantidad de agua, se han realizado mediciones de los pesos de las muestras para comparar la cantidad de agua perdida por día, y establecer cuál es la cantidad de agua máxima que pueden tener 100gr de romero. El tiempo de muestreo es de 1 día, las mediciones se hicieron de 7AM a 8AM durante 14 días, en las semanas del 16 al 29 de junio de 2020. Para las lecturas se utiliza una balanza de 0 a 5000gr con una precisión de 1gr.

Se observan los valores obtenidos en la Tabla 1-4, esta tabla presenta los datos resumidos de la deshidratación por el método artesanal, también se observa la cantidad de agua que poseía cada muestra al comenzar el proceso, la cantidad de masa seca obtenida al cabo de 14 días, y el porcentaje de agua por cada 100 gramos de romero fresco. Como resultado se obtuvo que por cada 100gr de romero fresco se tienen en promedio 50.95gr de agua, la muestra inicial tiene un peso de 10013gr y la final 4991gr.

**Tabla 1-4:** Mediciones de peso procedimiento artesanal

Muestra	DÍA 0	DÍA 14		
	$m_s + m_a$	$m_s$	$m_a$	
N°	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	% 100gr
01	1001	493,1	507,95	50,74%
02	999	498,5	500,49	50,10%
03	988	480,3	507,73	51,39%
04	1015	488,1	526,88	51,91%
05	989	498,5	490,53	49,60%
06	1004	497,5	506,46	50,44%
007	1010	483,3	526,73	52,15%
08	1004	501,1	502,92	50,09%

<b>09</b>	996	492,1	503,94	50,60%
<b>10</b>	1007	478,3	528,69	52,50%
<b>Promedio</b>	1001,3	491,1	510,23	50,95%

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

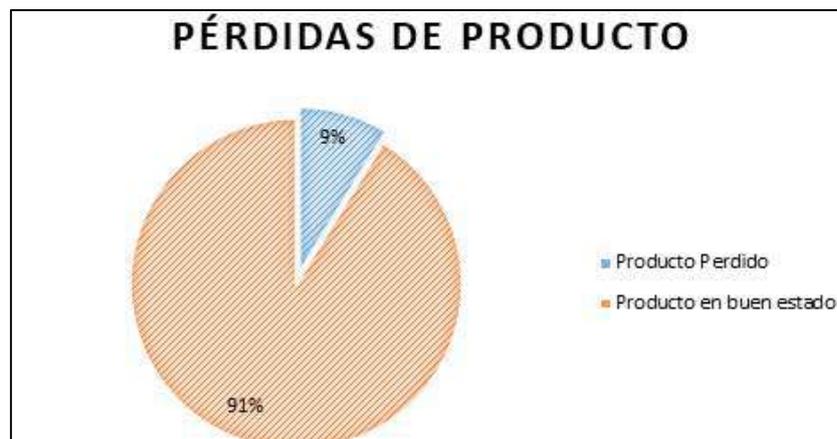
Al finalizar el proceso de deshidratación, se obtuvieron algunas muestras dañadas por la radiación solar directa, se observa en la Figura 5-4 el estado del romero cuando pierde vitaminas, aceite y el olor característico de la misma. El color de la planta pasa de amarillo verdoso a un café rojizo, no se pueden utilizar para almacenaje y venta.



**Figura 5-4.** Pérdidas por radiación solar directa

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

El peso del romero perdido es de 449gr, representando en esta ocasión el 8.996% de la producción. Se observa en el Gráfico 1-4 el porcentaje de pérdida de producto y producto en buen estado.



**Gráfico 1-4.** Porcentajes de pérdida de producto por proceso artesanal

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

#### 4.2.1.1. Prueba estadística

Para seleccionar la prueba estadística a ejecutar primero se plantearon: las hipótesis, nivel de significancia y el análisis de los datos de la muestra.

**Hipótesis:** H0, no existe diferencia significativa entre la media del grupo y la media establecida en 51%. H1 existe diferencia significativa entre la media del grupo y la media establecida en 51%.

**Nivel de significancia:** se establece en 0,01; es decir un 99% de confiabilidad.

**Análisis de los datos:** datos cuantitativos, muestra menor a 30 elementos, presentan normalidad, se trata de un experimento de una muestra. La normalidad de los datos se comprueba por el método de Shapiro-Wilk.

**Selección de prueba estadística:** dada la naturaleza de los datos y la hipótesis propuesta se decidió utilizar una prueba t-students a dos colas para una muestra.

**Ejecución de la prueba:** En la Tabla 2-4 se muestran los datos recolectados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba t-students a dos colas.

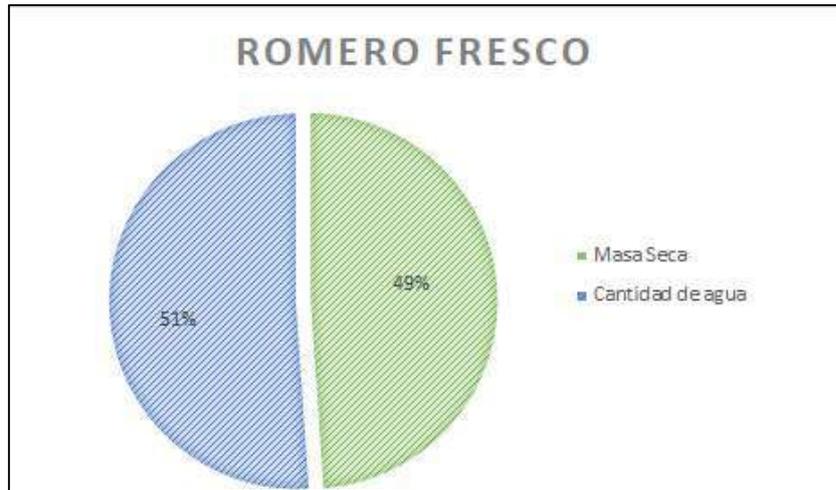
**Tabla 2-4:** Prueba T-Students para determinación de cantidad de agua

Shapiro-Wilk: prueba de normalidad					
Mean = 0,51					
Threshold (p=0,01) = 0,781000018119812 --> HO accepted					
T-Students: una muestra					
SUMMARY			Alpha	0,01	
Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df
10	50,95%	0,00981437	0,00310357	-0,15466035	9
T TEST			Hyp Mean	51%	
	p-value	t-crit	lower	upper	sig
One Tail	0,440250955	2,82143793			no
Two Tail	0,880501909	3,24983554	0,49943389	0,51960611	no

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

**Conclusión de la prueba:** dado que el valor de p-value es mayor a al nivel de significancia y el valor absoluto de t calculado es menor que el valor de t crítico, se aceptó la hipótesis H0, es decir, se comprueba estadísticamente que no existe diferencia significativa entre la media del grupo de datos con la media establecida en 51%. Por tanto, se estableció que en cada 100gr de romero

existen alrededor de 51gr de cantidad de agua. En el Gráfico 2-4 se observa el contenido de masa seca y cantidad de agua que posee el romero fresco.



**Gráfico 2-4.** Contenido de romero fresco

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Habiendo determinado el porcentaje de agua, se pudo calcular la humedad relativa perdida por día mediante el proceso artesanal. Se puede observar en el Gráfico 3-4 la tendencia de agua evaporada.



**Gráfico 3-4.** Comportamiento método artesanal

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

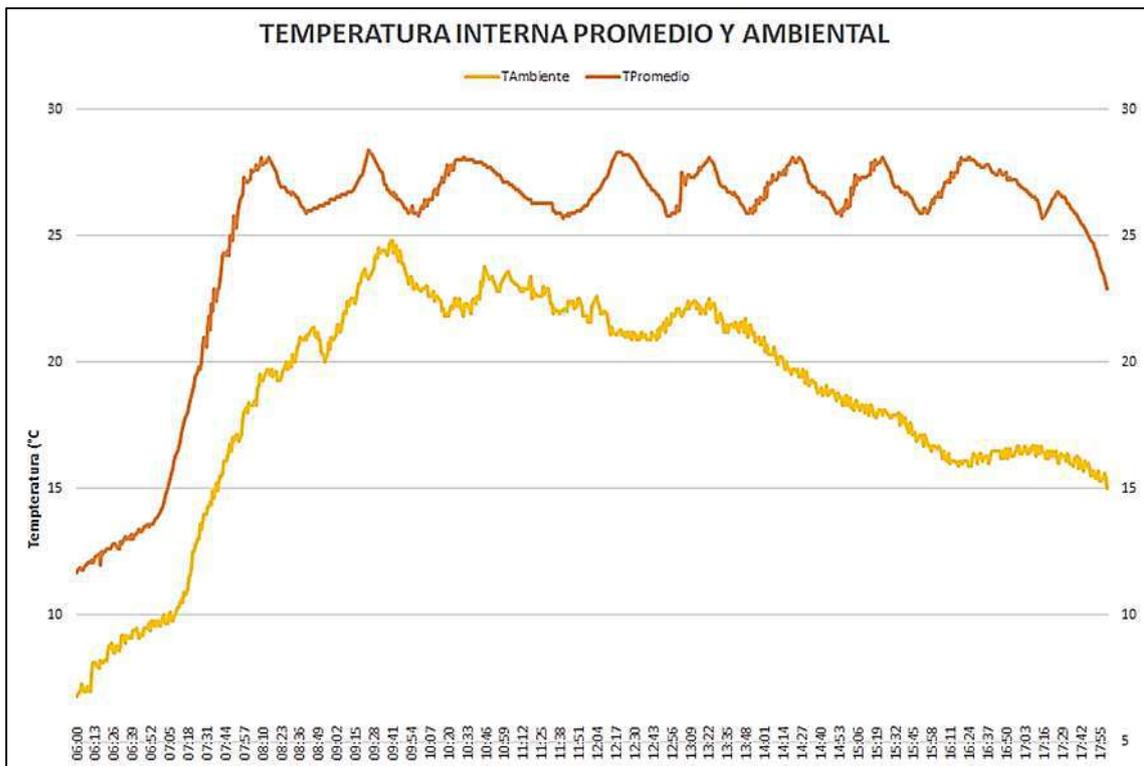
Para alcanzar una humedad relativa entre 11% y 13% mediante este procedimiento, se tomarían entre 7 y 8 días de deshidratación. Cabe mencionar que no se puede controlar la humedad, temperatura o iluminación ambiental, para poder replicar un proceso similar. Según los datos

proporcionados por la persona encargada de realizar este proceso, se toma entre 7 y 9 días para desprender las hojas del romero de forma natural. Todos los datos obtenidos de las mediciones y pruebas se encuentran en el ANEXO G.

#### 4.2.2. Prueba del control de temperatura

Para comprobar el correcto funcionamiento del control de temperatura se procedió a realizar lecturas de los sensores y del estado del calefactor durante un día de la ejecución del proceso, para ello se estableció un tiempo de muestreo de 1 minuto y un horario de obtención de los datos de 6AM a 6PM, se debe considerar que el tiempo de ejecución es de 10 horas diarias de 7AM a 5PM. Para esta prueba el deshidratador se encontró con el 100% de la capacidad de romero.

Para la recolección de los datos se utilizó una aplicación desarrollada en python, la misma poseía acceso de lectura desde la base de datos y almacenaba la información en un archivo de Excel. Se observa en Gráfico 4-4 las curvas de comportamiento de la temperatura interna promedio y de la temperatura ambiental.



**Gráfico 4-4.** Temperatura interna promedio y temperatura ambiental

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

El control de temperatura ON/OFF se encontró funcionando con una consigna de 27°C y una histéresis de 1°C. Se pudo apreciar que el tiempo de establecimiento inicial es de 75 minutos

aproximadamente. El tiempo de caída desde 28°C a 26°C variaba según las condiciones de la temperatura e iluminación ambiental, siendo el tiempo más corto de 26 minutos y el tiempo más largo de 118 minutos. El tiempo de subida desde 26°C a 28°C más corto fue de 30 minutos y el más largo de 52 minutos. Se pudo apreciar que mientras la temperatura ambiental disminuye, el tiempo de caída se reducía y el tiempo de subida aumentaba. Sucedió lo contrario cuando la temperatura ambiental aumenta.

Los estados del actuador respecto al tiempo y a la temperatura interna se observan en el Gráfico 5-4, la suma total del tiempo en estado ON fue de 312 minutos y en estado OFF de 288 minutos, es decir que se utilizó el 52% del tiempo de ejecución diario en calefacción, sin embargo este valor puede cambiar según la estación del año y las condiciones climáticas.



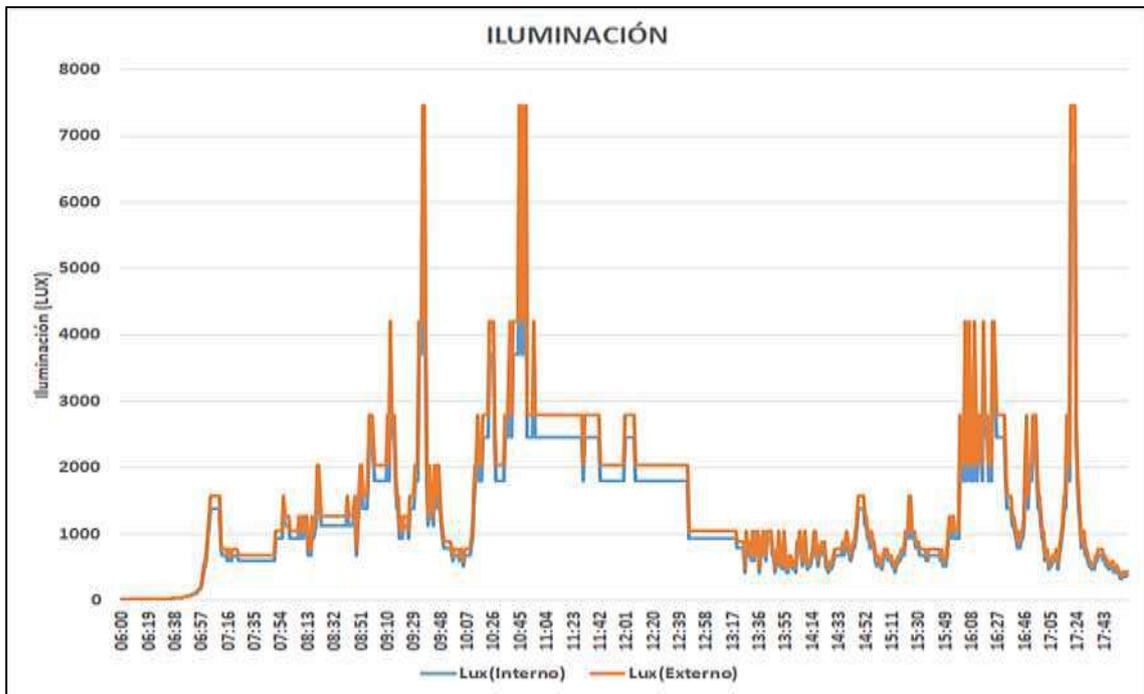
**Gráfico 5-4.** Estado de la señal de control

**Realizado por:** Alvarez, Danilo, 2020

También se recolectó los datos de los sensores de iluminación. Para la visualización de los valores de la iluminación se han pasado de magnitud de ohmios a lux, utilizando la ecuación y valores de las constantes provistas por la hoja de datos del fabricante.

Como se observa en el Gráfico 6-4 se tienen 2 curvas, la primera de iluminación interna y la segunda de iluminación externa, la iluminación externa se obtuvo a partir de la interna, según el fabricante este tipo de policarbonatos transmiten un 88% de la luz ambiental, de ahí se partió con

el cálculo y se obtuvieron los valores observados. La iluminación varío según la hora del día y con la presencia de nubes transitorias.



**Gráfico 6-4.** Iluminación interna y externa del deshidratador

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Mediante las gráficas obtenidas de la temperatura interna se pudo concluir que el control de temperatura se encontraba funcionando con normalidad, se obtuvieron datos de sobre paso máximo y mínimo de  $0.3^{\circ}\text{C}$ , representando el 1.11% de la consigna. El tiempo de establecimiento y decaída se encontraban afectados por la iluminación y temperatura ambiental, provocando un mayor uso de gas GLP por parte del actuador, mas no afectando al establecimiento de temperatura del deshidratador.

Los datos de esta prueba se encuentran en el ANEXO H, así como la programación realizada en python, utilizada para la adquisición y almacenamiento de la información.

#### 4.2.3. Determinación de humedad relativa

Se realizaron 4 pruebas para determinar si el producto terminado posee una humedad relativa dentro del rango establecido del 11% al 13%. Para ello se establece una media comparativa del rango, del 12%. Anteriormente se determinó que el porcentaje de agua en el romero es de 51%, para llegar al 12% de humedad relativa el peso del producto terminado deberá ser de 55.12% de su peso original. Es decir, se perderán 44.88gr de agua por cada 100gr de romero fresco.

Para cada prueba se procedió a cosechar alrededor de 32kg de romero con una longitud entre 45 a 55cm, luego pasando las etapas de desinfección y enjuague como se ha explicado previamente. Se difiere del procedimiento artesanal, al no reposar el romero 3 días en zonas cubiertas, después de la desinfección se procedió a ubicar el romero en el deshidratador.

Se pesaron atados de alrededor 500gr para distribuirlos en las 64 secciones equitativamente, el romero se ubicó encima del alambre galvanizado procurando que no se sobre monten las hojas entre cada planta y dejando aberturas para la circulación de aire entre ellas. Como se observa en la Figura 6-4.



**Figura 6-4.** Distribución del romero en los soportes

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

#### 4.2.3.1. Prueba estadística N° 01

Esta prueba se llevó a cabo del 06 a 09 de julio del presente año. Se midieron los pesos iniciales del romero ubicado en cada sección, en la Tabla 3-4 se observan los datos obtenidos.

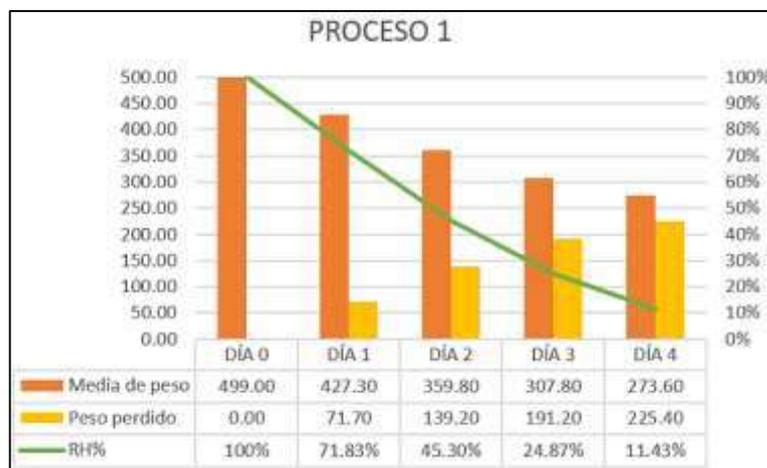
**Tabla 3-4:** Pesos iniciales prueba N° 01

<b>SOPORTE 1</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>7985 gr</b>
Nivel 1	<b>494 gr</b>	501 gr	507 gr	497 gr	1999 gr
Nivel 2	513 gr	499 gr	<b>510 gr</b>	499 gr	2020 gr
Nivel 3	491 gr	<b>509 gr</b>	487 gr	507 gr	1994 gr
Nivel 4	484 gr	485 gr	507 gr	<b>496 gr</b>	1972 gr
<b>SOPORTE 2</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>8013 gr</b>
Nivel 1	495 gr	<b>491 gr</b>	498 gr	498 gr	1981 gr
Nivel 2	490 gr	509 gr	<b>492 gr</b>	499 gr	1991 gr
Nivel 3	504 gr	<b>501 gr</b>	514 gr	495 gr	2014 gr
Nivel 4	508 gr	<b>506 gr</b>	507 gr	505 gr	2027 gr

<b>SOPORTE 3</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>8002 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	<b>508 gr</b>	508 gr	489 gr	505 gr	2010 gr
<b>Nivel 2</b>	508 gr	<b>494 gr</b>	494 gr	486 gr	1982 gr
<b>Nivel 3</b>	510 gr	<b>495 gr</b>	508 gr	492 gr	2005 gr
<b>Nivel 4</b>	505 gr	485 gr	511 gr	<b>503 gr</b>	2005 gr
<b>SOPORTE 4</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>8020 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	493 gr	<b>494 gr</b>	491 gr	506 gr	1984 gr
<b>Nivel 2</b>	498 gr	507 gr	<b>498 gr</b>	488 gr	1990 gr
<b>Nivel 3</b>	512 gr	<b>498 gr</b>	513 gr	496 gr	2018 gr
<b>Nivel 4</b>	<b>499 gr</b>	508 gr	512 gr	508 gr	2027 gr

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se seleccionaron 16 muestras de forma aleatoria para llevar el control de pesos, de estas muestras se tomaron los pesos una vez al día, procurando realizarse entre 7AM a 8AM de la mañana. La suma total del romero fresco fue de 32.20kg. Se muestra el comportamiento del peso y humedad relativa promedio de las 16 muestras en los 4 días de proceso en el Gráfico 7-4. Se observó que al cabo del día 4 se ha deshidratado una media de 225.4 gr y disminuido la humedad relativa en un 88.56%, es decir el producto alcanzó el punto objetivo.



**Gráfico 7-4.** Comportamiento del proceso N° 01

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se continuó con la medición de los pesos de las 64 secciones, como se observa en la Tabla 4-4. Se observan las humedades relativas de cada sección en la Tabla 5-4 del deshidratador.

**Tabla 4-4:** Pesos finales prueba N° 01

<b>SOPORTE 1</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>4399 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	273 gr	276 gr	280 gr	275 gr	1104 gr
<b>Nivel 2</b>	284 gr	275 gr	277 gr	275 gr	1111 gr

<b>Nivel 3</b>	271 gr	277 gr	269 gr	280 gr	1097 gr
<b>Nivel 4</b>	267 gr	267 gr	280 gr	273 gr	1087 gr
<b>SOPORTE 2</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>4421 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	273 gr	270 gr	275 gr	275 gr	1094 gr
<b>Nivel 2</b>	271 gr	281 gr	271 gr	275 gr	1097 gr
<b>Nivel 3</b>	278 gr	274 gr	284 gr	274 gr	1109 gr
<b>Nivel 4</b>	281 gr	281 gr	279 gr	279 gr	1120 gr
<b>SOPORTE 3</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>4401 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	277 gr	280 gr	269 gr	279 gr	1105 gr
<b>Nivel 2</b>	280 gr	272 gr	272 gr	268 gr	1092 gr
<b>Nivel 3</b>	282 gr	270 gr	280 gr	271 gr	1103 gr
<b>Nivel 4</b>	279 gr	268 gr	282 gr	273 gr	1101 gr
<b>SOPORTE 4</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>4421 gr</b>
<b>Nivel 1</b>	271 gr	276 gr	271 gr	279 gr	1097 gr
<b>Nivel 2</b>	275 gr	280 gr	272 gr	270 gr	1096 gr
<b>Nivel 3</b>	283 gr	270 gr	283 gr	273 gr	1109 gr
<b>Nivel 4</b>	275 gr	280 gr	283 gr	280 gr	1118 gr

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

**Tabla 5-4: Humedad relativa final prueba N° 01**

<b>SOPORTE 1</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>11,84%</b>
<b>Nivel 1</b>	12,19%	12,01%	12,13%	12,24%	12,15%
<b>Nivel 2</b>	12,20%	11,89%	10,33%	11,99%	11,60%
<b>Nivel 3</b>	12,11%	10,54%	12,21%	11,94%	11,70%
<b>Nivel 4</b>	12,00%	11,76%	12,11%	11,76%	11,91%
<b>SOPORTE 2</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>12,02%</b>
<b>Nivel 1</b>	11,99%	11,66%	12,28%	12,22%	12,04%
<b>Nivel 2</b>	12,10%	12,05%	11,84%	11,90%	11,97%
<b>Nivel 3</b>	12,03%	11,07%	12,12%	12,18%	11,85%
<b>Nivel 4</b>	12,22%	12,73%	11,82%	12,14%	12,23%
<b>SOPORTE 3</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>11,69%</b>
<b>Nivel 1</b>	10,75%	11,87%	11,78%	12,08%	11,62%
<b>Nivel 2</b>	12,10%	11,80%	11,93%	11,80%	11,91%
<b>Nivel 3</b>	12,12%	10,79%	11,73%	12,01%	11,66%
<b>Nivel 4</b>	11,99%	12,00%	11,98%	10,25%	11,56%
<b>SOPORTE 4</b>	<b>Sección 1</b>	<b>Sección 2</b>	<b>Sección 3</b>	<b>Sección 4</b>	<b>11,91%</b>
<b>Nivel 1</b>	11,73%	13,39%	12,02%	11,85%	12,25%
<b>Nivel 2</b>	12,04%	11,95%	10,93%	12,23%	11,79%
<b>Nivel 3</b>	12,21%	10,14%	12,17%	11,75%	11,57%
<b>Nivel 4</b>	11,99%	12,04%	12,05%	12,05%	12,03%

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Para aplicar la prueba estadística se utilizaron las 16 muestras aleatorias seleccionadas con anterioridad, se planteó la siguiente información:

**Hipótesis:** H0, no existe diferencia significativa entre la humedad relativa de la muestra y la media establecida en 12%. H1 existe diferencia significativa entre la humedad relativa de la muestra y la media establecida en 12%

**Nivel de significancia:** se establece en 0,01; es decir un 99% de confiabilidad.

**Análisis de los datos:** datos cuantitativos, muestra menor a 30 elementos, presentan normalidad, se trata de un experimento de una muestra. La normalidad de los datos se comprueba por el método de Shapiro-Wilk.

**Selección de prueba estadística:** dada la naturaleza de los datos y la hipótesis propuesta se decidió utilizar una prueba t-students a dos colas para una muestra.

**Ejecución de la prueba:** En la Tabla 6-4 se muestran los datos recolectados de las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba t-students a dos colas.

**Tabla 6-4:** Prueba T-Students de la prueba N° 01

<b>Shapiro-Wilk:</b> prueba de normalidad					
Mean = 0,11493125000000001					
Threshold (p=0,01) = 0,843999981880188 --> HO accepted					
<b>T-Students:</b> una muestra					
<b>SUMMARY</b>			<b>Alpha</b>	<b>0,01</b>	
<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>
16	0,1149	0,00893218	0,00223304	-2,2630677	15
<b>T TEST</b>			<b>Hyp Mean</b>	<b>12%</b>	
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
<i>One Tail</i>	0,01944919	2,6024803			no
<i>Two Tail</i>	<b>0,03889838</b>	<b>2,94671288</b>	0,10836633	0,12152661	no

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

**Conclusión:** observando los datos obtenidos mediante la prueba de t-students a dos colas, se determinó que se acepta la hipótesis nula dado que, el p-value es mayor al nivel de significancia y el valor absoluto de t calculado es menor al valor de t crítico. Se pudo asegurar con el 99% de confiabilidad que no existe diferencia significativa entre la media de la muestra y el valor de 12%, en otras palabras, el producto cumplió con el requerimiento de humedad relativa.

#### 4.2.3.2. Prueba estadística N° 02

El procedimiento de la prueba estadística N°2 fue similar al anterior, difiere con la medición inicial y final del peso de todas las secciones, de aquí en adelante se seleccionaron 16 muestras aleatorias que fueron utilizadas para el control y verificación de humedad de todo el grupo. Las mediciones de pesos se realizaron todas las mañanas de 7AM a 8AM.

Se muestra en la Tabla 7-4 los datos iniciales y finales de las 16 muestras mencionadas, entre ellos los pesos de: muestra, masa seca, cantidad de agua, peso perdido y humedad relativa. El proceso se llevó a cabo del 13 a 16 de julio del presente año.

**Tabla 7-4:** Pesos iniciales y finales prueba N°02

Muestra	DIA 0			DIA 4		
	Peso (gr)	ms(gr)	ma(gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	RH%
1	510	249,9	260,1	283	227	12,54%
2	500	245,00	255	275	225	11,77%
3	506	247,94	258,06	277	229	11,34%
4	495	242,55	252,45	275	220	12,75%
5	507	248,43	258,57	280	227	12,10%
6	491	240,59	250,41	270	221	11,55%
7	501	245,49	255,51	278	223	12,64%
8	494	242,06	251,94	275	219	12,97%
9	509	249,41	259,59	277	232	10,71%
10	493	241,57	251,43	276	217	13,74%
11	505	247,45	257,55	281	224	13,18%
12	492	241,08	250,92	275	217	13,40%
13	500	245,00	255	274	226	11,33%
14	508	248,92	259,08	278	230	11,25%
15	490	240,10	249,9	276	214	14,39%
16	496	243,04	252,96	272	224	11,55%
<b>Promedio</b>	500	244,90	254,9	276	224	12,32%

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se observa en el Gráfico 8-4 el comportamiento del proceso N° 02 en los 4 días de ejecución, se observan los valores de humedad relativa y pesos perdidos por día. Así como la curva de tendencia de pérdida de humedad.



**Gráfico 8-4.** Comportamiento del proceso N° 02

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se aplicó el mismo tipo de prueba estadística que en el proceso N° 01 dado que la naturaleza de la hipótesis y de los datos son similares, se observa en la Tabla 8-4 los datos obtenidos de la misma.

**Tabla 8-4:** Prueba T-Students de la prueba N° 02

<b>Shapiro-Wilk:</b> prueba de normalidad					
Mean = 0,12325624999999998					
Threshold (p=0,01) = 0,843999981880188 --> HO accepted					
<b>T-Students:</b> una muestra					
<b>SUMMARY</b>			<b>Alpha</b>	<b>0,01</b>	
<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>
16	0,1233	0,01038563	0,00259641	1,25413683	15
<b>T TEST</b>			Hyp Mean	12%	
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
<b>One Tail</b>	0,1144925	2,6024803			no
<b>Two Tail</b>	<b>0,228985</b>	<b>2,9467129</b>	0,1156054	0,1309071	no

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Con el análisis de los datos obtenidos se pudo concluir con un 99% de confiabilidad que, no existe diferencia significativa entre la media de la muestra tomada del 13 al 16 de julio y el valor de 12 %, es decir, el grupo cumplió con el requerimiento de humedad relativa.

#### 4.2.3.3. Prueba estadística N° 03

El procedimiento de la prueba estadística N°03 se llevó a cabo de la misma manera que la prueba estadística N°02. Se seleccionaron 16 muestras aleatorias para la medición de pesos y se mantuvo

el horario para la medición de pesos. Se muestra en la Tabla 9-4 los datos iniciales y finales de las 16 muestras mencionadas, entre ellos los pesos de: muestra, masa seca, cantidad de agua, peso perdido y humedad relativa. El proceso se llevó a cabo del 20 a 23 de julio del presente año.

**Tabla 9-4:** Pesos iniciales y finales prueba N°03

Muestra	DÍA 0			DÍA 4		
	Peso (gr)	ms(gr)	ma(gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	RH%
1	507	248,43	258,57	276	231	12,34%
2	505	247,45	257,55	280	225	12,34%
3	496	243,04	252,96	273	223	10,82%
4	509	249,41	259,59	279	230	12,78%
5	506	247,94	258,06	277	229	11,04%
6	508	248,92	259,08	283	225	11,47%
7	508	248,92	259,08	279	229	10,61%
8	496	243,04	252,96	274	222	10,61%
9	497	243,53	253,47	273	224	12,01%
10	507	248,43	258,57	279	228	11,48%
11	505	247,45	257,55	277	228	11,70%
12	506	247,94	258,06	277	229	13,41%
13	510	249,90	260,10	280	230	13,10%
14	499	244,51	254,49	281	218	12,01%
15	496	243,04	252,96	272	224	12,79%
16	492	241,08	250,92	271	221	11,68%
<b>Promedio</b>	503	246,44	256,50	277	226	11,88%

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se observa en el Gráfico 9-4 el comportamiento del proceso N° 03 en los 4 días de ejecución, se observan los valores de humedad relativa y pesos perdidos por día. Así como la curva de tendencia de perdida de humedad.



**Gráfico 9-4.** Comportamiento del proceso N° 03

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se aplicó el mismo tipo de prueba estadística que en el proceso N° 01 dado que la naturaleza de la hipótesis y de los datos son similares, se observa en la Tabla 10-4 los datos obtenidos.

**Tabla 10-4:** Prueba T-Students de la prueba N° 03

<b>Shapiro-Wilk:</b> prueba de normalidad					
Mean = 0,11886875					
Threshold (p=0,01) = 0,84399981880188 --> HO accepted					
<b>T-Students:</b> una muestra					
<b>SUMMARY</b>			<b>Alpha</b>	<b>0,01</b>	
<b>Count</b>	<b>Mean</b>	<b>Std Dev</b>	<b>Std Err</b>	<b>t</b>	<b>df</b>
16	0,1189	0,0087098	0,0021775	<b>-0,519529</b>	15
<b>T TEST</b>			<b>Hyp Mean</b>	12%	
	<b>p-value</b>	<b>t-crit</b>	<b>lower</b>	<b>upper</b>	<b>sig</b>
One Tail	0,30548673	2,6024803			no
<b>Two Tail</b>	<b>0,61097345</b>	<b>2,94671288</b>	0,11245242	0,12528508	no

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Con el análisis de los datos obtenidos se pudo concluir con un 99% de confiabilidad que, no existe diferencia significativa entre la media de la muestra tomada del 20 a 23 de julio y el valor de 12 %, es decir, el grupo cumplió con el requerimiento de humedad relativa.

#### 4.2.3.4. Prueba estadística N° 04

El procedimiento de la prueba estadística N° 04 fue igual a la prueba estadística N°02, se seleccionaron 16 muestras aleatorias y se tomaron las medidas en el mismo horario establecido. Se muestra en la Tabla 11-4 los datos iniciales y finales de las 16 muestras mencionadas, entre ellos los pesos de: muestra, masa seca, cantidad de agua, peso perdido y humedad relativa.

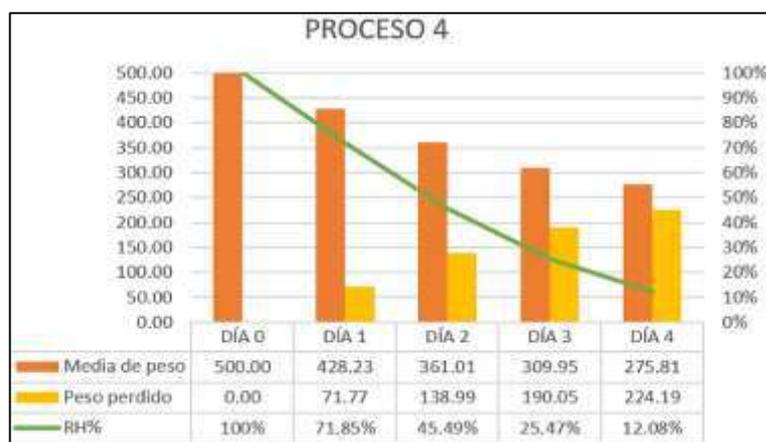
**Tabla 11-4:** Pesos iniciales y finales prueba N°04

<b>Muestra</b>	<b>DIA 0</b>			<b>DIA 4</b>		
	<b>Peso (gr)</b>	<b>ms(gr)</b>	<b>ma(gr)</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>P. Perdido (gr)</b>	<b>RH%</b>
<b>1</b>	501	245,49	255,51	277	224	12,21%
<b>2</b>	505	247,45	257,55	278	227	11,77%
<b>3</b>	492	241,08	250,92	270	222	11,45%
<b>4</b>	509	249,41	259,59	277	232	10,69%
<b>5</b>	501	245,49	255,51	275	226	11,67%
<b>6</b>	502	245,98	256,02	277	225	12,10%
<b>7</b>	506	247,94	258,06	277	229	11,45%
<b>8</b>	498	244,02	253,98	275	223	12,20%
<b>9</b>	493	241,57	251,43	271	222	11,66%

<b>10</b>	505	247,45	257,55	279	226	12,29%
<b>11</b>	496	243,04	252,96	278	218	13,74%
<b>12</b>	504	246,96	257,04	275	229	10,92%
<b>13</b>	501	245,49	255,51	277	224	12,31%
<b>14</b>	499	244,51	254,49	279	220	13,52%
<b>15</b>	493	241,57	251,43	276	217	13,86%
<b>16</b>	495	242,55	252,45	272	223	11,55%
<b>Promedio</b>	500	245,00	255,00	276	224	12,08%

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se observa en el Gráfico 10-4 el comportamiento del proceso N° 04 en los 4 días de ejecución, se observan los valores de humedad relativa y pesos perdidos por día. Así como la curva de tendencia de perdida de humedad.



**Gráfico 10-4.** Comportamiento del proceso N° 04

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Se aplicó el mismo tipo de prueba estadística que en el proceso N° 01 dado que la naturaleza de la hipótesis y de los datos son similares, se observa en la Tabla 12-4 los datos obtenidos de la misma.

**Tabla 12-4:** Prueba T-Students de la prueba N° 04

<b>Shapiro-Wilk:</b> prueba de normalidad					
Mean = 0,12086875					
Threshold (p=0,01) = 0,843999981880188 --> HO accepted					
<b>T-Students:</b> una muestra					
<b>SUMMARY</b>			<b>Alpha</b>	<b>0,01</b>	
<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>
16	0,1209	0,00928028	0,00232007	0,37444985	15
<b>T TEST</b>			Hyp Mean	12%	

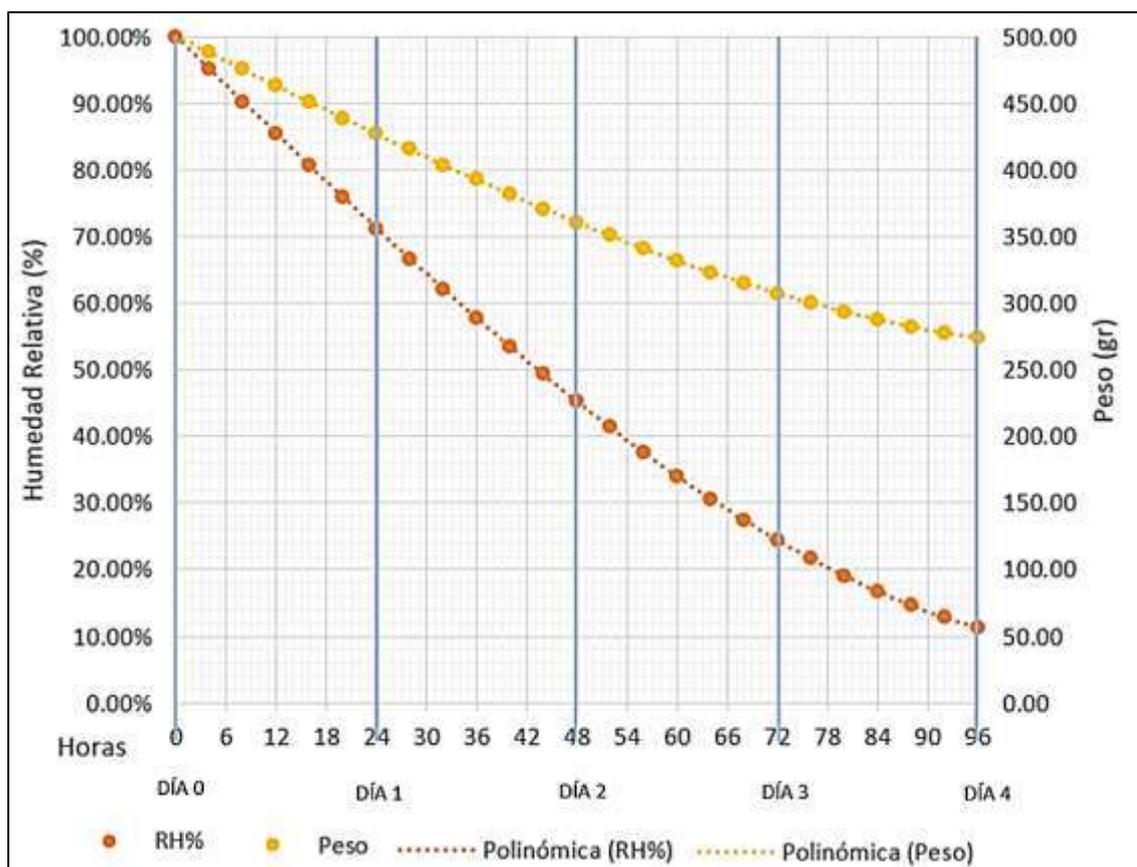
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>
<b>One Tail</b>	0,35665515	2,6024803			no
<b>Two Tail</b>	<b>0,7133103</b>	<b>2,9467129</b>	0,1140322	0,1277053	no

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Con el análisis de los datos obtenidos se pudo concluir con un 99% de confiabilidad que, no existe diferencia significativa entre la media de la muestra tomada del 27 a 30 de julio y el valor de 12%, es decir, el grupo cumplió con el requerimiento de humedad relativa.

#### 4.2.3.5. Comportamiento del proceso automatizado

Se tomaron en cuenta las medias de los valores de las 4 pruebas anteriores para obtener una curva de tendencia con una función polinómica de orden 3 con la ayuda de la herramienta Excel. Se puede observar en el Gráfico 11-4 las curvas de tendencia de pérdida de peso y humedad relativa en el proceso automatizado.



**Gráfico 11-4.** Curvas de tendencia proceso automatizado

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Toda la información recolectada para realizar estas pruebas se encuentra en el ANEXO I.

#### ***4.2.4. Reducción de tiempo y aumento de capacidad del proceso***

Para esta prueba se hizo una comparación entre la media del tiempo del proceso artesanal y la media del tiempo del proceso automatizado, se utilizaron los datos obtenidos en las pruebas realizadas con anterioridad, se estableció una media de tiempo de deshidratado de 8 y 4 días respectivamente. Se pudo concluir que el tiempo de deshidratación se ha reducido en un 50% de su valor original. Para obtener el porcentaje de aumento de capacidad se compara el volumen de romero procesado en el método artesanal y automatizado, siendo 10kg y 32kg respectivamente, se obtuvo un aumento en la capacidad de procesamiento de un 320%.

#### ***4.2.5. Funcionamiento del sistema de monitoreo***

##### ***4.2.5.1. Funcionamiento de la pantalla HMI***

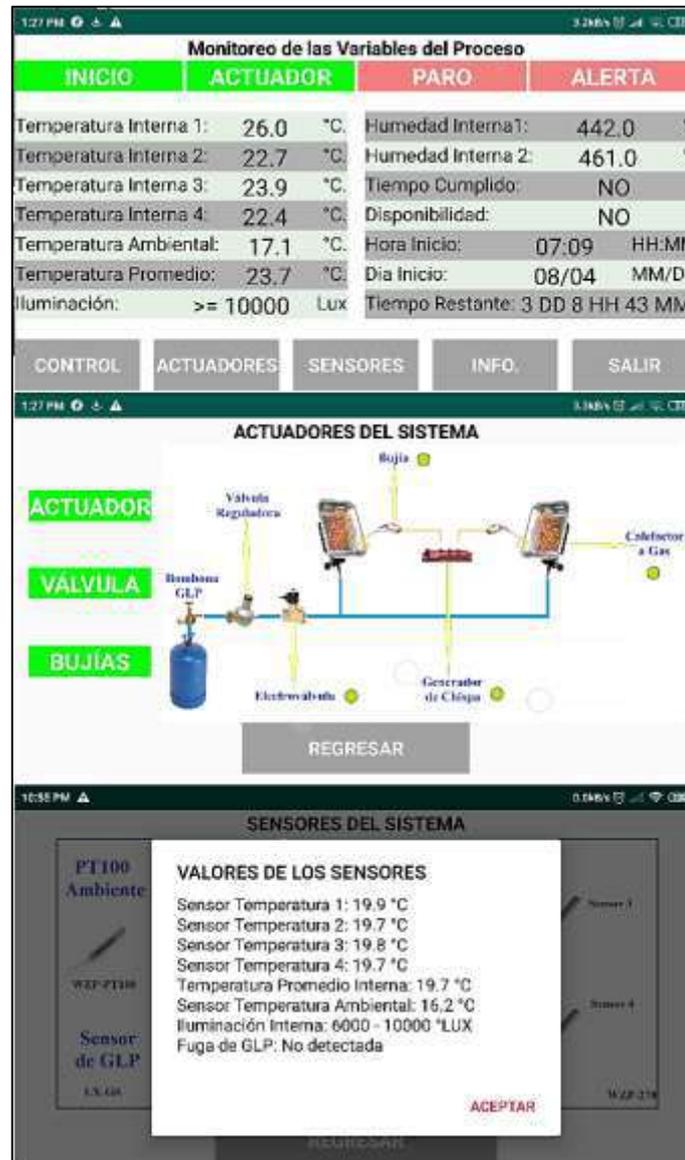
Con ayuda del operario encargado del proceso se verificaron 3 aspectos: que exista comunicación mediante Modbus comparando los valores de los registros de los sensores y de los estados del deshidratador con los valores obtenidos en el software de programación del PLC; se verificó la funcionalidad, comprobando el funcionamiento de todos los botones y registros desde la pantalla de control, así como la navegación entre pantallas mediante los botones ubicados en la parte inferior de las mismas, también se pueden utilizar los botones de un teclado conectado como periférico a la pantalla, comprobando al final la emisión de las alertas; finalizando con la verificación del tamaño de todas las variables, botones, objetos animados, títulos y demás, para su correcta visualización.

Con las pruebas realizadas se afirmó que la aplicación HMI cumple con la funcionalidad de control y monitoreo del proceso, es decir, cumplía con los requerimientos planteados y con las necesidades presentadas por el usuario. Posee una navegación y aplicación intuitiva, no requiere de ningún entrenamiento para su operación, los términos utilizados en las pantallas se encuentran a la par con la terminología de los operadores.

##### ***4.2.5.2. Funcionamiento de la aplicación móvil***

Para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación móvil se realizaron pruebas desde una red de internet diferente a la red implementada. Para ello se ejecutó la aplicación y se pasó por el registro de usuario, verificando el ingreso a la aplicación. Dentro del diseño no existe jerarquía de usuarios, al igual que el HMI se comprobó que la aplicación presenta una operación intuitiva para el usuario. Se procedió con la verificación de todos los botones destinados para

control y navegación entre ventanas, los registros de entrada, los registros visibles, los indicadores, y demás. En la Figura 7-4 se observan las pantallas de monitoreo, actuadores y sensores de la app.



**Figura 7-4.** Ejecución de la app de monitoreo

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Los datos obtenidos de las pruebas del sistema de monitoreo se encuentran en el ANEXO J.

#### 4.3. Determinación de consumo energético

Se puede observar en la Figura 8-4 dos medidas de tensión y corriente. Los datos de la primera parte son del consumo del tablero de control, con los respectivos sensores y actuadores y la raspberry. Los datos de la segunda parte son de los dispositivos de comunicación, es decir, router,

switch y antena. Se observaron una tensión de 108Vrms y una corriente de 0.88Arms y 0.36Arms respectivamente, en total una corriente de 1.24Arms. Se calcula la potencia con un factor de 1 y se obtiene un consumo de todo el sistema igual a 133.92W/hora, aproximadamente de 140W/hora cuando se encuentra el proceso en ejecución.



**Figura 8-4.** Determinación de consumo eléctrico

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

#### 4.4. Recursos y materiales

Se describe en la Tabla 13-4 los costos de los materiales utilizados para la implementación del proyecto, con un total de \$2323,50. Se ha utilizado software con licencias libres y de pago para el diseño y programación de los diferentes dispositivos.

**Tabla 13-4:** Costos de materiales

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	HMI Kinco 7"	\$205,00	\$205,00
1	PLC modicon TM221CE16R	\$355,00	\$355,00
1	Módulo 4 RTD TM3TI4	\$418,00	\$418,00
1	Raspberry Pi 3B+	\$85,00	\$85,00
1	Fuente de poder 24VDC 60W	\$38,00	\$38,00

1	Acondicionador de PT100 4-20mA	\$30,00	\$30,00
1	Sensor GLP Maviju	\$15,00	\$15,00
1	Sensor PT100 2 hilos	\$5,00	\$5,00
1	Sensor KY-018	\$2,50	\$2,50
4	Sensores PT100 WZP-270	\$15,00	\$60,00
2	Antenas Ubiquity	\$75,00	\$150,00
1	Router TP link	\$25,00	\$25,00
1	Switch TP link	\$10,00	\$10,00
1	Calefactor GLP 17000BTU	\$65,00	\$65,00
1	Calefactor GLP 12000BTU	\$40,00	\$40,00
1	Válvula reguladora de caudal	\$35,00	\$35,00
1	Electroválvula 1/4"	\$40,00	\$40,00
1	Kit de conexión mangueras de gas	\$15,00	\$15,00
1	Gabinete y complementos	\$150,00	\$150,00
1	Varios	\$150,00	\$150,00
4	Estructura mecánica	\$55,00	\$220,00
1	Licencias Software	\$200,00	\$200,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$2,323,50</b>

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

#### 4.5. Socialización del proyecto

Para difundir los beneficios que se han obtenido mediante este proyecto, se ha hecho un llamado a los habitantes del sector para socializar junto a ellos las características del deshidratador, a lo largo del mes de agosto se han ido acercando personas interesadas en la automatización del proceso de deshidratación. Así como también se han recibido propuestas para deshidratar otro tipo de plantas medicinales, entre ellas, hoja de capulí, hoja de tilo, tomillo, hoja de naranja, hoja de eucalipto, ruda, entre otras. Todas estas plantas cultivadas en la zona utilizadas para uso medicinal y venta. Se ha llevado un registro de quienes han acudido a conocer las instalaciones para corroborar la socialización del proyecto, la lista de personas se encuentra en el ANEXO K.

Se puede observar en la Figura 9-4 algunas de las personas que se han acercado a conocer las instalaciones y el procedimiento de deshidratación.



**Figura 9-4.** Socialización del proyecto

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

Dentro de la socialización se ha presentado también el producto terminado como se observa en la Figura 10-4. El romero se enfunda en bolsas de 55gr para la venta a \$1,50 en ventas al por menor y a \$1,10 en ventas al por mayor. El producto se expende tanto en el establecimiento como en centros ubicados en la parroquia de Santiago de Calpi y en la ciudad de Riobamba.



**Figura 10-4.** Producto terminado

Realizado por: Alvarez, Danilo, 2020

## CONCLUSIONES

- Se recolectó información acerca de métodos de deshidratación, sistemas de control y sistemas de monitoreo. Como resultado se ha establecido utilizar un deshidratador de tipo mixto que utilice energía solar y calefactores a base de gas para la generación de calor, que mantenga la temperatura dentro de un rango establecido mediante la implementación de un control ON/OFF, con una interfaz hombre máquina y una aplicación móvil para el monitoreo local y remoto de las variables y estados del proceso.
- Se establecieron los requerimientos del sistema, las dimensiones del diseño estructural de 4x0.5x2m de largo, profundidad y altura respectivamente, instalación eléctrica con protecciones y cableado necesario para la alimentación de los dispositivos seleccionados, control de temperatura entre 26°C a 28°C en el horario de 7AM a 5PM, un dispositivo sensor de GLP encargado de realizar un paro de emergencia del proceso en caso de detectar fugas de gas, humedad relativa del producto deshidratado mínima de 11% y máxima de 13% al finalizar el deshidratado, una red de área local inalámbrica en la ubicación del deshidratador y la implementación de notificaciones en HMI y aplicación móvil.
- Se definió el hardware y software necesario para la implementación del sistema. Para realizar el control: un PLC modicon M221 y un módulo de ampliación para 4 entradas de PT100, 4 sensores de temperatura WZP-270, un sensor de GLP con un MQ-3, 2 calefactores de GLP de 17K y 12K BTU respectivamente, una electroválvula y una válvula de regulación para gas, un generador de arco eléctrico y 2 bujías, y el software por defecto de modicon, somachine basic. Para el sistema de comunicación: 2 antenas ubiquity M2 con alcance de hasta 5 kilómetros, un switch y un router genéricos. Para el sistema de monitoreo: una pantalla kinco MT442, una raspberry pi 3B+, un sensor de temperatura WZP y un acondicionador de 4-20mA, un sensor de iluminación KY-18, y los programas: Thonny para raspbian, Kinco HMIware y Firebase como base de datos en la nube.
- Se diseñó e implemento los sistemas de control, comunicación y de monitoreo cumpliendo con los requerimientos establecidos. La temperatura interna del deshidratador se mantuvo entre 26°C y 28°C en el horario establecido, se obtuvo una humedad relativa del producto deshidratado entre 11% y 13% al cuarto día de proceso. Se estableció una red inalámbrica utilizada para el envío y recepción de datos del sistema de monitoreo, se implementó un HMI y una aplicación móvil para el monitoreo en tiempo real, así como las respectivas notificaciones de fuga de gas, tiempo de ejecución terminado, temperatura interna extraña y en el caso de la aplicación una notificación del estado del proceso cada 60 minutos.
- Se evaluó el funcionamiento de los sistemas en base a los requerimientos planteados mediante pruebas de t-students de una muestra con dos colas y se obtuvo: por cada 100gr de las muestras

romero tomadas después del proceso de deshidratación existen 51gr de agua, el tiempo de deshidratación del proceso automatizado comparado con el proceso artesanal disminuyo en un 50%, la capacidad por proceso aumento en un 320%, la humedad relativa del producto deshidratado no presenta diferencia significativa con la media del 12% con una confiabilidad del 99%, las pérdidas de producto son del 0% debido a decoloración. Se vinculó la utilización de las aplicaciones de monitoreo con el usuario obteniendo una mejor respuesta en la ejecución de las mismas, presentando eficiencia, eficacia y satisfacción, al ser de rápido aprendizaje, cubriendo los requerimientos del usuario y mejorando el trabajo del mismo.

- Se difundió los beneficios del sistema automatizado dentro de la comunidad, mediante la socialización del proyecto se determinaron nuevos posibles usuarios de este método de deshidratación y nuevas posibles plantas medicinales tratables con el sistema implementado, todas estas cultivadas en el sector por agricultores que viven dentro y fuera de la comunidad. Ampliando las aplicaciones del proyecto a corto y largo plazo.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda determinar fechas para la deshidratación de la materia prima, teniendo en cuenta la estación del año, clima y las temporadas de cosecha para obtener resultados similares a los obtenidos. La selección se deberá realizar para llevar a cabo el proceso en condiciones ambientales favorables para el mismo.

Se recomienda realizar la selección de hardware y software plasmando futuras ampliaciones que puedan darse para obtener un mejor rendimiento de los sistemas. Teniendo en cuenta la relación de beneficios y costos.

Para todos los dispositivos que posean grados de protección bajos, se recomienda instalarlos en cajas o gabinetes eléctricos con mayor grado de protección, con dimensiones suficientes para que la temperatura y humedad internas se encuentren dentro de los rangos recomendados por el fabricante.

Se recomienda manejar ciertos niveles de seguridad como accesos de usuario, para la aplicación HMI, aplicación móvil y base de datos, teniendo en cuenta que solo operarios puedan acceder al control de la planta y el resto de usuarios accedan al monitoreo de las variables.

Se recomienda implementar como trabajo a futuro sensores para realizar medidas de peso en ubicaciones estratégicas dentro del deshidratador para obtener una visualización del porcentaje de humedad relativa de las muestras y manejar el tiempo de deshidratación mediante estos valores.

## GLOSARIO

**Actuador:** dispositivo o elemento que incide sobre la variable detectada o provoca cambios de estado en la misma. (Mandado et al., 2009, p. 481)

**Controlador:** sistema o dispositivo central destinado a ejecutar una serie de instrucciones o pasos de un proceso mediante señales de salida, según las señales de entrada o estados del mismo. Equipo capaz de procesar y almacenar información para su seguido tratamiento. (Mandado et al., 2009, p. 3)

**Modbus:** protocolo de comunicación implementado por la compañía Modicon, se establece en la capa de aplicación del modelo OSI y funciona en conjunto con protocolos de ciertas capas inferiores, se conoce como un protocolo de red industrial ethernet. (Mandado et al., 2009, p. 706)

**Sensor:** dispositivo encargado de generar una señal a partir de un tipo de energía encontrada en el medio, utilizado para ampliar para percibir magnitudes físicas o químicas que no son perceptibles por los sentidos. (Pallás, 2005, p. 3)

## BIBLIOGRAFÍA

**ALMADA, Martín; et al.** *Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes* [en línea]. Asunción-Paraguay: UNESCO, 2005. [Consulta: 19 julio 2019]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156206>

**ALZATE, Edwin; et al.** “Medición de temperatura: sensores termoelectricos”. *Scientia et Technica* [en línea], 2007, (Colombia) 1(34), pp. 1-6, [Consulta: 24 octubre 2019], ISSN 2344-7214. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5509>

**ÁVILA, Raúl; et al.** “Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): una revisión de sus usos no culinarios”. *Ciencia y Mar* [en línea], 2011, (México) 15(43), pp. 23-36, [Consulta: 14 octubre 2019], ISSN 1665-0808, Disponible en: <https://n9.cl/n9q6>

**BARRAGÁN, Andrés; et al.** “Diseño de una aplicación adaptativa para monitoreo remoto a través de tecnologías móviles”. *Redes de Ingeniería* [en línea], 2010, (Colombia) 1(1), pp. 43-53, [Consulta: 27 octubre 2019], Disponible en: <https://doi.org/10.14483/2248762X.7149>

**BECERRIL, Diego.** *Instalaciones Eléctricas Prácticas*. 12va ed. México: Diego Onesimo Becerril López, 2005. ISBN 978-970-92818-0-4, pp. 69-114

**BERRUETA, Victor.** “Participación campesina en el diseño y construcción de un secador solar para café”. *Agrociencia* [en línea], 2003, (México) 37(1), pp. 95-106, ISSN 1405-3195, Disponible en: <https://n9.cl/j7y6b>

**ESPINOZA, Jaime.** “Innovación en el deshidratado solar”. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* [en línea], 2016, (Chile) 24(especial), pp.72-80, ISSN 0718-3305, Disponible en: <https://n9.cl/n2k9v>

**GUZMÁN, D; & CASTAÑO, V.** “La lógica difusa en ingeniería: principios, aplicaciones y futuro”. *Revista de Ciencia y Tecnología* [en línea], 2006, (México) 24(2), pp.87-107, ISSN 2215-5708, Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2640>

**HERNÁNDEZ, V. M.; & ALVARADO M. B.** “Control on-off de temperatura y potencia para el mejoramiento de las condiciones de procesos asistidos con microondas”. *INGE CUC* [en línea], 2017, (Colombia) 13(2), pp. 53-59, ISSN 0122-6517, Disponible en: <https://n9.cl/f601>

**HIMMELBLAU, David.** *Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química*. 6ta ed. México: Prentice Hall, 1997. ISBN 968-880-802-4, pp. 338-343

**INCA, Alex; & OÑATE, Karolina.** Diseño y construcción de un secador experimental para sólidos con control de flujo y temperatura de aire (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] ESPOCH, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba-Ecuador.2019. pp. 13-25. [Consulta: 2019-07-17]. Disponible en: <https://n9.cl/x79t>

**MANDADO, Enrique.; et al.** *Automatas programables y sistemas de automatización / PLC and Automation Systems* [en línea]. Barcelona-España, 2009. [Consulta: 25 octubre 2019]. Diponible en: <https://n9.cl/kv1b>

**MOYA, Fransisco; & JARDINES, José.** “La medicina tradicional en las universidades médicas”. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* [en línea], 1997, (Cuba) 2(1), pp. 35-41, ISSN 1028-4796, Disponible en: <https://n9.cl/fu0a>

**MUÑOZ, Fernando.** *Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado*. 4ta ed. Madrid-España: Mundi-Prensa libros, 2002. ISBN 978-84-7114-624-3, pp. 265-312

**NEC-11.** Instalaciones Electromecánicas

**NTE INEN 2392.** Hierbas aromáticas. Requisitos

**OGATA, Katsuhiko.** *Ingeniería de Control Moderna*. 5ta ed. Madrid-España: Prentice Hall, 2010. ISBN 978-84-8322-660-5, pp. 567-577

**PALLÁS, Ramón.** *Sensores y Acondicionadores de Señal*. 4ta ed. Barcelona España: Marcombo, 2005. ISBN 978-84-267-1344-5, pp. 11-233

**SNI.** *Diagnóstico Parroquial De Calpi* [en línea]. Riobamba-Ecuador: SNI, 2015a. [Consulta: 23 octubre 2019]. Diponible en: <https://n9.cl/xjin>

**SNI.** *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia de Santiago de Calpi 2015-2025*. Riobamba-Ecuador: SNI, 2015b. [Consulta: 25 octubre 2019]. Disponible en: <https://n9.cl/8ld0>

**STALLINGS, William.** *Comunicaciones y Redes de Computadores*. 6ta ed. Madrid-España: Prentice Hall, 2005. ISBN 978-0-13-191835-1, pp. 7-119

**VALDÉS, Fernando; & PALLÁS, Ramón.** *Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC*. Barcelona-España: Marcombo, 2007. ISBN 84-267-1414-5, pp. 11-80

**VERA, Carlos; & et al.** "Acople de sensores en la medición de variables ambientales usando tecnología ZigBee". *Scientia Et Technica [en línea]*, 2014, (Colombia) 19(4), pp.419-424, ISSN 0122-1701, Disponible en: <https://n9.cl/3w38l>



Recibe electrónicamente por:  
**JHONATAN RODRIGO  
PARREÑO UQUILLAS**



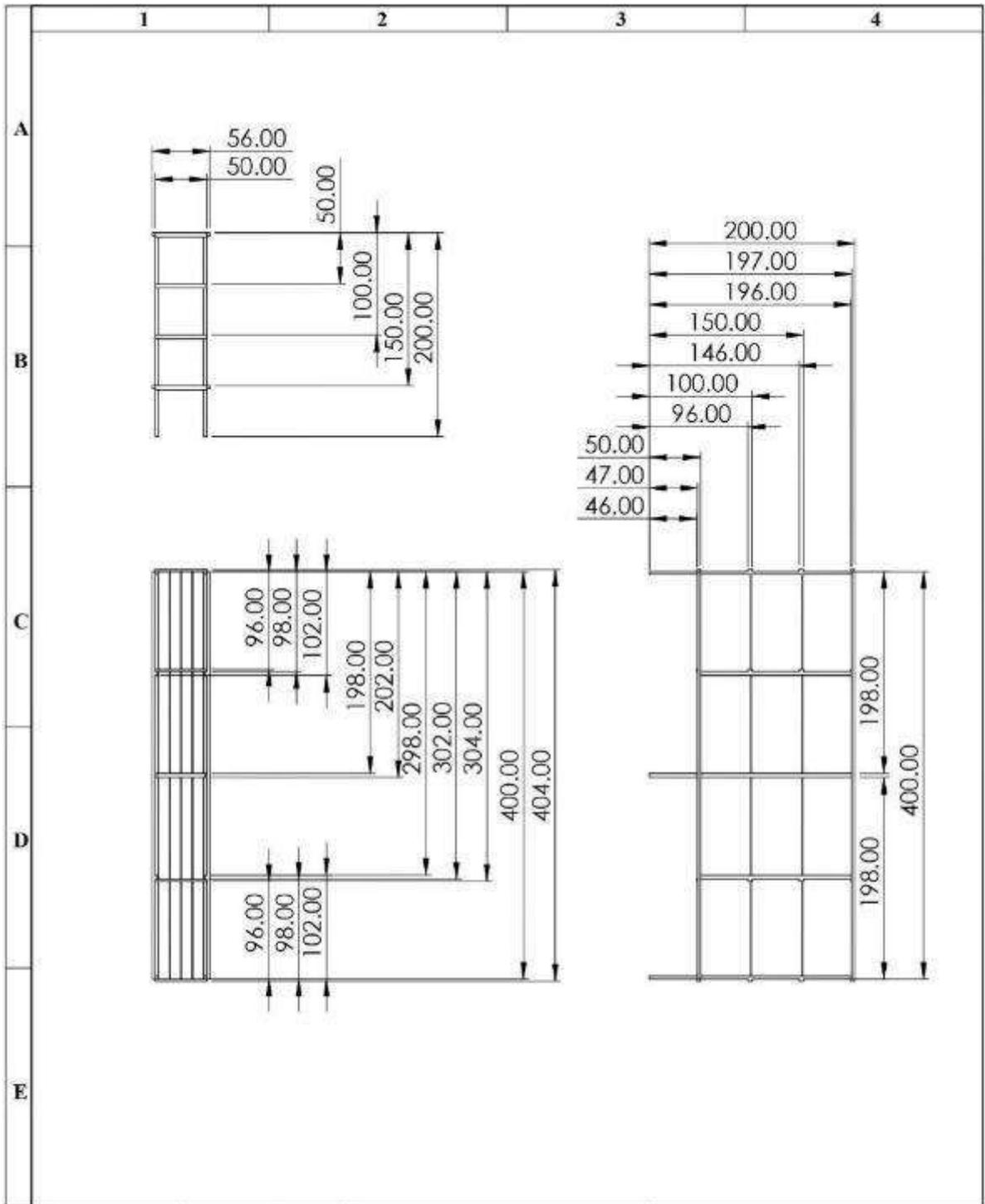
23/10/2020  
0416-DBRAI-UPT-2020

## **ANEXOS**

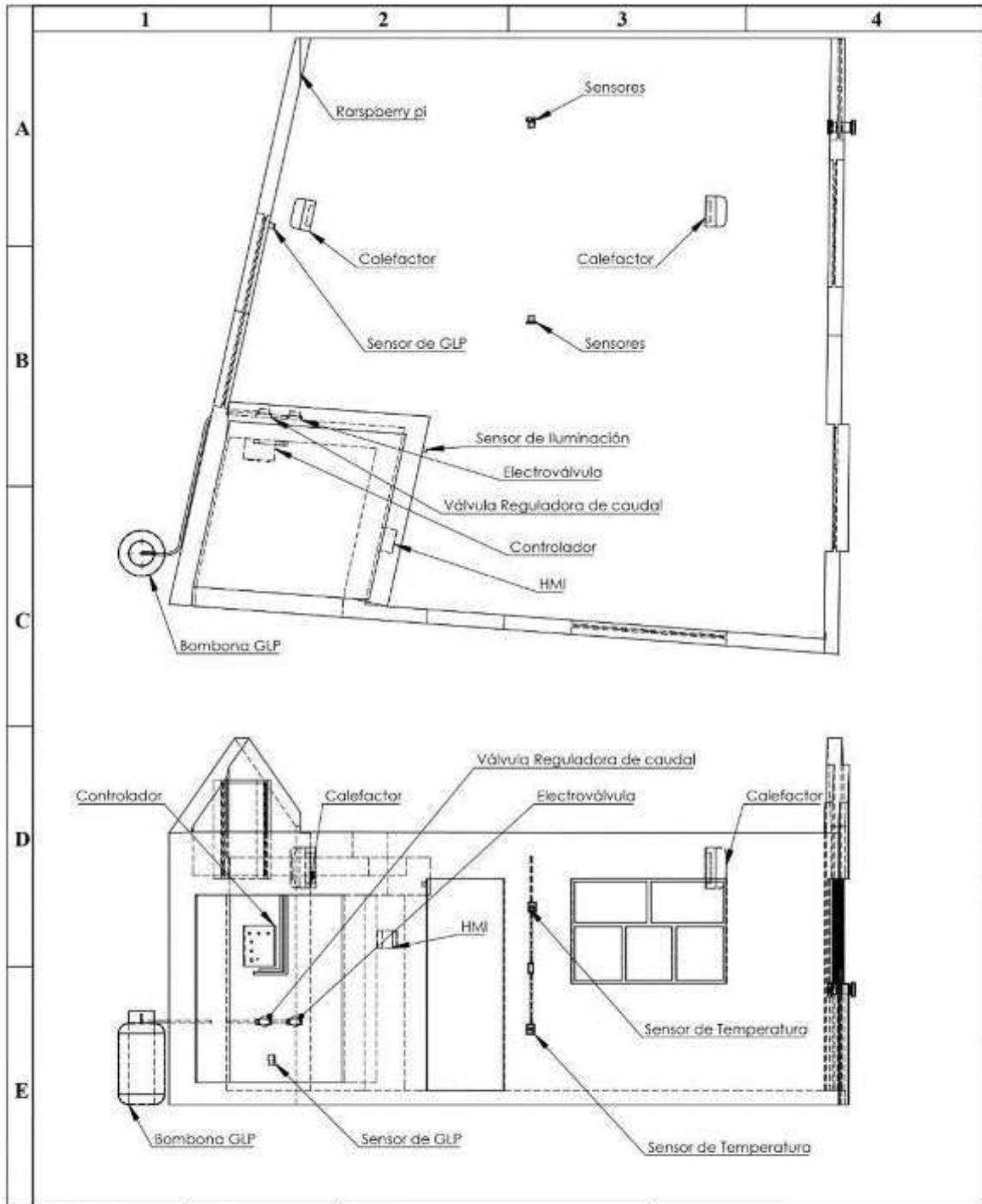
### **ANEXO A: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PLANTA DESHIDRATADORA**

Lámina 1: Estructura de soporte para el romero

Lámina 2: Ubicación de los elementos en la planta deshidratadora

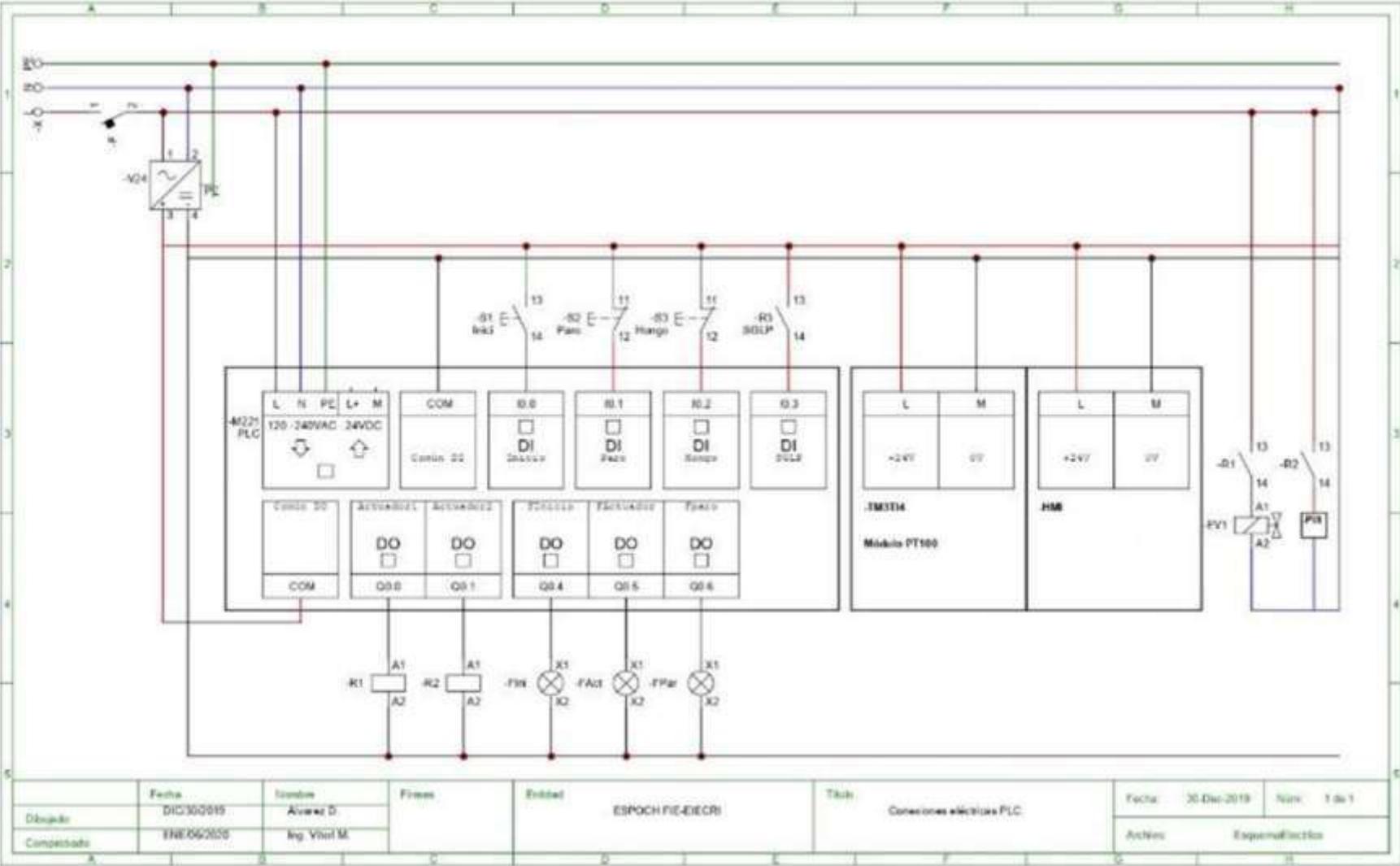


N° Lámina: 01		N° Hojas: 1 de 2		Proyecto:		<b>ESPOCH FIE - EIECRI</b>			
Sustitución: --		"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE ROMERO AUTOMATIZADA CON MONITOREO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE GAUSHI-RIOBAMBA"							
<b>Datos</b>	<b>Nombre:</b>					<b>Firma:</b>	<b>Fecha:</b>	Materiales:  Acero galvanizado, perfiles de acero cuadrados y madera	
<b>Proyectó</b>	Alvarez Danilo		20/Ene/2020	Denominación:  Soporte para romero					
<b>Dibujó</b>	Alvarez Danilo		25/Ene/2020						
<b>Revisó</b>	Ing. Viteri Marco A.		15/May/2020						
<b>Aprobó</b>	Ing. Viteri Marco A.		15/May/2020						

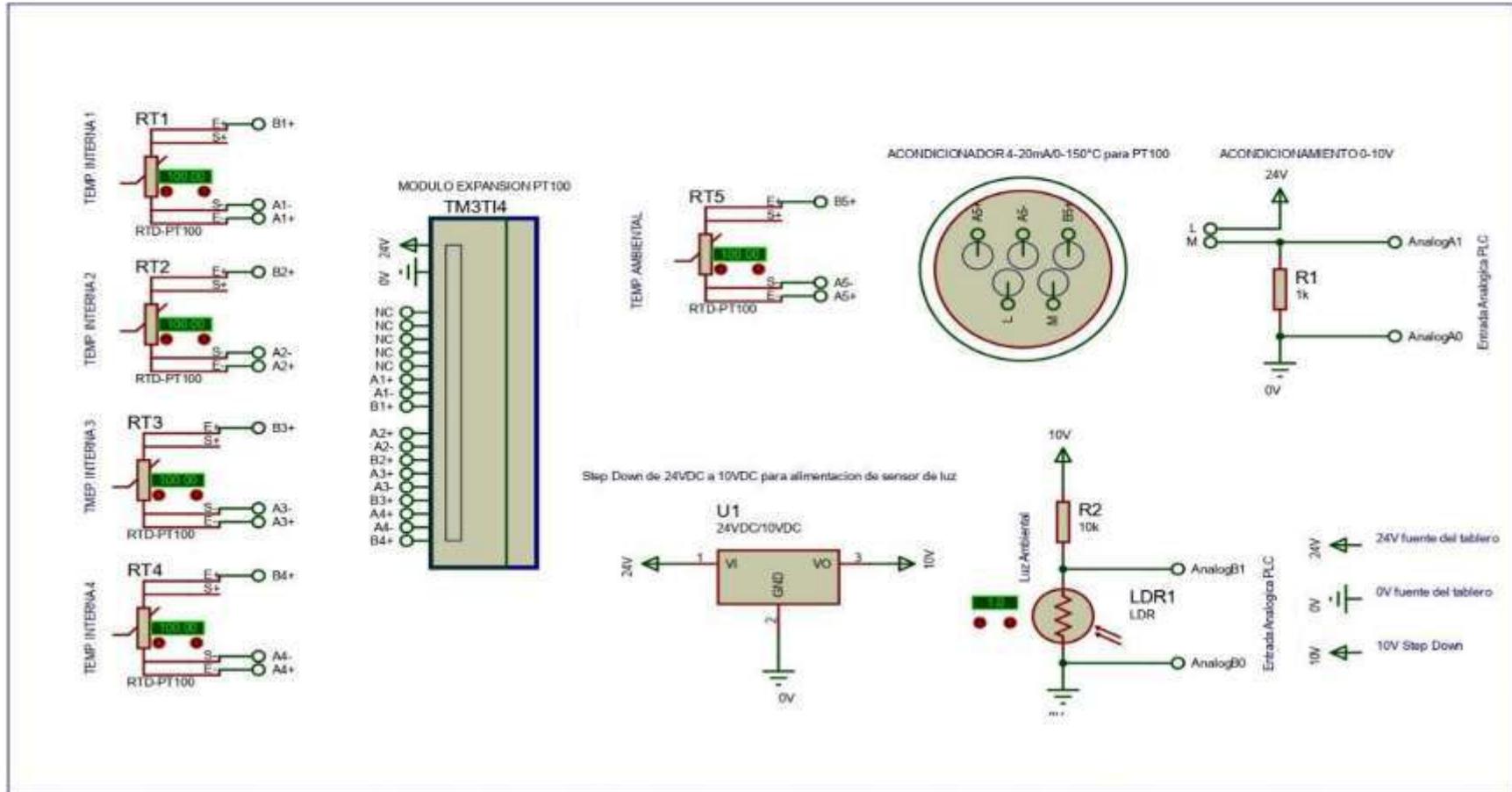


N° Lámina: 01		N° Hojas: 2 de 2		Proyecto:		<b>ESPOCH FIE - EIECRI</b>			
Sustitución: --				"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DESHIDRATADORA DE ROMERO AUTOMATIZADA CON MONITOREO MEDIANTE APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE GAUSHI-RIOBAMBA"					
Datos	Nombre:	Firma:	Fecha:			Materiales: --		--	--
Proyecto	Alvarez Daulto		20/Ene/2020	Deominación: <b>Ubicación de elementos</b>					
Dibujó	Alvarez Daulto		25/Ene/2020						
Revisó	Ing. Vilier Mareo A.		15/May/2020						
Aprobó	Ing. Vilier Mareo A.		15/May/2020						

**ANEXO B: ESQUEMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL TABLERO**



## ANEXO C: ESQUEMA DE CONEXIONES DE SENSORES



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ENTIDAD	TÍTULO
DIBUJADO	21/DIC/2019	Alvarez D.		ESPOCH-FIE-EIECRI	Esquema de conexión de sensores
REVISADO	06/ENE/2020	Ing. Viteri M.			

## ANEXO D: PROGRAMACIÓN DEL PLC Y LISTA DE SÍMBOLOS

**POU**

**Tarea maestra**

**1 - Nuevo POU**

Tarea maestra

Rung0

**Comentario:** lectura de sensores de temperatura (PT100)

	%MW100 := %MW10
	-
	%MW102 := %MW11
	-
	%MW104 := %MW12
	-
	%MW106 := %MW13
	-
	1
	-
	2
	-
	3
	-

**Legenda:**

```

1 %MW108 := ( %IWD10 * 5 ) / 4 - 500
2 %MW110 := ( %IWD11 * 10 ) / ( 100 - %IWD11 / 10 )
3 %MW112 := ( ( %MW100 + %MW102 ) + %MW104 ) + %MW106 ) / 4
    
```

**Variables utilizadas:**

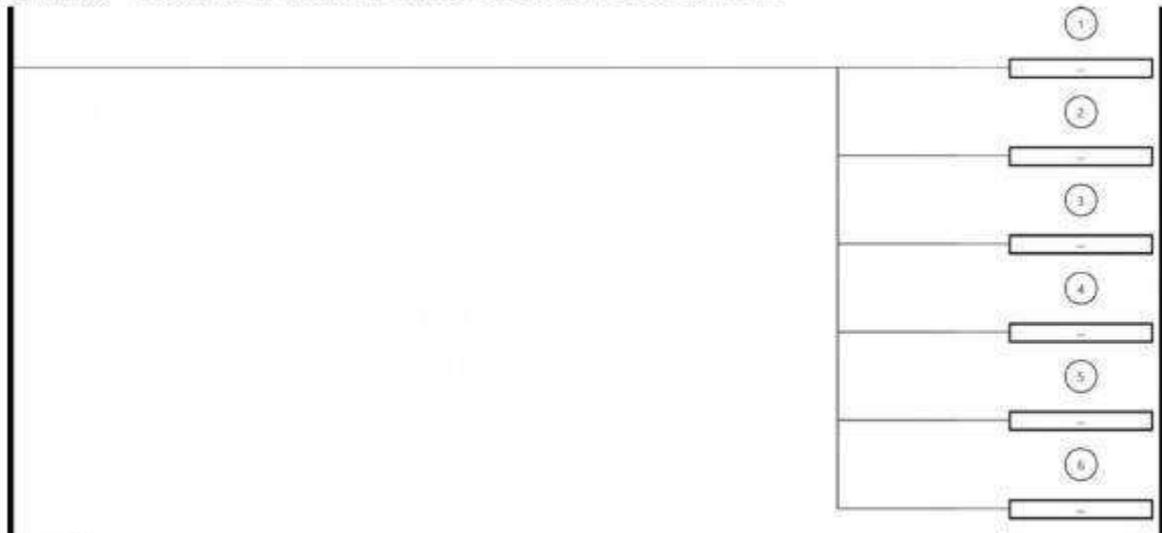
%IWD10	STEMP1
%IWD11	STEMP2
%IWD12	STEMP3
%IWD13	STEMP4
%MW100	TEMP1
%MW102	TEMP2
%MW104	TEMP3
%MW106	TEMP4
%MW108	TAMBIENTAL
%MW110	RLDR
%MW112	TINTERNA

---

DANILO FERNANDO, ALVAREZ TORRANO      Nombre del proyecto: Deshidratador de Romero  
 Gerónimo Carrión y Av. Antonio José de Sucre, 060150, Riobamba,      08/09/2020 - 02:14  
 Chimborazo, Ecuador      13/24  
 +593022366315 - +593961053672 - danilo.alvarezt@esPOCH.edu.ec

**Rung1**

**Comentario:** Cálculo de las variables de control, temperaturas, tiempos y alarmas



**Leyenda:**

- 1.  $ANW128 := (AND114 + AND116) * 10$
- 2.  $ANW130 := (AND114 - AND116) * 10$
- 3.  $STN1.P := ANW118 * 60$
- 4.  $ANW132 := STN1.P - STN1.V$
- 5.  $ANW138 := ANW134 * 10$
- 6.  $ANW140 := ANW136 * 10$

**Variables utilizadas:**

ANW118	DESHIDRATADO
ANW128	TEMPMAX
ANW130	TEMPMIN
ANW132	TRESTANTE
ANW134	TALERTAMAX
ANW136	TALERTAMIN
ANW138	TAMAX
ANW140	TAMIN
STN1.P	TEJECUCION.P
STN1.V	TEJECUCION.V

### Rung2

Comentario: Almacenamiento de hora y día de inicio



#### Variables utilizadas:

%I0.0 INICIO  
%M10 INICIOHMI  
%MW120 HMMH  
%MW122 MMDDI  
%SW51 SW\_RTCHEMM  
%SW52 SW\_RTCMDD

RTC Function: contains in BCD HMMH: hour and minute  
RTC Function: contains in BCD MMDD: month and day

### Rung3

Comentario: cálculo de el rango de horas de ejecución

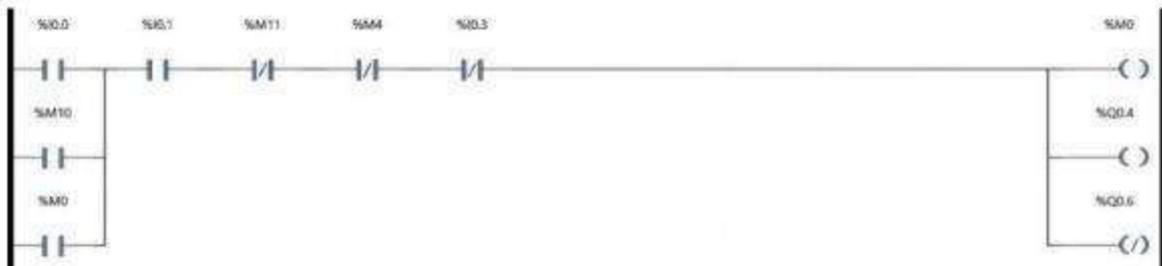


#### Variables utilizadas:

%M8 RANGOHORA  
%SW51 SW\_RTCHEMM

RTC Function: contains in BCD HMMH: hour and minute

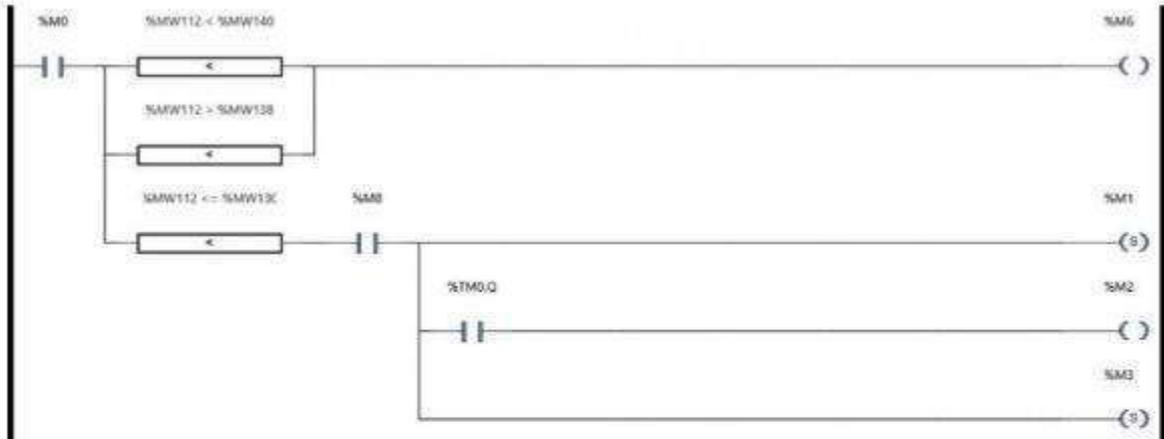
### Rung4



#### Variables utilizadas:

%I0.0 INICIO  
%I0.1 PARO  
%I0.3 SGLP  
%M0 INICIO  
%M4 TCUPLICO  
%M10 INICIOHMI  
%M11 PAROHMI  
%Q0.4 FINICIO  
%Q0.6 PARO

### Rung5



#### Variables utilizadas:

%M0	INICIO
%M1	MELECTROVALVULA
%M2	%PILOTO
%M3	%ACTUADOR
%M6	ALERTATEND
%M8	%RANGOCORA
%MW112	%TINTERNA
%MW138	%TEMPMIN
%MW140	%TEMPMAX
%M0.Q	%PILOTO.Q

### Rung6

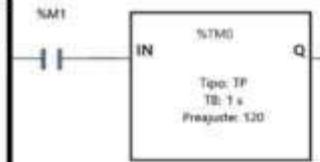


#### Variables utilizadas:

%M0	INICIO
%M1	MELECTROVALVULA
%M3	%ACTUADOR
%M8	%RANGOCORA
%MW112	%TINTERNA
%MW128	%TEMPMAX

### Rung7

**Comentario:** Se asigna un tiempo de ejecución para el piloto de arco eléctrico



#### Variables utilizadas:

SM1            ELECTROVALVULA  
STM0          TIPOLO

### Rung8

**Comentario:** El tiempo de ejecución solo se cuenta con el proceso iniciado y la hora dentro del rango establecido.



#### Variables utilizadas:

SM6            CUMPLIDO  
SM0            RANGHORA  
STM1          TRUCCION

### Rung9

**Comentario:** Reinicio de la variable de tiempo cumplido cuando se ejecuta un nuevo proceso



#### Variables utilizadas:

SM0.0        INICIO  
SM4            CUMPLIDO  
SM10         INICIOHMT

### Rung10

Comentario: Reinicio de las variables de día y hora iniciales



#### Variables utilizadas:

%I.1	PARO
%M4	TCUMPLIDO
%M11	PAROSMI
%MW120	HHMMI
%MW122	MMDDI

### Rung11



#### Variables utilizadas:

%I.3	SGLF
%M7	ALERTAGLF

### Rung12



#### Variables utilizadas:

%M0	MINICIO
%M5	DISPONIBLE

### Rung13



#### Variables utilizadas:

%M1	MELECTROVALVULA
%Q0.0	ELECTROVALVULA

### Rung14



#### Variables utilizadas:

%M2	NPILOTO
%Q0.1	PILOTO

Rung15

SM3

SC05



Variables utilizadas:

ME3	FACTUADOR
kg0.5	FACTUADOR

## SÍMBOLOS

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	910.0	INICIO	
X	910.1	PARO	
X	910.2	WONGG	
X	910.3	SGLP	
X	9100.0	STEMPA	
X	9100.1	SL0S	
X	9101.0	STEMP1	
X	9101.1	STEMP2	
X	9101.2	STEMP3	
X	9101.3	STEMP4	
X	9M0	MINICIO	
X	9M1	MELCETROVALVULA	
X	9M2	MPILOTO	
X	9M3	MACTUADOR	
X	9M4	INCUMPLIDO	
X	9M5	DISPONIBLE	
X	9M6	ALERTATEMP	
X	9M7	ALERTAGLP	
X	9M8	RANGCHORA	
X	9M10	INICIOHMI	
X	9M11	PAROHMI	
X	9MW100	TEMP1	
X	9MW102	TEMP2	
X	9MW104	TEMP3	
X	9MW106	TEMP4	
X	9MW108	TAMBIENTAL	
X	9MW110	RLCR	
X	9MW112	TINTERNA	
X	9MW114	CONSIGNA	
X	9MW116	HISTERESIS	
X	9MW118	TRESHIDRATADO	
X	9MW120	RHMHI	
X	9MW122	MPCDI	
X	9MW128	TENDMAX	
X	9MW130	TENDMIN	
X	9MW132	TRESTANTE	
X	9MW134	TALERTAMAX	
X	9MW136	TALERTAMIN	

## ANEXO E: DESCRIÇÃO DE INTERFACES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

**MULTILASER**
Select Language ▾
 **Advanced**

### Definições rápida

#### Tipo de ligação à Internet

PPTPoE   
  IP dinâmico   
  IP estático

Endereço IP da WAN:	<input type="text" value="192.168.1.102"/>
Máscara de sub-rede:	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Gateway predefinido:	<input type="text" value="192.168.1.1"/>
DNS principal:	<input type="text" value="8.8.8.8"/>
DNS secundário:	<input type="text" value="8.8.8.8"/>

Se o seu ISP tiver fornecido um endereço IP fixo, escolha a opção Endereço IP estático.

#### Definições sem fios

SSID:	<input type="text" value="WIFI"/>
Avançada:	<input type="radio"/> Desativar <input checked="" type="radio"/> Habilitar
Senha:	<input type="text" value="12341234"/> <small>(Introduza entre 8 e 63 caracteres.)</small>

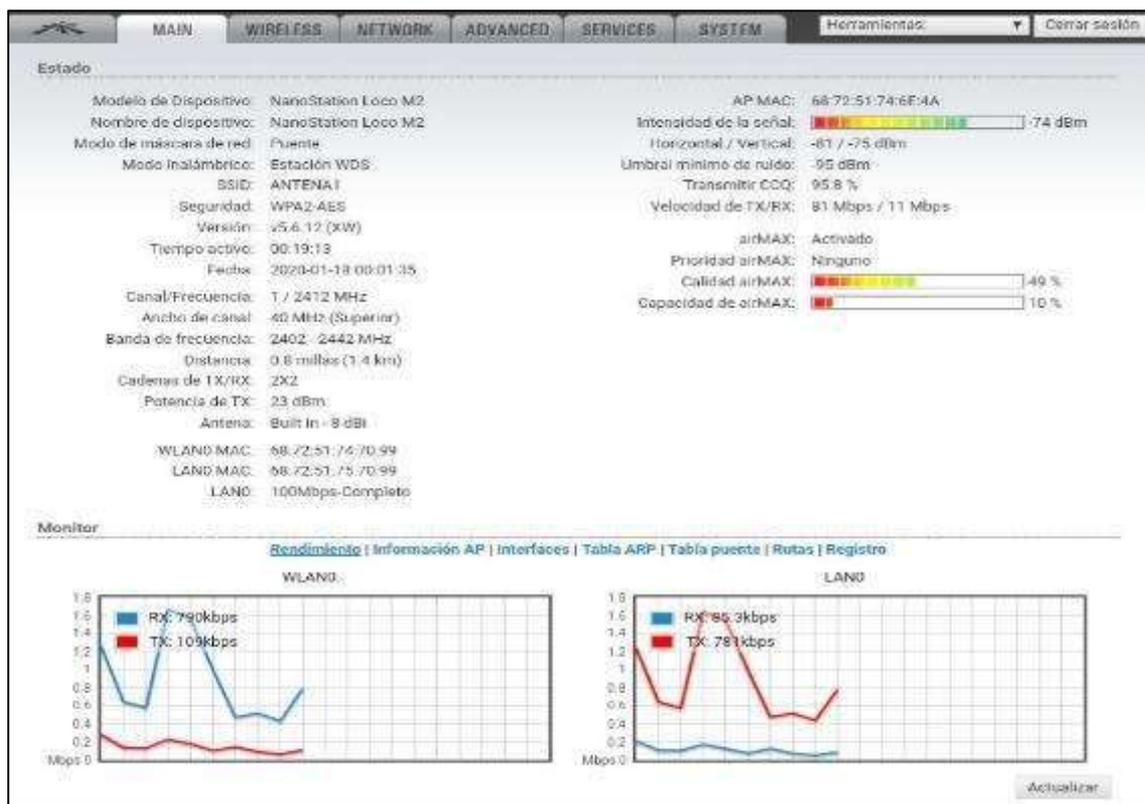
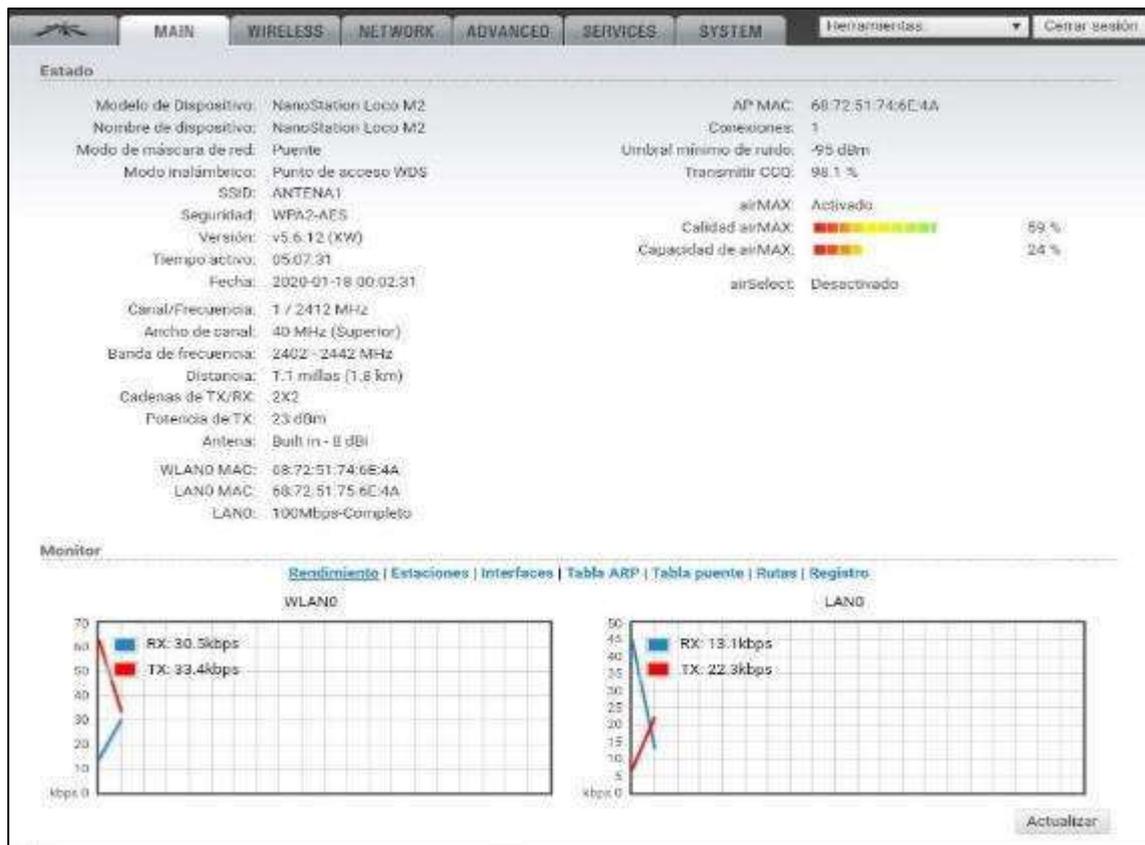
**MULTILASER**

RE057

- Estado
  - Estadísticas
  - Interface
  - Host da Lan
  - Registro do sistema
  - Ferram diagnóstico
- Rede
- Sem fios
- Controle do acesso
- Encaminhamento
- Ferramentas sistema

Select Language ▾

WAN	
Tipo de ligação:	Estático IP
Endereço MAC:	00-72-63-20-34-43
Endereço IP:	192.168.1.102
Máscara de sub-rede:	255.255.255.0
Gateway predefinido:	192.168.1.1
DNS principal:	8.8.8.8
DNS secundário:	8.8.8.8
Hora da ligação:	0 Dias 0 Horas 0 Minutos 55 Segundos
Estado da ligação:	Conectado <input type="button" value="Interromper ligação"/>
LAN	
Endereço MAC:	00-72-63-20-34-42
Endereço IP:	192.168.0.1
Máscara de sub-rede:	255.255.255.0
Servidor DHCP:	Ativar
Sem fios 2.4G	
Estado sem fios:	Ativar
SSID:	WIFI
Modo de rádio:	AP
Tipo de autenticação:	WPA/WPA2-PSK
Canal:	6
Endereço MAC:	00-72-63-20-34-42
Estado WPS:	Desativar



## ANEXO F: CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN

### Programación en Python:

```
import threading
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
from firebase_admin import db
from pymodbus.client.sync import ModbusTcpClient
cred =
credentials.Certificate('/home/pi/Programacion/monitoringgashi.json')
client = ModbusTcpClient('192.168.0.110')
firebase_admin.initialize_app(cred, {
    'databaseURL': 'https://monitoringgashi.firebaseio.com/'})
FVerdeDB = db.reference('fverde')
FRojoDB = db.reference('frojo')
FActuadorDB = db.reference('factuador')
DisponibilidadDB = db.reference('disponibilidad')
HoraInicioDB = db.reference('horainicio')
DiaInicioDB = db.reference('diainicio')
TiempoCumplidoDB = db.reference('tiempocumplido')
AlertaDB = db.reference('alerta')
AlertaGLPDB = db.reference('alertaglp')
InicioHMIDB = db.reference('iniciohmi')
ParoHMIDB = db.reference('parohmi')
TiempoEjecucionDB = db.reference('tiempoejecucion')
ConsignaDB = db.reference('consigna')
HisteresisDB = db.reference('histeresis')
Temp1DB = db.reference('temp1')
Temp2DB = db.reference('temp2')
Temp3DB = db.reference('temp3')
Temp4DB = db.reference('temp4')
TAmbientalDB = db.reference('tambiental')
IluminacionDB = db.reference('iluminacion')
TinternaDB = db.reference('tinterna')
TRestanteDB = db.reference('trestante')
TAminDB = db.reference('tamin')
TAmazDB = db.reference('tamaz')
def FireBaseData():
    while True:
        InicioHMI = InicioHMIDB.get()
        client.write_coil(10, InicioHMI)
        ParoHMI = ParoHMIDB.get()
        client.write_coil(11, ParoHMI)
```

```
Consigna = client.read_holding_registers(114, unit= 0x01)
ConsignaDB.set(float(Consigna.registers[0]))
Histeresis = client.read_holding_registers(116, unit= 0x01)
HisteresisDB.set(float(Histeresis.registers[0]))
TiempoEjecucion= client.read_holding_registers(118, unit=
0x01)
TiempoEjecucionDB.set(float(TiempoEjecucion.registers[0]))
TAmin= client.read_holding_registers(132, unit= 0x01)
TAminDB.set(float(TAmin.registers[0]))
TAmaz = client.read_holding_registers(136, unit= 0x01)
TAmazDB.set(float(TAmaz.registers[0]))
FVerde = client.read_coils(0,1)
FVerdeDB.set(FVerde.bits[0])
FRojoDB.set(FVerde.bits[0])
FActuador = client.read_coils(3,1)
FActuadorDB.set(FActuador.bits[0])
TiempoCumplido = client.read_coils(4,1)
TiempoCumplidoDB.set(TiempoCumplido.bits[0])
Alerta = client.read_coils(6,1)
AlertaDB.set(Alerta.bits[0])
Disponibilidad = client.read_coils(5,1)
DisponibilidadDB.set(Disponibilidad.bits[0])
HoraInicio = client.read_holding_registers(120, unit= 0x01)
HoraInicioDB.set(float(HoraInicio.registers[0]))
DiaInicio = client.read_holding_registers(122, unit= 0x01)
DiaInicioDB.set(float(DiaInicio.registers[0]))
def ModbusData():
    while True:
        Temp1 = client.read_holding_registers(100, unit= 0x01)
        Temp1DB.set(float(Temp1.registers[0])/10)
        Temp2 = client.read_holding_registers(102, unit= 0x01)
        Temp2DB.set(float(Temp2.registers[0])/10)
        Temp3 = client.read_holding_registers(104, unit= 0x01)
        Temp3DB.set(float(Temp3.registers[0])/10)
        Temp4 = client.read_holding_registers(106, unit= 0x01)
        Temp4DB.set(float(Temp4.registers[0])/10)
        TAmbiental = client.read_holding_registers(108, unit= 0x01)
        TAmbientalDB.set(float(TAmbiental.registers[0])/10)
        Iluminacion = client.read_holding_registers(110, unit= 0x01)
        IluminacionDB.set(float(Iluminacion.registers[0])/10)
        Tinterna = client.read_holding_registers(112, unit= 0x01)
        TinternaDB.set(float(Tinterna.registers[0])/10)
```

```
TRestante = client.read_holding_registers(132,unit= 0x01)
TRestanteDB.set(float(TRestante.registers[0]))
AlertaGLP = client.read_coils(0,7)
AlertaGLPDB.set(AlertaGLP.bits[0])
hilo2.start()

hilo1 = threading.Thread(target=FireBaseData)
hilo2 = threading.Thread(target=ModbusData)
hilo1.start()
```

### Creación de ejecutable en el fichero Crontab:

```
# Edit this file to introduce tasks to be run by cron.
#
# -Each task to run has to be defined through a single line
#- indicating with different fields when the task will be run
# and what command to run for the task
#
# To define the time you can provide concrete values for
# minute (m), hour (h), day of month (dom), month (mon),
# and day of week (dow) or use '*' in these fields (for 'any').
#
# Notice that tasks will be started based on the cron's system
# daemon's notion of time and timezones.
#
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).
#
# For example, you can run a backup of all your user accounts
# at 5 a.m every week with:
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/
#
# For more information see the manual pages of crontab(5) and cron(8)
#
# m h dom mon dow  command
@reboot python /home/pi/Adquisicion/Arranque.py
* * * * * python /home/pi/Adquisicion/Arranque.py
```

## Android Studio: Pantalla de información

```
public class informacion extends AppCompatActivity {
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.informacion);

        setRequestedOrientation(ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_PORTRAIT); //v
        entana vertical fija
        Button pregresar = (Button) findViewById(R.id.Regresar);
        pregresar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                finish();//cierra pantalla
            }
        });
    }
}
```

## Android Studio: Ejecución en segundo plano

```
public class Servicio extends Service {
    private final static String CHANNEL_ID="NOTIFICACION";
    private final static int
    NOTIFICATION_ID=0, NOTIFICATION_ID1=1, NOTIFICATION_ID2=2;
    FirebaseDatabase databaseservicio =
    FirebaseDatabase.getInstance();
    // Creación de las variables conectadas a la base de datos
    DatabaseReference alertadb =
    databaseservicio.getReference("alerta");
    DatabaseReference tambientadb =
    databaseservicio.getReference("tambiental");
    DatabaseReference tinternadb =
    databaseservicio.getReference("tinterna");
    DatabaseReference iluminaciondb =
    databaseservicio.getReference("iluminacion");
    DatabaseReference tiemporestantedb =
    databaseservicio.getReference("trestante");
    DatabaseReference tiempocumplidodb =
    databaseservicio.getReference("tiempocumplido");
    DatabaseReference fverdedb =
    databaseservicio.getReference("fverde");
    DatabaseReference factuadordb =
    databaseservicio.getReference("factuador");
    DatabaseReference disponibilidadb =
    databaseservicio.getReference("disponibilidad");
}
```

```
DatabaseReference alertaglpdb =
databaseservicio.getReference("alertaglp");
@Override
public void onCreate() {
    super.onCreate();
}
@Override
public void onDestroy() {
    super.onDestroy();
    stopSelf();
    databaseservicio.goOffline();
}
@Override
public int onStartCommand(Intent intent, int flags, int startId)
{
    new segundoplano().execute();
    VerificacionEstados();
    return START_NOT_STICKY;
}
@Nullable
@Override
public IBinder onBind(Intent intent) {
    return null;
}
class segundoplano extends AsyncTask{
    private String valor;
    @Override
    protected Object doInBackground(Object[] objects) {
        try{
            Thread.sleep(3600000);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        return null;
    }
    @Override
    protected void onPreExecute() {
        super.onPreExecute();
    }
    @Override
    protected void onPostExecute(Object o) {
        super.onPostExecute(o);
        boolean estadosservicio =
        isMyServiceRunning(Servicio.class);
        if(estadosservicio == true){
            fverdedb.addListenerForSingleValueEvent(new
            ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
                dataSnapshot) {
            }
        }
    }
}
```

```

        String aux =
dataSnapshot.getValue().toString();
        if(aux.equals("true")){
            valor = "Estado del proceso:
ENCENDIDO\n";
        }else{
            valor = "Estado del proceso: APAGADO\n";
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        factuadordb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String aux =
dataSnapshot.getValue().toString();
            if(aux.equals("true")){
                valor += "Estado de la lámpara
infrarroja: ENCENDIDA\n";
            }else{
                valor += "Estado de la lámpara
infrarroja: APAGADA\n";
            }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        tinternadb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            valor += "Temperatura Interna:
"+dataSnapshot.getValue().toString()+" °C\n";
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        tambientaldb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            valor += "Temperatura Ambiental:
"+dataSnapshot.getValue().toString()+" °C\n";
        }
        @Override

```

```

        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        iluminaciondb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto =
dataSnapshot.getValue().toString();
            Float resistencia = Float.parseFloat(texto);
            if(resistencia>200){
                texto = "<= 10";
            }else if(resistencia<=200 & resistencia>80){
                texto = "10 - 30";
            }else if(resistencia<=80 & resistencia>60){
                texto = "30 - 50";
            }else if(resistencia<=60 & resistencia>43){
                texto = "50 - 70";
            }else if(resistencia<=43 & resistencia>37){
                texto = "70 - 100";
            }else if(resistencia<=37 & resistencia>20){
                texto = "100 - 300";
            }else if(resistencia<=20 & resistencia>10){
                texto = "300 - 600";
            }else if(resistencia<=10 & resistencia>7){
                texto = "600 - 1000";
            }else if(resistencia<=7 & resistencia>3){
                texto = "1000 - 3000";
            }else if(resistencia<=3 & resistencia>2){
                texto = "3000 - 6000";
            }else if(resistencia<=2 & resistencia>1){
                texto = "6000 - 10000";
            }else if(resistencia<=1){
                texto = ">= 10000";
            }
            valor += "Iluminación Ambiental: "+ texto +"
lux\n";
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        tiemporestantedb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            valor += "Tiempo Restante:
"+dataSnapshot.getValue().toString()+" minutos\n";
        }

```

```

        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            }
        });
        disponibilidadb.addListenerForSingleValueEvent(new
ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                String aux =
dataSnapshot.getValue().toString();
                if(aux.equals("true")){
                    valor += "Planta Disponible: SI\n";
                }else{
                    valor += "Planta Disponible: NO\n";
                }
                Notificaciones("INFORMACIÓN DEL
PROCESO","ACTUALIZACIÓN DE DATOS",
                    valor,CHANNEL_ID, NOTIFICATION_ID2,
Color.BLUE);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            }
        });
        new segundoplano().execute();
    }
    public void VerificacionEstados() {
        boolean estadoserivicio = isMyServiceRunning(Servicio.class);
        if(estadoserivicio == true){
            alertadb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String malerta =
dataSnapshot.getValue().toString();
                    String estado,informacion;
                    if(malerta.equals("true")){
                        estado = "ALERTA TEMPERATURA";
                        informacion = "Se requiere verificación del
estado del proceso, acceda a" +
                            " la aplicacion de monitoreo y revise
los valores de los sensores" +
                            " e indicadores";
                        Notificaciones("TEMPERATURA INTERNA",estado
,informacion,CHANNEL_ID,NOTIFICATION_ID, Color.YELLOW);
                    }
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            }
        });
        alertaglpdb.addValueEventListener(new

```

```

ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                String malerta =
dataSnapshot.getValue().toString();
                String estado,informacion;
                if(malerta.equals("true")){
                    estado = "ALERTA FUGA";
                    informacion = "Se tiene una concetracion de
gas mayor o igual al 3% LEL. " +
                        "Se ha detenido el proceso
forzosamente, aguarde a que el nivel " +
                        "de GLP disminuya y proceda a
realizar la respectiva inspección "+
                        "para detectar la causa de la fuga";
                    Notificaciones("FUGA DE GLP DETECTADA",estado
,informacion,CHANNEL_ID,NOTIFICATION_ID2, Color.RED);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            }
        });
        tiempocumplidodb.addValueEventListener(new
ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                String mtiempocumplido =
dataSnapshot.getValue().toString();
                String estado,informacion;
                if(mtiempocumplido.equals("true")) {
                    estado = "TIEMPO CUMPLIDO";
                    informacion = "El proceso ha finalizado con
éxito, proceda a retirar " +
                        "el romero deshidratado de la
planta";
                    Notificaciones("PROCESO FINALIZADO",estado,
informacion,CHANNEL_ID,
NOTIFICATION_ID1, Color.GREEN);
                }
            }
        }
        stopService(new
Intent(getApplicationContext(),Servicio.class));
    }
    @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            }
        });
    }

```

```

    }
    public void Notificaciones(String titulo,String contexto,String
    textolargo,String Canal,
        int notificacion,int color){
        Intent intent = new Intent(this, monitor.class);
        intent.setFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK |
Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TASK);
        PendingIntent pendingIntent = PendingIntent.getActivity(this,
        0, intent, 0);
        if(Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O){
            CharSequence name = "Notificacion";
            NotificationChannel notificationChannel = new
NotificationChannel
                (Canal, name,
NotificationManager.IMPORTANCE_DEFAULT);
            NotificationManager notificationManager =
(NotificationManager)
                getSystemService(NOTIFICATION_SERVICE);

notificationManager.createNotificationChannel(notificationChannel);
        }else {
            NotificationCompat.Builder builder = new
NotificationCompat
                .Builder(getApplicationContext(), Canal)
                .setSmallIcon(R.drawable.ic_android_black_24dp)
                .setContentTitle(titulo).setContentText(contexto)
                .setStyle(new
NotificationCompat.BigTextStyle().bigText(textolargo))

                .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_DEFAULT).setColor(color)
                .setLights(color,1000,1000)
                .setVibrate(new long[]{1,500,200,500,1})

                .setAutoCancel(true).setContentIntent(pendingIntent)

                .setSound(Settings.System.DEFAULT_NOTIFICATION_URI)
                ;
            NotificationManagerCompat notificationManagerCompat =
NotificationManagerCompat
                .from(getApplicationContext());
            notificationManagerCompat.notify(notificacion,
builder.build());
        }
        private boolean isMyServiceRunning(Class<?> serviceClass) {
            //comprobar si el servicio esta ejecutandose
            ActivityManager manager = (ActivityManager)
getSystemService(Context.ACTIVITY_SERVICE);

```

```

        for (ActivityManager.RunningServiceInfo service : manager
            .getRunningServices(Integer.MAX_VALUE)) {
            if
                (serviceClass.getName().equals(service.service.getClassName())) {
                    return true;
                }
            }
        return false;
    }
}

```

## Android Studio: Pantalla de registro de usuario

```

public class MainActivity extends Activity{
    private EditText password,user;
    private Button plogin,phelp;
    private TextView estado;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.portada);

        setRequestedOrientation(ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_PORTRAIT);//v
entana vertical fija
        password = (EditText) findViewById(R.id.Contraseña);
        user = (EditText) findViewById(R.id.Usuario);
        plogin = (Button) findViewById(R.id.Login);
        phelp = (Button) findViewById(R.id.Help);
        estado = (TextView) findViewById(R.id.Estado);
        plogin.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                String Usuarios[] = {"admin","user","usuario"};
                String Contraseñas[] = {"admin","user","usuario"};
                String contraseña,usuario;
                contraseña = password.getText().toString();
                usuario = user.getText().toString();
                for(int i = 0; i < (Usuarios.length); ++i){
                    if(contraseña.equals(Contraseñas[i]) &&
usuario.equals(Usuarios[i])){
                        estado.setTextColor(Color.GREEN);
                        phelp.setTextColor(Color.GREEN);
                        estado.setText("CARGANDO");
                        phelp.setText("ACCESO EXITOSO");
                        phelp.setEnabled(false);
                        Intent monitor = new
Intent(MainActivity.this,monitor.class);
                        startActivity(monitor);
                        finish();
                        i = Usuarios.length;
                    }
                }
            }
        });
    }
}

```

```

    }else{
        password.setText("");
        user.setText("");
        estado.setText("Usuario o contraseña
incorrectas");

        phelp.setText("¿Ha olvidado su contraseña?");
        phelp.setEnabled(true);

    }
    phelp.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
            AlertDialog.Builder msgbox = new
AlertDialog.Builder(MainActivity.this);
            msgbox.setMessage("\nUsuario: admin\n\nContraseña:
admin").setCancelable(false)
                .setNeutralButton("ACEPTAR", new
DialogInterface.OnClickListener() {
                    @Override

```

```

        public void onClick(DialogInterface
dialog, int which) {
            password.setText("admin");
            user.setText("admin");
            phelp.setEnabled(false);});
        AlertDialog titulo = msgbox.create();
        titulo.setTitle("DATOS PROVISIONALES");
        titulo.show();
    }
}

@Override
protected void onStart() {
    super.onStart();
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.O) {
        startForegroundService(new
Intent(getApplicationContext(),Servicio.class));
    }else{
        startService(new
Intent(getApplicationContext(),Servicio.class));
    }
}

```

## Android Studio: Pantalla de control

```

public class control extends AppCompatActivity {
    private TextView FActuador1,FRojol,FVerdel;
    private EditText Consigna,Histeresis,TiempoEjecucion;
    private Button pregar1, iniciohmi, parahmi;
    FirebaseDatabase database = FirebaseDatabase.getInstance();
    // Creacion de las variables conectadas a la base de datos
    DatabaseReference iniciohmidb =
database.getReference("iniciohmi");
    DatabaseReference parahmidb = database.getReference("parohmi");
    DatabaseReference consignadb = database.getReference("consigna");
    DatabaseReference factuadordb =
database.getReference("factuador");
    DatabaseReference frojodb = database.getReference("frojo");
    DatabaseReference fverdedb = database.getReference("fverde");
    DatabaseReference histeresisdb =
database.getReference("histeresis");
    DatabaseReference tiempoejecuciondb =
database.getReference("tiempoejecucion");
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.control);

```

```

setRequestedOrientation(ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_PORTRAIT); //v
entana vertical fija
    database.goOnline();
    FVerdel = (TextView) findViewById(R.id.FVerde1DB);
    FRojol = (TextView) findViewById(R.id.FRojolDB);
    FActuador1 = (TextView) findViewById(R.id.FActuador1DB);
    pregar1 = (Button) findViewById(R.id.Regresar1);
    iniciohmi = (Button) findViewById(R.id.InicioHMIDB);
    parahmi = (Button) findViewById(R.id.ParohMIDB);
    Consigna = (EditText) findViewById(R.id.ConsignaDB);
    Histeresis = (EditText) findViewById(R.id.HisteresisDB);
    TiempoEjecucion = (EditText)
findViewById(R.id.TiempoEjecucionDB);
    pregar1.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
            finish();//cierra pantalla
        }
    });
    iniciohmi.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
            AlertDialog.Builder msgbox = new
AlertDialog.Builder(control.this);
            msgbox.setMessage("¿Desea iniciar el
proceso?").setCancelable(false)

```

```

        .setPositiveButton("Si", new
DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface
dialog, int which) {
                iniciohmidb.setValue(true);
                parahmidb.setValue(false);
                if (Build.VERSION.SDK_INT >=
Build.VERSION_CODES.O) {
                    startForegroundService(new
Intent(getApplicationContext(), Servicio.class));
                } else {
                    startService(new
Intent(getApplicationContext(), Servicio.class));
                }
            }).setNegativeButton("No", new
DialogInterface.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(DialogInterface dialog, int
which) {
                dialog.cancel();
                AlertDialog titulo = msgbox.create();
                titulo.setTitle("INICIAR");
                titulo.show();
                parahmi.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
                    @Override
                    public void onClick(View v) {
                        AlertDialog.Builder msgbox = new
AlertDialog.Builder(control.this);
                        msgbox.setMessage("¿Desea finalizar el
proceso?").setCancelable(false)
                            .setPositiveButton("Si", new
DialogInterface.OnClickListener() {
                            @Override
                            public void onClick(DialogInterface
dialog, int which) {
                                iniciohmidb.setValue(false);
                                parahmidb.setValue(true);
                            }).setNegativeButton("No", new
DialogInterface.OnClickListener() {
                            @Override
                            public void onClick(DialogInterface dialog, int
which) {
                                dialog.cancel();
                                AlertDialog titulo = msgbox.create();
                                titulo.setTitle("FINALIZAR");
                                titulo.show();
                            }
                        });
                    }
                });
            }
        });
    }
}

```

```

@Override
protected void onStart() {
    super.onStart();
    iniciohmidb.setValue(false);
    parahmidb.setValue(false);
    fverdedb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            iniciohmidb.setValue(false);
            if(texto.equals("false")){
                FVerdel.setBackgroundColor(0x80007D00);
            }
            else{
                FVerdel.setBackgroundColor(Color.GREEN);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
    });
    frojodb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            parahmidb.setValue(false);
            if(texto.equals("true")){
                FRojol.setBackgroundColor(0x80EB0000);
            }
            else{
                FRojol.setBackgroundColor(Color.RED);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
    });
    factuadordb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            if(texto.equals("false")){
                FActuador1.setBackgroundColor(0x80007D00);
            }
            else{
                FActuador1.setBackgroundColor(Color.GREEN);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
    });
    tiempoejecuciondb.addValueEventListener(new
ValueEventListener() {
        @Override

```

```

        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            TiempoEjecucion.setText(texto);
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        @Override
        consignadb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            Consigna.setText(texto);
        }
    }
}

```

```

        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
        @Override
        histeresisdb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            Histeresis.setText(texto);
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
    }
}

```

## Android Studio: Pantalla de monitoreo

```

public class monitor extends AppCompatActivity {
    private TextView
Alerta, DiaInicio, Disponibilidad, HoraInicio, Iluminacion, TAmbiental, Temp
p1, Temp2,
Temp3, Temp4, TiempoCumplido, TiempoRestante, TInterna, FVerde, FActuador, F
Rojo;
    private Button
psensores, pinformacion, pcontrol, psalir, pactuadores;
    FirebaseDatabase database = FirebaseDatabase.getInstance();
    // Creación de las variables conectadas a la base de datos
    DatabaseReference iniciohmidb =
database.getReference("iniciohmi");
    DatabaseReference parahmidb = database.getReference("parohmi");
    DatabaseReference alertadb = database.getReference("alerta");
    DatabaseReference diainiciodb =
database.getReference("diainicio");
    DatabaseReference disponibilidadb =
database.getReference("disponibilidad");
    DatabaseReference horainiciodb =
database.getReference("horainicio");
    DatabaseReference iluminaciondb =
database.getReference("iluminacion");
    DatabaseReference tambientaldb =
database.getReference("tambiental");
    DatabaseReference temp1db = database.getReference("temp1");
    DatabaseReference temp2db = database.getReference("temp2");
    DatabaseReference temp3db = database.getReference("temp3");
}

```

```

    DatabaseReference temp4db = database.getReference("temp4");
    DatabaseReference tiempocumplidodb =
database.getReference("tiempocumplido");
    DatabaseReference tiempoejecuciondb =
database.getReference("tiempoejecucion");
    DatabaseReference tiemporestantedb =
database.getReference("trestante");
    DatabaseReference tinternadb = database.getReference("tinterna");
    DatabaseReference factuadordb =
database.getReference("factuador");
    DatabaseReference frojodb = database.getReference("frojo");
    DatabaseReference fverdedb = database.getReference("fverde");
    DatabaseReference alertaglpdb =
database.getReference("alertaglp");
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.monitor);
        setRequestedOrientation(ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_LANDSCAPE); //
ventana horizontal fija
        database.goOnline();
        Alerta = (TextView) findViewById(R.id.AlertaDB);
        DiaInicio = (TextView) findViewById(R.id.DiaInicioDB);
        Disponibilidad = (TextView)
findViewById(R.id.DisponibilidadDB);
        HoraInicio = (TextView) findViewById(R.id.HoraInicioDB);
        Iluminacion = (TextView) findViewById(R.id.IluminacionDB);
        TAmbiental = (TextView) findViewById(R.id.TAmbientalDB);
    }
}

```

```

Temp1 = (TextView) findViewById(R.id.Temp1DB);
Temp2 = (TextView) findViewById(R.id.Temp2DB);
Temp3 = (TextView) findViewById(R.id.Temp3DB);
Temp4 = (TextView) findViewById(R.id.Temp4DB);
TiempoCumplido = (TextView)
findViewById(R.id.TiempoCumplidoDB);
TiempoRestante = (TextView)
findViewById(R.id.TiempoRestanteDB);
TInterna = (TextView) findViewById(R.id.TInternaDB);
FVerde = (TextView) findViewById(R.id.FVerdeDB);
FRojo = (TextView) findViewById(R.id.FRojoDB);
FActuador = (TextView) findViewById(R.id.FActuadorDB);
psensores = (Button) findViewById(R.id.Sensores);
pactuadores = (Button) findViewById(R.id.actuadores);
pinformacion = (Button) findViewById(R.id.Informacion);
pcontrol = (Button) findViewById(R.id.Control);
psalir = (Button) findViewById(R.id.Salir);
pcontrol.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{//abrir pantalla de control
@Override
public void onClick(View v) {
Intent intent = new Intent(v.getContext(),
control.class);
startActivityForResult(intent, 0); } });
pactuadores.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{//abrir pantalla de informacion
@Override
public void onClick(View v) {
Intent intent1 = new Intent(v.getContext(),
proceso.class);
startActivityForResult(intent1, 0); } });
psensores.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{//abrir pantalla de informacion
@Override
public void onClick(View v) {
Intent intent1 = new Intent(v.getContext(),
sensores.class);
startActivityForResult(intent1, 0); } });
pinformacion.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{//abrir pantalla de informacion
@Override
public void onClick(View v) {
Intent intent1 = new Intent(v.getContext(),
informacion.class);
startActivityForResult(intent1, 0); } });
psalir.setOnClickListener(new View.OnClickListener()

```

```

{//cerrar aplicacion
@Override
public void onClick(View v) {
finish(); } });
@Override
protected void onStart() {
super.onStart();
iniciohmidb.setValue(false);
parohmidb.setValue(false);
fverdedb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
if(texto.equals("false")){
FVerde.setBackgroundColor(0x80007D00); }
else{
FVerde.setBackgroundColor(Color.GREEN); } }
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) { });
frojodb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
if(texto.equals("true")){
FRojo.setBackgroundColor(0x80EB0000); }
else{
FRojo.setBackgroundColor(Color.RED); } }
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) { });
factuadordb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
if(texto.equals("false")){
FActuador.setBackgroundColor(0x80007D00); }
else{
FActuador.setBackgroundColor(Color.GREEN); } }
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) { });
alertadb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {

```

```

        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
            if(texto.equals("false")){
                Alerta.setBackgroundColor(0x80EB0000);
            }
            else{
                Alerta.setBackgroundColor(Color.RED);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            alertagpdb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    if(texto.equals("false")){
                        Alerta.setBackgroundColor(0x80EB0000);
                    }
                    else{
                        Alerta.setBackgroundColor(Color.RED);
                    }
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            temp1db.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    Temp1.setText(texto);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            temp2db.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    Temp2.setText(texto);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            temp3db.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();

```

```

                Temp3.setText(texto);
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            temp4db.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    Temp4.setText(texto);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            tambientaldb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    TAmbiental.setText(texto);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            tinternadb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    TInterna.setText(texto);
                }
            }
        }
        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
            iluminaciondb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
                @Override
                public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                    Float resistencia = Float.parseFloat(texto);
                    if(resistencia>20){
                        texto = "<= 10";
                    }else if(resistencia<=200 & resistencia>80){
                        texto = "10 - 30";
                    }else if(resistencia<=80 & resistencia>60){
                        texto = "30 - 50";
                    }else if(resistencia<=60 & resistencia>43){
                        texto = "50 - 70";
                    }else if(resistencia<=43 & resistencia>37){
                        texto = "70 - 100";
                    }
                }
            }
        }

```

```

    }else if(resistencia<=37 & resistencia>20){
        texto = "100 - 300";
    }else if(resistencia<=20 & resistencia>10){
        texto = "300 - 600";
    }else if(resistencia<=10 & resistencia>7){
        texto = "600 - 1000";
    }else if(resistencia<=7 & resistencia>3){
        texto = "1000 - 3000";
    }else if(resistencia<=3 & resistencia>2){
        texto = "3000 - 6000";
    }else if(resistencia<=2 & resistencia>1){
        texto = "6000 - 10000";
    }else if(resistencia<=1){
        texto = ">= 10000";
    }
    Iluminacion.setText(texto);
}
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
};
disponibilidaddb.addValueEventListener(new
ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
    if(texto.equals("false")){
        Disponibilidad.setText("NO");
    }
    else{
        Disponibilidad.setText("SI");
    }
}
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
};
tiempocumplidodb.addValueEventListener(new
ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
    if(texto.equals("false")){
        TiempoCumplido.setText("NO");
    }
    else{
        TiempoCumplido.setText("SI");
    }
}
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
};
tiemporestantedb.addValueEventListener(new
ValueEventListener() {

```

```

@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
    String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
    Integer lon = texto.length();
    Integer minutos = 0;
    if(texto.substring(0,1).equals("0")){
        TiempoRestante.setText(" 0 minutos");
    }else{
        if ( lon >= 3){
            minutos =
Integer.valueOf(texto.substring(0,lon - 2));
        }else{
            minutos = Integer.valueOf(texto);
        }
        Integer dias = (minutos/60)/10;
        Integer horas = (minutos/60)%24;
        Integer min = minutos%60;
        texto = dias + " DD " + horas + " HH " + min + " MM";
        TiempoRestante.setText(texto);
    }
}
@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
};
horainiciodb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
    String tex = dataSnapshot.getValue().toString();
    Integer lon = tex.length();
    Integer intext = 0;
    if(tex.substring(0,1).equals("0")){
        HoraInicio.setText("00:00");
    }else{
        if( lon >= 3){
            intext = Integer.valueOf(tex.substring(0,lon -2));
        }else{
            intext = Integer.valueOf(tex);
        }
        String texto = Integer.toHexString(intext);
        if(texto.length() == 4){
            HoraInicio.setText(texto.substring(0,2)+"."+texto.substring(2,4));
        }else if(texto.length() == 3){
            HoraInicio.setText("0"+texto.substring(0,1)+"."+texto.substring(1,3));
        }
        ;
        }else if(texto.length() == 2){
            HoraInicio.setText("00."+texto);
        }else if(texto.length() == 1){
            HoraInicio.setText("00:0"+texto);
        }
    }
}

```

```

        @Override
        public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
        }
    });
    diainiociodb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
        @Override
        public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
            String tex = dataSnapshot.getValue().toString();
            Integer lon = tex.length();
            Integer intext = 0;
            if(tex.substring(0,1).equals("0")){
                DiaInicio.setText("--/--");
            }else{

```

```

                if( lon >= 3){
                    intext = Integer.valueOf(tex.substring(0,lon -2));
                }else{
                    intext = Integer.valueOf(tex);
                }String texto = Integer.toHexString(intext);
                if(texto.length() == 4){
                    DiaInicio.setText(texto.substring(0,2)+"/"+texto.substring(2,4));
                }else if(texto.length() == 3){
                    DiaInicio.setText("0"+texto.substring(0,1)+"/"+texto.substring(1,3));
                }
            }
        }
    }
    @Override
    public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
    }
    });
}

```

## Android Studio: Pantalla de actuadores

```

public class proceso extends AppCompatActivity {
    private Button regresar;
    private ImageView estado;
    private TextView actuadores,bujias, valvula;
    FirebaseDatabase database = FirebaseDatabase.getInstance();
    DatabaseReference factuadordb =
database.getReference("factuador");
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.proceso);

setRequestedOrientation(ActivityInfo.SCREEN_ORIENTATION_LANDSCAPE);

        estado = (ImageView) findViewById(R.id.estadoproceso);
        regresar = (Button) findViewById(R.id.regresar2);
        actuadores = (TextView) findViewById(R.id.FActuadores);
        valvula = (TextView) findViewById(R.id.FValvula);
        bujias = (TextView) findViewById(R.id.FBujia);
        regresar.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {

```

```

                finish();//cierra pantalla
            }
        });
    }
    @Override
    protected void onStart() {
        super.onStart();
        factuadordb.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot
dataSnapshot) {
                String texto = dataSnapshot.getValue().toString();
                if(texto.equals("false")){
                    estado.setImageResource(R.drawable.off);
                    actuadores.setBackgroundColor(0x80007D00);
                    valvula.setBackgroundColor(0x80007D00);
                    bujias.setBackgroundColor(0x80007D00);
                }else{
                    estado.setImageResource(R.drawable.on);
                    actuadores.setBackgroundColor(Color.GREEN);
                    valvula.setBackgroundColor(Color.GREEN);
                    bujias.setBackgroundColor(Color.GREEN);
                }
            }
        }
    }
    @Override
    public void onCancelled(@NonNull DatabaseError
databaseError) {
    }
    });
}

```

```

#include "macrotypedef.h"
#include "math.h"

short buf[2] = {0};
ReadLocal("LW", 200, 2, (void*)buf, 0);
WriteLocal("LW", 202, 2, (void*)buf, 0);
*/int MacroEntry()
TAUX_1=TEMP1;
TAUX_2=TEMP2;
TAUX_3=TEMP3;
TAUX_4=TEMP4;
TaAUX_1=TEMPA;
TPAUX_1=TPROMEDIO;
/*dividir por el factor de 10 para
obtener el valor decimal*/
TEMP1_1=TAUX_1/10;
TEMP2_1=TAUX_2/10;
TEMP3_1=TAUX_3/10;
TEMP4_1=TAUX_4/10;
TEMPA_1=TAUX_1/10;
TEMPA_2=TEMPA/10; /*valor de la
temperatura int para los medidores*/
TPROMEDIO_1=TPAUX_1/10;
TPROMEDIO_2=TPROMEDIO/10; /*valor de la
temperatura int para los medidores*/

/*obtener los valores de iluminacion*/
if (ILUMINACION >= 200) {
ILUMINACION_1=0;
ILUMINACION_2=10;
} if (ILUMINACION < 200 & ILUMINACION >= 80) {
ILUMINACION_1=10;
ILUMINACION_2=30;
} if (ILUMINACION < 80 & ILUMINACION >= 60) {
ILUMINACION_1=30;
ILUMINACION_2=50;
} if (ILUMINACION < 60 & ILUMINACION >= 43) {
ILUMINACION_1=50;
ILUMINACION_2=70;
} if (ILUMINACION < 43 & ILUMINACION >= 37) {
ILUMINACION_1=70;
ILUMINACION_2=100;
} if (ILUMINACION < 37 & ILUMINACION >= 20) {
ILUMINACION_1=100;
ILUMINACION_2=300;
} if (ILUMINACION < 20 & ILUMINACION >= 10) {
ILUMINACION_1=300;
ILUMINACION_2=600;
} if (ILUMINACION < 10 & ILUMINACION >= 7) {
ILUMINACION_1=600;
ILUMINACION_2=1000;
} if (ILUMINACION < 7 & ILUMINACION >= 3) {
ILUMINACION_1=1000;
ILUMINACION_2=3000;
} if (ILUMINACION < 3 & ILUMINACION >= 2) {
ILUMINACION_1=3000;
ILUMINACION_2=6000;
} if (ILUMINACION < 2 & ILUMINACION >= 1) {
ILUMINACION_1=6000;
ILUMINACION_2=10000;
} if (ILUMINACION < 1) {
ILUMINACION_1=10000;
ILUMINACION_2=20000;
}
return 0;
}

```

### HMI Kinco: macros de proceso

```

#include "macrotypedef.h"
#include "math.h"

short buf[2] = {0};
ReadLocal("LW", 200, 2, (void*)buf, 0);
WriteLocal("LW", 202, 2, (void*)buf, 0);
*/
int MacroEntry() {

/*obtener los valores decimales de los datos del proceso*/
TRAUX_1=TRESTANTE;
TEAUX_1=TEJECUCION;
/*obtener el porcentaje de avance del proceso en float y en int*/
TPROGRESO=(100*(TEAUX_1*60-TRAUX_1)/TEAUX_1/60);
TPAUX_1=(100*(TEJECUCION*60-TRESTANTE)/TEJECUCION/60);
/*obtener el tiempo restante en horas y minutos*/
TRESTANTE_1=TRESTANTE/60/10;
TRESTANTE_2=TRESTANTE/60%24;
TRESTANTE_3=TRESTANTE%60;

return 0;
}

```

**ANEXO G: DATOS PARA DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE AGUA**

**Medición de datos del proceso artesanal:**

	<b>DIA 0</b>	<b>DIA 1</b>		<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia1	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	992	909	83	8.40%	9.10%	<b>1</b>	562	527	35	5.90%	6.60%
<b>2</b>	1005	924	81	8.10%	8.80%	<b>2</b>	572	540	32	5.40%	5.90%
<b>3</b>	988	907	81	8.20%	8.90%	<b>3</b>	542	509	33	5.80%	6.60%
<b>4</b>	995	916	79	8.00%	8.70%	<b>4</b>	556	524	33	5.70%	6.30%
<b>5</b>	1003	913	90	9.00%	9.90%	<b>5</b>	567	527	40	6.70%	7.60%
<b>6</b>	1009	922	87	8.60%	9.40%	<b>6</b>	568	534	35	5.80%	6.50%
<b>7</b>	1000	912	88	8.80%	9.70%	<b>7</b>	551	516	35	6.10%	6.80%
<b>8</b>	990	904	86	8.70%	9.60%	<b>8</b>	558	528	30	5.20%	5.70%
<b>9</b>	1000	913	87	8.70%	9.60%	<b>9</b>	556	524	32	5.40%	6.00%
<b>10</b>	1013	924	89	8.80%	9.70%	<b>10</b>	547	510	37	6.40%	7.20%
	999.5	914.3	85	8.50%	9.30%		557.9	523.8	34.1	5.80%	6.50%
	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>		<b>DIA 8</b>	<b>DIA 9</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	909	825	84	8.50%	10.20%	<b>1</b>	527	515	12	2.20%	2.40%
<b>2</b>	924	849	75	7.50%	8.90%	<b>2</b>	540	525	15	2.70%	2.90%
<b>3</b>	907	836	71	7.20%	8.50%	<b>3</b>	509	500	8	1.50%	1.70%
<b>4</b>	916	844	72	7.20%	8.50%	<b>4</b>	524	508	15	2.70%	3.00%
<b>5</b>	913	841	72	7.20%	8.50%	<b>5</b>	527	517	10	1.70%	1.90%
<b>6</b>	922	844	78	7.80%	9.30%	<b>6</b>	534	518	16	2.70%	3.00%
<b>7</b>	912	837	75	7.50%	9.00%	<b>7</b>	516	501	15	2.70%	3.00%

<b>8</b>	904	831	73	7.30%	8.80%	<b>8</b>	528	519	9	1.60%	1.80%
<b>9</b>	913	829	84	8.40%	10.10%	<b>9</b>	524	512	12	2.20%	2.40%
<b>10</b>	924	837	87	8.60%	10.40%	<b>10</b>	510	497	13	2.40%	2.70%
	914.3	837.2	77.1	7.70%	9.20%		523.8	511.2	12.6	2.30%	2.50%
	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>		<b>DIA 9</b>	<b>DIA 10</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	825	757	68	7.50%	9.00%	<b>1</b>	515	503	12	2.30%	2.40%
<b>2</b>	849	770	78	8.50%	10.20%	<b>2</b>	525	509	15	2.80%	3.00%
<b>3</b>	836	758	78	8.60%	10.30%	<b>3</b>	500	488	12	2.40%	2.50%
<b>4</b>	844	769	74	8.10%	9.60%	<b>4</b>	508	498	11	2.10%	2.20%
<b>5</b>	841	766	75	8.30%	9.90%	<b>5</b>	517	512	5	1.00%	1.10%
<b>6</b>	844	775	69	7.50%	8.90%	<b>6</b>	518	510	9	1.60%	1.70%
<b>7</b>	837	759	78	8.60%	10.30%	<b>7</b>	501	492	9	1.70%	1.80%
<b>8</b>	831	756	75	8.30%	10.00%	<b>8</b>	519	513	6	1.10%	1.20%
<b>9</b>	829	763	66	7.20%	8.70%	<b>9</b>	512	503	9	1.70%	1.80%
<b>10</b>	837	762	74	8.00%	9.70%	<b>10</b>	497	488	9	1.80%	1.90%
	837.2	763.5	73.7	8.10%	9.70%		511.2	501.5	9.7	1.90%	1.90%
	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>		<b>DIA 10</b>	<b>DIA 11</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	757	693	64	7.80%	9.20%	<b>1</b>	503	500	4	0.70%	0.70%
<b>2</b>	770	702	68	8.00%	9.70%	<b>2</b>	509	504	6	1.10%	1.10%
<b>3</b>	758	683	75	8.90%	10.90%	<b>3</b>	488	485	3	0.70%	0.70%
<b>4</b>	769	695	74	8.80%	10.70%	<b>4</b>	498	493	5	0.90%	0.90%
<b>5</b>	766	702	63	7.50%	9.00%	<b>5</b>	512	504	8	1.60%	1.60%
<b>6</b>	775	708	66	7.90%	9.40%	<b>6</b>	510	505	5	1.00%	1.00%

<b>7</b>	759	689	70	8.30%	10.10%	<b>7</b>	492	486	6	1.20%	1.20%
<b>8</b>	756	688	68	8.20%	9.90%	<b>8</b>	513	507	6	1.10%	1.10%
<b>9</b>	763	699	64	7.70%	9.10%	<b>9</b>	503	499	5	0.90%	0.90%
<b>10</b>	762	692	70	8.40%	10.10%	<b>10</b>	488	481	6	1.30%	1.30%
	763.5	695.2	68.3	8.20%	9.80%		501.5	496.2	5.3	1.00%	1.10%
	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>		<b>DIA 11</b>	<b>DIA 12</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	693	634	59	7.90%	9.40%	<b>1</b>	500	494	5	1.10%	1.10%
<b>2</b>	702	639	63	8.20%	9.80%	<b>2</b>	504	500	4	0.80%	0.80%
<b>3</b>	683	618	66	8.60%	10.60%	<b>3</b>	485	481	3	0.70%	0.70%
<b>4</b>	695	630	65	8.50%	10.40%	<b>4</b>	493	489	4	0.80%	0.80%
<b>5</b>	702	642	60	7.80%	9.30%	<b>5</b>	504	499	4	0.80%	0.80%
<b>6</b>	708	644	64	8.30%	9.90%	<b>6</b>	505	499	6	1.20%	1.20%
<b>7</b>	689	625	64	8.40%	10.20%	<b>7</b>	486	484	2	0.40%	0.40%
<b>8</b>	688	623	64	8.50%	10.30%	<b>8</b>	507	502	5	1.00%	1.00%
<b>9</b>	699	639	61	7.90%	9.50%	<b>9</b>	499	493	5	1.10%	1.10%
<b>10</b>	692	624	68	9.00%	10.90%	<b>10</b>	481	479	2	0.40%	0.40%
	695.2	631.9	63.3	8.30%	10.00%		496.2	492.1	4.1	0.80%	0.80%
	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>		<b>DIA 12</b>	<b>DIA 13</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	634	585	48	7.00%	8.30%	<b>1</b>	494	494	0	0.00%	0.00%
<b>2</b>	639	595	44	6.30%	7.40%	<b>2</b>	500	499	0	0.10%	0.10%
<b>3</b>	618	573	45	6.60%	7.80%	<b>3</b>	481	481	0	0.00%	0.00%
<b>4</b>	630	579	50	7.30%	8.70%	<b>4</b>	489	489	0	0.10%	0.10%
<b>5</b>	642	595	47	6.70%	7.90%	<b>5</b>	499	499	0	0.00%	0.00%

<b>6</b>	644	596	48	6.80%	8.00%	<b>6</b>	499	498	0	0.10%	0.10%
<b>7</b>	625	578	47	6.80%	8.20%	<b>7</b>	484	484	0	0.10%	0.10%
<b>8</b>	623	581	42	6.20%	7.30%	<b>8</b>	502	502	0	0.00%	0.00%
<b>9</b>	639	588	51	7.30%	8.70%	<b>9</b>	493	493	0	0.10%	0.10%
<b>10</b>	624	576	48	7.00%	8.40%	<b>10</b>	479	479	0	0.00%	0.00%
	631.9	584.7	47.2	6.80%	8.10%		492.1	491.8	0.2	0.00%	0.10%
	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>		<b>DIA 13</b>	<b>DIA 14</b>						
<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso	Peso	P. Perdido	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	585	562	23	3.60%	4.10%	<b>1</b>	494	493	1	0.20%	0.20%
<b>2</b>	595	572	23	3.70%	4.10%	<b>2</b>	499	499	0	0.10%	0.10%
<b>3</b>	573	542	31	5.00%	5.70%	<b>3</b>	481	480	1	0.20%	0.20%
<b>4</b>	579	556	23	3.60%	4.10%	<b>4</b>	489	488	0	0.10%	0.10%
<b>5</b>	595	567	29	4.50%	5.10%	<b>5</b>	499	498	1	0.20%	0.20%
<b>6</b>	596	568	28	4.40%	4.90%	<b>6</b>	498	498	0	0.10%	0.10%
<b>7</b>	578	551	27	4.40%	4.90%	<b>7</b>	484	483	0	0.10%	0.10%
<b>8</b>	581	558	23	3.70%	4.10%	<b>8</b>	502	501	1	0.20%	0.20%
<b>9</b>	588	556	32	5.00%	5.70%	<b>9</b>	493	492	0	0.10%	0.10%
<b>10</b>	576	547	29	4.60%	5.30%	<b>10</b>	479	478	1	0.20%	0.20%
	584.7	557.9	26.8	4.20%	4.80%		491.8	491.1	0.7	0.10%	0.20%

## ANEXO H: DATOS PRUEBA DE CONTROL DE TEMPERATURA

### Programación en python (PC-Windows10):

(utilizada para la adquisición y almacenamiento de datos desde FIREBASE a Excel)

```
import time
import openpyxl
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
from firebase_admin import db
cred =
credentials.Certificate('C:/Users/DANILO
/Documents/Dnailo/Anteproyecto_TESIS/Pro
gramacionPYTHON/monitoringgashi.json')
firebase_admin.initialize_app(cred,{'dat
abaseURL':
'https://monitoringgashi.firebaseio.com/
'})
Temp1DB = db.reference('temp1')
Temp2DB = db.reference('temp2')
Temp3DB = db.reference('temp3')
Temp4DB = db.reference('temp4')
TAmbientalDB =
db.reference('tambiental')
TInternaDB = db.reference('tinterna')
IluminacionDB =
db.reference('iluminacion')
TRestanteDB = db.reference('trestante')
FVerdeDB = db.reference('fverde')
FActuadorDB = db.reference('factuador')
AlertaDB = db.reference('alerta')
AlertaGLPDB = db.reference('alertaglp')
HoraInicioDB =
db.reference('horainicio')
DiaInicioDB = db.reference('diainicio')
i=2
minuto = '60'
Fecha = time.strftime('%d_%m_%Y')
wb =
openpyxl.load_workbook('DatosFirebase.xls
x')
sheet = wb.create_sheet(title = Fecha)
wb.save('DatosFirebase.xlsx')
names = wb.sheetnames
position = len(names) - 1
sheetname = names[position]
print(sheetname)

while True:
    wb =
openpyxl.load_workbook('DatosFirebase.xls
sx')
    sheet =
wb.get_sheet_by_name(sheetname)
    Minuto = time.strftime('%M')
    if (Minuto == minuto):
        time.sleep(5)
    else :
        Hora = time.strftime('%H:%M:%S')
        sheet['A%d'%i] = Hora
        Temp1 = Temp1DB.get()
        sheet['B%d'%i] = Temp1
        Temp2 = Temp2DB.get()
        sheet['C%d'%i] = Temp2
        Temp3 = Temp3DB.get()
        sheet['D%d'%i] = Temp3
        Temp4 = Temp4DB.get()
        sheet['E%d'%i] = Temp4
        TAmbiental = TAmbientalDB.get()
        sheet['F%d'%i] = TAmbiental
        TInterna = TInternaDB.get()
        sheet['G%d'%i] = TInterna
        Iluminacion =
IluminacionDB.get()
        sheet['K%d'%i] = Iluminacion
        TRestante = TRestanteDB.get()
        sheet['L%d'%i] = TRestante
        FVerde = FVerdeDB.get()
        sheet['M%d'%i] = FVerde
        Alerta = AlertaDB.get()
        sheet['N%d'%i] = Alerta
        AlertaGLP = AlertaGLPDB.get()
        sheet['O%d'%i] = AlertaGLP
        HoraInicio = HoraInicioDB.get()
        sheet['P%d'%i] = HoraInicio
        DiaInicio = DiaInicioDB.get()
        sheet['Q%d'%i] = DiaInicio
        wb.save('DatosFirebase.xlsx')
        i = i+1
        minuto = Minuto
```

### Información almacenada:

N°	Hora	Temp. °C		Actuador	RH%	Iluminación LUX			240	09:59	25.8	22.9	ON	41.5	1	674	765	481	14:00	26.4	21	ON	47.3	1.2	521	592
		Int.	Ext.			Ω	Int.	Ext.																		
1	06:00	11.7	6.8	OFF	89.7	20.1	10	11	242	10:01	26.2	22.9	ON	41.6	1	674	765	483	14:02	26.5	20.7	ON	48.3	1.2	521	592
2	06:01	11.8	6.9	OFF	89.5	20	10	11	243	10:02	26.1	22.9	ON	41.6	1.1	589	669	484	14:03	27.1	20.5	ON	48.7	1.4	419	476
3	06:02	11.9	7	OFF	89.2	19.8	10	11	244	10:03	26.4	22.9	ON	41.6	1	674	765	485	14:04	27	20.3	ON	49.4	0.9	782	888
4	06:03	11.8	7.3	OFF	88.2	19.7	10	11	245	10:04	26.2	23	ON	41.3	1	674	765	486	14:05	27.1	20.3	ON	49.2	0.9	782	888
5	06:04	11.8	7.1	OFF	89	19.6	10	11	246	10:05	26.2	23	ON	41.1	1.2	521	592	487	14:06	27.4	20.3	ON	49.4	0.8	924	1050
6	06:05	11.9	7	OFF	89.4	19.4	10	12	247	10:06	26.4	22.6	ON	42.5	1	674	765	488	14:07	27.2	20.6	ON	48.5	1.2	521	592
7	06:06	12	7.1	OFF	88.8	19.1	10	12	248	10:07	26.4	22.6	ON	42.5	1	674	765	489	14:08	27.2	20.3	ON	49.4	1.1	589	669
8	06:07	12	7	OFF	89.3	19	10	12	249	10:08	26.4	22.7	ON	42	1	674	765	490	14:09	27.2	20.1	ON	49.9	0.8	924	1050
9	06:08	12.1	7.2	OFF	88.7	19	10	12	250	10:09	26.7	22.8	ON	42	1	674	765	491	14:10	27.3	19.9	ON	50.6	1.1	589	669
10	06:09	12.1	7	OFF	89.3	18.6	11	12	251	10:10	26.8	22.4	ON	43.1	1	674	765	492	14:11	27.5	20.2	ON	49.6	1.3	465	528
11	06:10	12.2	7.7	OFF	87.3	18.3	11	13	252	10:11	26.8	22.6	ON	42.6	0.8	924	1050	493	14:12	27.4	20.2	ON	49.6	1.2	521	592
12	06:11	12.1	8.1	OFF	86	18.2	11	13	253	10:12	26.6	22.6	ON	42.5	0.6	1387	1576	494	14:13	27.5	20.1	ON	49.9	1.2	521	592
13	06:12	12.2	8.1	OFF	85.9	18.1	11	13	254	10:13	26.9	22.5	ON	42.8	0.5	1795	2040	495	14:14	27.6	19.9	ON	50.4	1.1	589	669
14	06:13	12.3	8.1	OFF	86.1	17.8	11	13	255	10:14	27.1	22.4	ON	43.1	0.5	1795	2040	496	14:15	27.4	19.7	ON	51.2	1	674	765
15	06:14	12.3	8	OFF	86.3	17.5	12	13	256	10:15	27.3	22	ON	44.3	0.4	2461	2797	497	14:16	27.7	20	ON	50.2	0.8	924	1050
16	06:15	12.4	7.9	OFF	86.6	17.5	12	13	257	10:16	27.1	22.1	ON	44	0.5	1795	2040	498	14:17	27.8	19.7	ON	51.3	0.8	924	1050
17	06:16	12	8.2	OFF	85.6	17.4	12	13	258	10:17	27.3	21.8	ON	44.7	0.5	1795	2040	499	14:18	27.8	19.7	ON	51.1	1	674	765
18	06:17	12.5	8.1	OFF	85.9	17.2	12	14	259	10:18	27.5	21.9	ON	44.6	0.5	1795	2040	500	14:19	28	19.5	ON	51.9	1.2	521	592
19	06:18	12.4	8.1	OFF	85.8	17.1	12	14	260	10:19	27.8	21.8	ON	44.9	0.4	2461	2797	501	14:20	28.1	19.7	ON	51.2	1	674	765
20	06:19	12.5	8.2	OFF	85.5	17	12	14	261	10:20	27.4	21.8	ON	44.7	0.4	2461	2797	502	14:21	28	19.7	ON	51.1	0.9	782	888
21	06:20	12.5	8.2	OFF	85.7	16.8	12	14	262	10:21	27.8	22.2	ON	43.5	0.4	2461	2797	503	14:22	27.9	19.7	ON	51.1	1	674	765
22	06:21	12.6	8.2	OFF	85.6	16.5	13	15	263	10:22	27.6	22.1	ON	43.8	0.4	2461	2797	504	14:23	27.9	19.6	ON	51.6	0.9	782	888
23	06:22	12.6	8.8	OFF	83.8	16.3	13	15	264	10:23	27.6	22.2	ON	43.7	0.4	2461	2797	505	14:24	28	19.7	ON	51.3	1.2	521	592

24	06:23	12.6	8.7	OFF	84.1	16	13	15	265	10:24	27.9	22.5	ON	42.7	0.3	3697	4202	506	14:25	28.1	19.4	OFF	51.9	1.3	465	528
25	06:24	12.7	8.9	OFF	83.5	15.8	14	15	266	10:25	28	22.5	ON	42.8	0.3	3697	4202	507	14:26	28	19.4	OFF	52.1	1.4	419	476
26	06:25	12.8	8.6	OFF	84.6	15.5	14	16	267	10:26	28	22.2	OFF	43.8	0.3	3697	4202	508	14:27	27.9	19.7	OFF	51.1	1.2	521	592
27	06:26	12.8	8.5	OFF	84.7	15.1	14	16	268	10:27	28	22.5	OFF	42.7	0.4	2461	2797	509	14:28	27.8	19.6	OFF	51.5	1.3	465	528
28	06:27	12.8	8.6	OFF	84.6	14.8	15	17	269	10:28	28	22.1	OFF	44	0.5	1795	2040	510	14:29	27.6	19.2	OFF	52.7	1.2	521	592
29	06:28	12.7	8.8	OFF	83.9	14.5	15	17	270	10:29	28	22	OFF	44.1	0.5	1795	2040	511	14:30	27.5	19.6	OFF	51.4	1.1	589	669
30	06:29	12.6	8.6	OFF	84.5	14.2	16	18	271	10:30	28.1	21.8	OFF	44.8	0.5	1795	2040	512	14:31	27.3	19.2	OFF	52.6	1	674	765
31	06:30	12.9	8.8	OFF	83.8	13.8	16	19	272	10:31	28.1	22.3	OFF	43.5	0.5	1795	2040	513	14:32	27.1	19.1	OFF	52.9	1	674	765
32	06:31	12.8	9.2	OFF	82.7	13.5	17	19	273	10:32	28	22.2	OFF	43.5	0.5	1795	2040	514	14:33	27	19.3	OFF	52.5	1	674	765
33	06:32	12.9	9.2	OFF	82.6	13.3	17	20	274	10:33	28	22.3	OFF	43.3	0.5	1795	2040	515	14:34	26.9	19.3	OFF	52.4	1	674	765
34	06:33	13	9.2	OFF	82.8	13.1	18	20	275	10:34	28	22.1	OFF	43.9	0.5	1795	2040	516	14:35	26.9	19.2	OFF	52.7	1	674	765
35	06:34	13.1	8.9	OFF	83.6	12.6	19	21	276	10:35	28	21.9	OFF	44.4	0.4	2461	2797	517	14:36	26.9	19.2	OFF	52.6	0.9	782	888
36	06:35	13	9.2	OFF	82.7	12.3	19	22	277	10:36	28	22.4	OFF	43.1	0.4	2461	2797	518	14:37	26.8	19	OFF	53.2	1	674	765
37	06:36	13.1	9.1	OFF	82.9	11.5	21	24	278	10:37	28	22.5	OFF	42.9	0.4	2461	2797	519	14:38	26.7	18.8	OFF	53.7	0.9	782	888
38	06:37	13	9.2	OFF	82.7	11	23	26	279	10:38	27.9	22.4	OFF	42.9	0.3	3697	4202	520	14:39	26.7	18.9	OFF	53.6	0.8	924	1050
39	06:38	13.2	9.1	OFF	82.9	10.5	24	28	280	10:39	27.9	22.3	OFF	43.3	0.4	2461	2797	521	14:40	26.7	19	OFF	53.3	0.9	782	888
40	06:39	13	9.4	OFF	81.9	10.2	25	29	281	10:40	27.9	22.6	OFF	42.5	0.3	3697	4202	522	14:41	26.6	18.7	OFF	54.2	1	674	765
41	06:40	13.1	9.4	OFF	82	9.8	27	30	282	10:41	27.9	22.5	OFF	42.8	0.3	3697	4202	523	14:42	26.7	18.8	OFF	53.8	1.1	589	669
42	06:41	13.2	9.4	OFF	82.1	9.2	29	33	283	10:42	27.9	23.2	OFF	40.7	0.3	3697	4202	524	14:43	26.6	18.8	OFF	54	1	674	765
43	06:42	13.2	9.5	OFF	81.8	8.7	32	36	284	10:43	27.9	23	OFF	41.2	0.3	3697	4202	525	14:44	26.5	19.1	OFF	52.8	0.9	782	888
44	06:43	13.4	9.1	OFF	82.9	8.1	35	40	285	10:44	27.8	23.3	OFF	40.5	0.3	3697	4202	526	14:45	26.5	18.7	OFF	54.2	0.9	782	888
45	06:44	13.3	9.2	OFF	82.5	7.3	41	46	286	10:45	27.8	23.8	OFF	38.8	0.2	6560	7455	527	14:46	26.4	18.8	OFF	53.9	0.8	924	1050
46	06:45	13.3	9.3	OFF	82.4	6.8	45	51	287	10:46	27.8	23.6	OFF	39.5	0.2	6560	7455	528	14:47	26.3	18.9	OFF	53.5	0.7	1116	1268
47	06:46	13.4	9.2	OFF	82.7	6.2	51	58	288	10:47	27.7	23.5	OFF	39.8	0.3	3697	4202	529	14:48	26.2	18.9	OFF	53.4	0.6	1387	1576
48	06:47	13.5	9.5	OFF	81.8	6	53	61	289	10:48	27.7	23.3	OFF	40.4	0.3	3697	4202	530	14:49	26.1	18.8	OFF	53.9	0.6	1387	1576

49	06:48	13.5	9.5	OFF	81.7	5.5	60	69	290	10:49	27.7	23.3	OFF	40.2	0.2	6560	7455	531	14:50	26	18.7	OFF	54.1	0.6	1387	1576
50	06:49	13.6	9.5	OFF	81.8	5.2	65	74	291	10:50	27.6	23.4	OFF	40	0.2	6560	7455	532	14:51	25.9	18.5	OFF	54.8	0.6	1387	1576
51	06:50	13.5	9.7	OFF	81.2	5	69	79	292	10:51	27.6	23.2	OFF	40.6	0.4	2461	2797	533	14:52	25.9	18.8	OFF	53.7	0.7	1116	1268
52	06:51	13.6	9.4	OFF	82	4.8	73	83	293	10:52	27.5	23.1	OFF	41	0.4	2461	2797	534	14:53	26	18.6	OFF	54.4	0.7	1116	1268
53	06:52	13.6	9.8	OFF	80.8	4.2	89	101	294	10:53	27.5	23	OFF	41.2	0.4	2461	2797	535	14:54	25.8	18.6	OFF	54.4	0.8	924	1050
54	06:53	13.6	9.6	OFF	81.4	4	95	108	295	10:54	27.4	22.8	OFF	42	0.4	2461	2797	536	14:55	26.1	18.3	OFF	55.3	0.8	924	1050
55	06:54	13.7	9.8	OFF	81	3.8	102	116	296	10:55	27.4	22.8	OFF	41.9	0.3	3697	4202	537	14:56	26	18.3	OFF	55.2	0.9	782	888
56	06:55	13.8	9.6	OFF	81.3	3.3	124	141	297	10:56	27.3	23.1	OFF	40.9	0.4	2461	2797	538	14:57	26.2	18.6	ON	54.4	0.8	924	1050
57	06:56	13.9	9.8	OFF	80.7	2.8	157	178	298	10:57	27.2	23.2	OFF	40.6	0.4	2461	2797	539	14:58	26.4	18.7	ON	54.2	0.9	782	888
58	06:57	14	9.6	OFF	81.5	2.3	207	236	299	10:58	27.1	23.3	OFF	40.4	0.4	2461	2797	540	14:59	26.1	18.3	ON	55.4	0.9	782	888
59	06:58	14.1	9.6	OFF	81.6	1.7	318	361	300	10:59	27.1	23.4	OFF	40	0.4	2461	2797	541	15:00	26.2	18.6	ON	54.5	1.1	589	669
60	06:59	14.2	9.8	OFF	80.8	1.3	465	528	301	11:00	27.1	23.5	OFF	39.7	0.4	2461	2797	542	15:01	26.9	18.2	ON	55.5	1.2	521	592
61	07:00	14.3	9.9	ON	80.4	1.2	521	592	302	11:01	27.1	23.6	OFF	39.3	0.4	2461	2797	543	15:02	26.6	18.3	ON	55.3	1.1	589	669
62	07:01	14.5	10	ON	80.3	1	674	765	303	11:02	27	23.4	OFF	40	0.4	2461	2797	544	15:03	26.9	18.1	ON	55.8	1.2	521	592
63	07:02	14.7	9.7	ON	81.3	0.8	924	1050	304	11:03	27	23.3	OFF	40.5	0.4	2461	2797	545	15:04	27.4	18.4	ON	55.1	1.3	465	528
64	07:03	15	9.7	ON	81.2	0.7	1116	1268	305	11:04	27	23.2	OFF	40.6	0.4	2461	2797	546	15:05	27	18.5	ON	54.8	1.1	589	669
65	07:04	15.2	10	ON	80.2	0.6	1387	1576	306	11:05	26.9	23.2	OFF	40.8	0.4	2461	2797	547	15:06	27.3	18.3	ON	55.5	1	674	765
66	07:05	15.4	10.1	ON	79.8	0.6	1387	1576	307	11:06	26.9	23.1	OFF	40.9	0.4	2461	2797	548	15:07	27.2	18.1	ON	55.8	1	674	765
67	07:06	15.6	9.8	ON	80.9	0.6	1387	1576	308	11:07	26.8	23.1	OFF	41	0.4	2461	2797	549	15:08	27.3	18.3	ON	55.3	1	674	765
68	07:07	15.8	9.8	ON	80.7	0.6	1387	1576	309	11:08	26.8	23	OFF	41.1	0.4	2461	2797	550	15:09	27.3	18.3	ON	55.2	1.1	589	669
69	07:08	16.1	9.9	ON	80.5	0.6	1387	1576	310	11:09	26.7	22.9	OFF	41.5	0.4	2461	2797	551	15:10	27.3	18.2	ON	55.7	1.1	589	669
70	07:09	16.3	10	ON	80.1	0.6	1387	1576	311	11:10	26.7	22.8	OFF	41.8	0.4	2461	2797	552	15:11	27.3	18	ON	56.2	1.1	589	669
71	07:10	16.5	10.3	ON	79.2	0.6	1387	1576	312	11:11	26.6	22.9	OFF	41.6	0.4	2461	2797	553	15:12	27.3	18.3	ON	55.4	1.2	521	592
72	07:11	16.7	10.3	ON	79.5	0.9	782	888	313	11:12	26.6	22.8	OFF	41.8	0.4	2461	2797	554	15:13	27.4	17.9	ON	56.6	1.2	521	592
73	07:12	16.9	10.5	ON	78.8	1	674	765	314	11:13	26.5	22.9	OFF	41.6	0.4	2461	2797	555	15:14	27.4	18.3	ON	55.3	1.4	419	476

74	07:13	17.2	10.6	ON	78.6	1	674	765	315	11:14	26.5	22.9	OFF	41.6	0.4	2461	2797	556	15:15	27.9	18.3	ON	55.5	1.2	521	592
75	07:14	17.4	10.5	ON	78.8	1	674	765	316	11:15	26.4	22.9	OFF	41.5	0.4	2461	2797	557	15:16	27.7	18.1	ON	56	1.1	589	669
76	07:15	17.6	10.9	ON	77.6	1	674	765	317	11:16	26.4	23.2	OFF	40.8	0.4	2461	2797	558	15:17	27.6	17.9	ON	56.6	1.1	589	669
77	07:16	17.8	10.8	ON	77.9	1.1	589	669	318	11:17	26.4	23.4	OFF	40	0.4	2461	2797	559	15:18	28	18	ON	56.3	1	674	765
78	07:17	18	11	ON	77.4	1	674	765	319	11:18	26.3	22.5	OFF	42.8	0.4	2461	2797	560	15:19	27.8	17.8	OFF	56.9	1	674	765
79	07:18	18.3	11.5	ON	75.8	1.1	589	669	320	11:19	26.3	22.9	OFF	41.5	0.4	2461	2797	561	15:20	27.9	18.1	OFF	55.8	1	674	765
80	07:19	18.5	11.6	ON	75.5	1.1	589	669	321	11:20	26.3	22.6	OFF	42.6	0.4	2461	2797	562	15:21	27.9	18.1	OFF	55.8	0.8	924	1050
81	07:20	18.7	11.9	ON	74.6	1	674	765	322	11:21	26.3	22.7	OFF	42.1	0.4	2461	2797	563	15:22	28	18.1	OFF	56	0.8	924	1050
82	07:21	18.9	12.5	ON	72.7	1	674	765	323	11:22	26.3	22.6	OFF	42.5	0.4	2461	2797	564	15:23	28.1	17.9	OFF	56.5	0.8	924	1050
83	07:22	19.1	12.5	ON	72.7	1	674	765	324	11:23	26.3	22.6	OFF	42.3	0.4	2461	2797	565	15:24	28	18.1	OFF	56	0.6	1387	1576
84	07:23	19.4	12.7	ON	72.2	1	674	765	325	11:24	26.3	22.6	OFF	42.3	0.4	2461	2797	566	15:25	27.9	18.1	OFF	56	0.6	1387	1576
85	07:24	19.6	13	ON	71.3	1.1	589	669	326	11:25	26.3	22.6	OFF	42.5	0.4	2461	2797	567	15:26	27.8	18	OFF	56.3	0.8	924	1050
86	07:25	19.8	13	ON	71.3	1.1	589	669	327	11:26	26.3	23	OFF	41.2	0.4	2461	2797	568	15:27	27.6	17.9	OFF	56.6	0.8	924	1050
87	07:26	19.7	13.6	ON	69.4	1.1	589	669	328	11:27	26.3	22.7	OFF	42	0.4	2461	2797	569	15:28	27.5	17.8	OFF	56.7	0.8	924	1050
88	07:27	20	13.4	ON	69.9	1.1	589	669	329	11:28	26.3	22.9	OFF	41.6	0.4	2461	2797	570	15:29	27.3	17.8	OFF	56.9	0.9	782	888
89	07:28	20.7	13.7	ON	69.1	1.1	589	669	330	11:29	26.3	22.9	OFF	41.5	0.4	2461	2797	571	15:30	27.1	17.9	OFF	56.5	0.9	782	888
90	07:29	21	14	ON	68.3	1.1	589	669	331	11:30	26.3	22.6	OFF	42.5	0.4	2461	2797	572	15:31	27	17.9	OFF	56.6	1	674	765
91	07:30	20.6	14	ON	68.2	1.1	589	669	332	11:31	26.3	22.3	OFF	43.4	0.5	1795	2040	573	15:32	26.9	17.9	OFF	56.5	1	674	765
92	07:31	21.4	14.3	ON	67.2	1.1	589	669	333	11:32	26.3	22.3	OFF	43.4	0.4	2461	2797	574	15:33	26.9	17.9	OFF	56.6	1	674	765
93	07:32	21.8	14.3	ON	67.2	1.1	589	669	334	11:33	26	21.9	OFF	44.5	0.4	2461	2797	575	15:34	26.9	18	OFF	56.3	1	674	765
94	07:33	21.3	14.5	ON	66.8	1.1	589	669	335	11:34	26	22.1	OFF	43.8	0.4	2461	2797	576	15:35	26.8	17.5	OFF	57.7	1	674	765
95	07:34	22.3	14.4	ON	67.1	1.1	589	669	336	11:35	25.9	22	ON	44.3	0.4	2461	2797	577	15:36	26.7	17.9	OFF	56.4	1.1	589	669
96	07:35	22	14.9	ON	65.7	1.1	589	669	337	11:36	25.9	22	ON	44.2	0.4	2461	2797	578	15:37	26.7	17.7	OFF	57.2	1.1	589	669
97	07:36	22.9	14.6	ON	66.5	1.1	589	669	338	11:37	25.9	21.9	ON	44.5	0.4	2461	2797	579	15:38	26.7	17.6	OFF	57.3	1	674	765
98	07:37	22.4	15.2	ON	64.6	1.1	589	669	339	11:38	25.9	22	ON	44.4	0.4	2461	2797	580	15:39	26.6	17.8	OFF	57	1	674	765

99	07:38	22.9	14.9	ON	65.6	1.1	589	669	340	11:39	25.8	22	ON	44.2	0.4	2461	2797	581	15:40	26.7	17.5	OFF	57.9	1	674	765
100	07:39	22.9	15.3	ON	64.4	1.1	589	669	341	11:40	25.7	22	ON	44.1	0.4	2461	2797	582	15:41	26.6	17.2	OFF	58.6	1	674	765
101	07:40	23.3	15.5	ON	63.7	1.1	589	669	342	11:41	25.8	22.1	ON	44	0.4	2461	2797	583	15:42	26.5	17.6	OFF	57.3	1	674	765
102	07:41	23.7	15.5	ON	63.8	1.1	589	669	343	11:42	25.8	22	ON	44.2	0.4	2461	2797	584	15:43	26.5	17.5	OFF	57.6	1	674	765
103	07:42	24.2	15.6	ON	63.4	1.1	589	669	344	11:43	25.9	22.4	ON	43	0.5	1795	2040	585	15:44	26.4	17.1	OFF	58.8	1	674	765
104	07:43	24.3	16.1	ON	62	1.1	589	669	345	11:44	25.8	22.3	ON	43.3	0.5	1795	2040	586	15:45	26.3	17.2	OFF	58.8	1	674	765
105	07:44	24.2	16.1	ON	62	1.1	589	669	346	11:45	25.9	22.4	ON	43	0.5	1795	2040	587	15:46	26.2	17.2	OFF	58.6	1.1	589	669
106	07:45	24.4	16.3	ON	61.5	1.1	589	669	347	11:46	25.9	22.3	ON	43.4	0.5	1795	2040	588	15:47	26.1	16.9	OFF	59.5	1	674	765
107	07:46	24.2	16.5	ON	60.6	1.1	589	669	348	11:47	25.9	22.4	ON	42.9	0.5	1795	2040	589	15:48	26	17	OFF	59.3	1.2	521	592
108	07:47	25	16.8	ON	59.9	1.1	589	669	349	11:48	25.9	22.1	ON	44	0.5	1795	2040	590	15:49	25.9	17.1	OFF	59.1	1.2	521	592
109	07:48	25	16.5	ON	60.7	1.1	589	669	350	11:49	26	22.2	ON	43.6	0.5	1795	2040	591	15:50	25.9	17	ON	59.3	1.2	521	592
110	07:49	24.8	17	ON	59.2	1.1	589	669	351	11:50	26	22.5	ON	42.9	0.5	1795	2040	592	15:51	25.9	17.1	ON	58.8	1	674	765
111	07:50	25.8	16.9	ON	59.5	1.1	589	669	352	11:51	26	22.5	ON	42.6	0.5	1795	2040	593	15:52	26.1	16.7	ON	60.1	0.8	924	1050
112	07:51	25.3	17.1	ON	58.9	0.8	924	1050	353	11:52	26	22.3	ON	43.5	0.5	1795	2040	594	15:53	26.1	17.1	ON	59.1	0.7	1116	1268
113	07:52	25.9	17.1	ON	59	0.8	924	1050	354	11:53	26.1	22.2	ON	43.7	0.5	1795	2040	595	15:54	25.9	16.8	ON	60	0.8	924	1050
114	07:53	26.2	16.9	ON	59.5	0.8	924	1050	355	11:54	26.1	21.8	ON	44.8	0.5	1795	2040	596	15:55	26	16.7	ON	60.1	0.7	1116	1268
115	07:54	26.4	17	ON	59.3	0.8	924	1050	356	11:55	26.2	21.8	ON	44.8	0.5	1795	2040	597	15:56	26.1	16.7	ON	60.1	0.7	1116	1268
116	07:55	26.5	17.1	ON	58.9	0.8	924	1050	357	11:56	26.2	21.8	ON	44.8	0.5	1795	2040	598	15:57	26.3	16.5	ON	60.6	0.8	924	1050
117	07:56	26.6	17.7	ON	57.2	0.6	1387	1576	358	11:57	26.3	21.6	ON	45.5	0.5	1795	2040	599	15:58	26.4	16.7	ON	60.3	0.8	924	1050
118	07:57	27.3	18	ON	56.3	0.7	1116	1268	359	11:58	26.4	21.8	ON	45	0.5	1795	2040	600	15:59	26.3	16.7	ON	60.1	0.8	924	1050
119	07:58	27.1	18.2	ON	55.6	0.7	1116	1268	360	11:59	26.4	21.6	ON	45.4	0.5	1795	2040	601	16:00	26.5	16.7	ON	60.1	0.4	2461	2797
120	07:59	27.1	18	ON	56.3	0.7	1116	1268	361	12:00	26.5	22.2	ON	43.8	0.5	1795	2040	602	16:01	26.5	16.6	ON	60.4	0.5	1795	2040
121	08:00	27.2	18.4	ON	55.1	0.7	1116	1268	362	12:01	26.6	22.3	ON	43.2	0.4	2461	2797	603	16:02	26.7	16.7	ON	60.2	0.5	1795	2040
122	08:01	27.2	18.3	ON	55.3	0.8	924	1050	363	12:02	26.6	22.4	ON	43.2	0.4	2461	2797	604	16:03	26.5	16.6	ON	60.4	0.5	1795	2040
123	08:02	27.6	18.3	ON	55.4	0.8	924	1050	364	12:03	26.7	22.6	ON	42.5	0.4	2461	2797	605	16:04	26.5	16.5	ON	60.6	0.3	3697	4202

124	08:03	27.5	18.3	ON	55.3	0.8	924	1050	365	12:04	26.8	22.3	ON	43.3	0.4	2461	2797	606	16:05	26.8	16.2	ON	61.7	0.5	1795	2040
125	08:04	27.6	18.5	ON	54.6	0.8	924	1050	366	12:05	26.8	22.2	ON	43.5	0.4	2461	2797	607	16:06	26.9	16.5	ON	60.6	0.4	2461	2797
126	08:05	27.8	18.3	ON	55.5	0.8	924	1050	367	12:06	26.9	21.9	ON	44.4	0.4	2461	2797	608	16:07	27.1	16.2	ON	61.8	0.3	3697	4202
127	08:06	27.6	19	ON	53.3	0.8	924	1050	368	12:07	27	22	ON	44.4	0.4	2461	2797	609	16:08	27.1	16.1	ON	61.9	0.5	1795	2040
128	08:07	27.7	19.1	ON	53	0.7	1116	1268	369	12:08	27.1	21.9	ON	44.5	0.5	1795	2040	610	16:09	27.2	16.4	ON	60.9	0.4	2461	2797
129	08:08	27.8	19.5	ON	51.7	0.8	924	1050	370	12:09	27.2	22	ON	44.1	0.5	1795	2040	611	16:10	27.1	16	ON	62.2	0.5	1795	2040
130	08:09	28.1	19.3	ON	52.4	0.7	1116	1268	371	12:10	27.3	21.9	ON	44.5	0.5	1795	2040	612	16:11	27.5	16.1	ON	62	0.3	3697	4202
131	08:10	27.8	19.3	ON	52.4	0.8	924	1050	372	12:11	27.4	21.6	ON	45.3	0.5	1795	2040	613	16:12	27.4	16.1	ON	61.8	0.5	1795	2040
132	08:11	27.9	19.5	ON	51.8	0.7	1116	1268	373	12:12	27.6	21.4	ON	46	0.5	1795	2040	614	16:13	27.3	16.1	ON	62	0.4	2461	2797
133	08:12	27.9	19.6	ON	51.5	0.7	1116	1268	374	12:13	27.7	21.1	ON	46.9	0.5	1795	2040	615	16:14	27.5	16.1	ON	62	0.4	2461	2797
134	08:13	28	19.7	ON	51.2	0.7	1116	1268	375	12:14	27.9	21.4	ON	46.1	0.5	1795	2040	616	16:15	27.5	16	ON	62.3	0.4	2461	2797
135	08:14	28.1	19.6	OFF	51.4	1	674	765	376	12:15	28	21.2	ON	46.8	0.5	1795	2040	617	16:16	27.9	15.9	ON	62.5	0.5	1795	2040
136	08:15	28	19.5	OFF	51.7	1	674	765	377	12:16	28.2	21.1	OFF	47.1	0.5	1795	2040	618	16:17	27.8	16.1	ON	61.9	0.3	3697	4202
137	08:16	27.9	19.7	OFF	51	1	674	765	378	12:17	28.3	21.1	OFF	47	0.5	1795	2040	619	16:18	28.1	16	ON	62.4	0.4	2461	2797
138	08:17	27.8	19.4	OFF	52.2	0.7	1116	1268	379	12:18	28.3	21.2	OFF	46.6	0.5	1795	2040	620	16:19	28	16	OFF	62.2	0.4	2461	2797
139	08:18	27.6	19.6	OFF	51.3	0.8	924	1050	380	12:19	28.3	21.2	OFF	46.7	0.5	1795	2040	621	16:20	28	16.1	OFF	61.8	0.4	2461	2797
140	08:19	27.5	19.6	OFF	51.4	0.7	1116	1268	381	12:20	28.3	21.3	OFF	46.4	0.5	1795	2040	622	16:21	28	16.1	OFF	61.9	0.5	1795	2040
141	08:20	27.3	19.3	OFF	52.5	0.5	1795	2040	382	12:21	28.3	21.1	OFF	46.9	0.5	1795	2040	623	16:22	28	16.1	OFF	61.9	0.5	1795	2040
142	08:21	27.1	19.3	OFF	52.2	0.5	1795	2040	383	12:22	28.2	21.2	OFF	46.6	0.5	1795	2040	624	16:23	28.1	15.9	OFF	62.5	0.5	1795	2040
143	08:22	27	19.3	OFF	52.4	0.6	1387	1576	384	12:23	28.2	21	OFF	47.2	0.5	1795	2040	625	16:24	28.1	16	OFF	62.1	0.3	3697	4202
144	08:23	26.9	19.4	OFF	52.2	0.7	1116	1268	385	12:24	28.2	21.2	OFF	46.6	0.5	1795	2040	626	16:25	28	15.9	OFF	62.4	0.3	3697	4202
145	08:24	26.9	19.6	OFF	51.5	0.7	1116	1268	386	12:25	28.2	21.2	OFF	46.6	0.5	1795	2040	627	16:26	28	16.2	OFF	61.7	0.4	2461	2797
146	08:25	26.9	19.8	OFF	50.9	0.7	1116	1268	387	12:26	28.2	21	OFF	47.3	0.5	1795	2040	628	16:27	28	16.4	OFF	61	0.4	2461	2797
147	08:26	26.8	20	OFF	50.3	0.7	1116	1268	388	12:27	28.1	21.2	OFF	46.7	0.5	1795	2040	629	16:28	27.9	16.3	OFF	61.5	0.4	2461	2797
148	08:27	26.7	19.7	OFF	51.3	0.7	1116	1268	389	12:28	28.1	20.9	OFF	47.5	0.5	1795	2040	630	16:29	27.8	16	OFF	62.2	0.4	2461	2797

149	08:28	26.7	19.9	OFF	50.5	0.7	1116	1268	390	12:29	28	21.2	OFF	46.8	0.5	1795	2040	631	16:30	27.8	16.3	OFF	61.4	0.4	2461	2797
150	08:29	26.7	20	OFF	50.1	0.7	1116	1268	391	12:30	27.9	21.1	OFF	47.1	0.5	1795	2040	632	16:31	27.8	16.4	OFF	61.1	0.4	2461	2797
151	08:30	26.6	19.8	OFF	50.8	0.7	1116	1268	392	12:31	27.8	20.9	OFF	47.6	0.5	1795	2040	633	16:32	27.7	16.4	OFF	61.2	0.4	2461	2797
152	08:31	26.7	20.3	OFF	49.4	0.7	1116	1268	393	12:32	27.7	21	OFF	47.4	0.5	1795	2040	634	16:33	27.7	16.1	OFF	61.9	0.5	1795	2040
153	08:32	26.6	20	OFF	50.3	0.7	1116	1268	394	12:33	27.6	20.9	OFF	47.5	0.5	1795	2040	635	16:34	27.7	16.2	OFF	61.8	0.6	1387	1576
154	08:33	26.5	20.3	OFF	49.3	0.7	1116	1268	395	12:34	27.5	21.1	OFF	47	0.5	1795	2040	636	16:35	27.8	16.3	OFF	61.3	0.6	1387	1576
155	08:34	26.5	20.6	OFF	48.5	0.7	1116	1268	396	12:35	27.4	21.2	OFF	46.6	0.5	1795	2040	637	16:36	27.8	16.3	OFF	61.2	0.6	1387	1576
156	08:35	26.4	20.7	OFF	48.1	0.7	1116	1268	397	12:36	27.3	21	OFF	47.3	0.5	1795	2040	638	16:37	27.8	16	OFF	62.4	0.6	1387	1576
157	08:36	26.3	21	OFF	47.3	0.7	1116	1268	398	12:37	27.2	21.1	OFF	47	0.5	1795	2040	639	16:38	27.7	16.2	OFF	61.7	0.7	1116	1268
158	08:37	26.2	20.9	OFF	47.6	0.7	1116	1268	399	12:38	27.1	20.9	OFF	47.6	0.5	1795	2040	640	16:39	27.6	16.4	OFF	61	0.7	1116	1268
159	08:38	26.1	20.9	OFF	47.5	0.7	1116	1268	400	12:39	27	20.9	OFF	47.5	0.5	1795	2040	641	16:40	27.5	16.5	OFF	60.6	0.8	924	1050
160	08:39	26	21	OFF	47.2	0.7	1116	1268	401	12:40	27	20.9	OFF	47.6	0.5	1795	2040	642	16:41	27.5	16.5	OFF	60.9	0.9	782	888
161	08:40	25.9	20.9	ON	47.4	0.7	1116	1268	402	12:41	26.9	20.9	OFF	47.6	0.5	1795	2040	643	16:42	27.4	16.5	OFF	60.9	0.8	924	1050
162	08:41	26	21.1	ON	47	0.7	1116	1268	403	12:42	26.8	21.2	OFF	46.8	0.5	1795	2040	644	16:43	27.4	16.5	OFF	60.7	0.9	782	888
163	08:42	26	21.1	ON	46.8	0.6	1387	1576	404	12:43	26.8	21.1	OFF	46.8	0.5	1795	2040	645	16:44	27.5	16.5	OFF	60.6	0.8	924	1050
164	08:43	26	21.2	ON	46.6	0.7	1116	1268	405	12:44	26.7	21	OFF	47.1	0.5	1795	2040	646	16:45	27.6	16.5	OFF	60.8	0.8	924	1050
165	08:44	26	21.3	ON	46.4	0.7	1116	1268	406	12:45	26.6	20.9	OFF	47.5	0.5	1795	2040	647	16:46	27.5	16.2	OFF	61.6	0.7	1116	1268
166	08:45	26.1	21.4	ON	46.2	0.7	1116	1268	407	12:46	26.6	21.3	OFF	46.5	0.8	924	1050	648	16:47	27.4	16.5	OFF	60.6	0.5	1795	2040
167	08:46	26.1	21.1	ON	46.8	0.7	1116	1268	408	12:47	26.5	21	OFF	47.3	0.8	924	1050	649	16:48	27.4	16.2	OFF	61.5	0.4	2461	2797
168	08:47	26.1	21	ON	47.1	0.6	1387	1576	409	12:48	26.4	21.4	OFF	45.9	0.8	924	1050	650	16:49	27.5	16.6	OFF	60.4	0.6	1387	1576
169	08:48	26.1	21.2	ON	46.5	1	674	765	410	12:49	26.4	21.3	OFF	46.3	0.8	924	1050	651	16:50	27.2	16.2	OFF	61.8	0.5	1795	2040
170	08:49	26.2	20.9	ON	47.7	0.7	1116	1268	411	12:50	26.2	21.6	OFF	45.4	0.8	924	1050	652	16:51	27.2	16.4	OFF	61	0.5	1795	2040
171	08:50	26.2	20.9	ON	47.6	0.6	1387	1576	412	12:51	26	21.2	OFF	46.6	0.8	924	1050	653	16:52	27.3	16.6	OFF	60.6	0.5	1795	2040
172	08:51	26.2	20.4	ON	49	0.5	1795	2040	413	12:52	25.8	21.7	ON	45.2	0.8	924	1050	654	16:53	27.2	16.3	OFF	61.4	0.4	2461	2797
173	08:52	26.2	20.3	ON	49.3	0.5	1795	2040	414	12:53	25.8	21.5	ON	45.6	0.8	924	1050	655	16:54	27.2	16.4	OFF	61.1	0.4	2461	2797

174	08:53	26.3	20	ON	50.3	0.6	1387	1576	415	12:54	25.8	21.5	ON	45.7	0.8	924	1050	656	16:55	27.2	16.3	OFF	61.3	0.5	1795	2040
175	08:54	26.3	20.2	ON	49.5	0.6	1387	1576	416	12:55	25.8	21.6	ON	45.4	0.8	924	1050	657	16:56	27.2	16.5	OFF	60.8	0.6	1387	1576
176	08:55	26.3	20.3	ON	49.3	0.6	1387	1576	417	12:56	25.9	21.9	ON	44.5	0.8	924	1050	658	16:57	27.1	16.7	OFF	60.3	0.6	1387	1576
177	08:56	26.3	20.8	ON	47.7	0.6	1387	1576	418	12:57	25.9	21.8	ON	44.8	0.8	924	1050	659	16:58	27	16.7	OFF	60.2	0.7	1116	1268
178	08:57	26.4	20.5	ON	48.9	0.5	1795	2040	419	12:58	25.9	21.9	ON	44.7	0.8	924	1050	660	16:59	27	16.4	OFF	61.1	0.8	924	1050
179	08:58	26.4	21	ON	47.4	0.4	2461	2797	420	12:59	26.2	22.1	ON	44	0.8	924	1050	661	17:00	26.9	16.4	OFF	61.2	0.8	924	1050
180	08:59	26.4	20.9	ON	47.7	0.4	2461	2797	421	13:00	26.1	22	ON	44.2	0.8	924	1050	662	17:01	26.9	16.4	OFF	61.2	1.1	589	669
181	09:00	26.4	21	ON	47.3	0.4	2461	2797	422	13:01	26	22.1	ON	44	0.8	924	1050	663	17:02	26.8	16.7	OFF	60.2	1.1	589	669
182	09:01	26.5	21.1	ON	46.9	0.5	1795	2040	423	13:02	26.4	21.9	ON	44.4	0.8	924	1050	664	17:03	26.8	16.6	OFF	60.5	1	674	765
183	09:02	26.5	21.5	ON	45.6	0.5	1795	2040	424	13:03	27.5	21.8	ON	44.8	0.8	924	1050	665	17:04	26.7	16.4	OFF	61	1.3	465	528
184	09:03	26.5	21.5	ON	45.8	0.5	1795	2040	425	13:04	27.2	22	ON	44.1	0.8	924	1050	666	17:05	26.7	16.4	OFF	60.9	1.2	521	592
185	09:04	26.5	21.2	ON	46.8	0.5	1795	2040	426	13:05	27	22.1	ON	44	0.8	924	1050	667	17:06	26.6	16.6	OFF	60.5	1.2	521	592
186	09:05	26.6	21.3	ON	46.3	0.5	1795	2040	427	13:06	27.3	22.1	ON	43.9	0.8	924	1050	668	17:07	26.6	16.5	OFF	60.7	1.1	589	669
187	09:06	26.6	21.9	ON	44.4	0.5	1795	2040	428	13:07	27.4	22.4	ON	43.1	0.8	924	1050	669	17:08	26.5	16.7	OFF	60.2	1.1	589	669
188	09:07	26.6	22	ON	44.3	0.5	1795	2040	429	13:08	27.4	22.1	ON	44	0.8	924	1050	670	17:09	26.5	16.7	OFF	60	1	674	765
189	09:08	26.6	21.9	ON	44.5	0.5	1795	2040	430	13:09	27.3	22.3	ON	43.3	0.8	924	1050	671	17:10	26.4	16.3	OFF	61.2	1.3	465	528
190	09:09	26.7	22.4	ON	43.1	0.5	1795	2040	431	13:10	27.3	22.3	ON	43.4	0.8	924	1050	672	17:11	26.4	16.7	OFF	60.3	1	674	765
191	09:10	26.7	22.2	ON	43.7	0.5	1795	2040	432	13:11	27.3	22.4	ON	43.2	0.8	924	1050	673	17:12	26.3	16.4	OFF	61	0.9	782	888
192	09:11	26.7	22.4	ON	43	0.4	2461	2797	433	13:12	27.4	22.4	ON	43.2	0.8	924	1050	674	17:13	26.1	16.4	OFF	61.1	0.8	924	1050
193	09:12	26.7	22.5	ON	42.7	0.5	1795	2040	434	13:13	27.4	22.1	ON	44	0.8	924	1050	675	17:14	25.9	16.7	OFF	60.2	0.7	1116	1268
194	09:13	26.8	22.5	ON	42.9	0.3	3697	4202	435	13:14	27.5	22.3	ON	43.5	0.8	924	1050	676	17:15	25.7	16.5	OFF	60.9	0.6	1387	1576
195	09:14	26.9	22.3	ON	43.4	0.4	2461	2797	436	13:15	27.7	22.2	ON	43.7	0.8	924	1050	677	17:16	25.8	16.4	OFF	61	0.6	1387	1576
196	09:15	27	22.5	ON	42.7	0.4	2461	2797	437	13:16	27.6	21.9	ON	44.6	0.8	924	1050	678	17:17	25.9	16.2	OFF	61.7	0.4	2461	2797
197	09:16	27.1	22.8	ON	42	0.5	1795	2040	438	13:17	27.7	22.1	ON	43.8	0.8	924	1050	679	17:18	26	16.5	OFF	60.7	0.4	2461	2797
198	09:17	27.2	23.1	ON	41	0.6	1387	1576	439	13:18	27.8	22	ON	44.2	0.8	924	1050	680	17:19	26.1	16.2	OFF	61.5	0.5	1795	2040

199	09:18	27.3	23.1	ON	40.9	0.6	1387	1576	440	13:19	27.9	21.9	ON	44.5	0.8	924	1050	681	17:20	26.2	16.5	OFF	60.8	0.2	6560	7455
200	09:19	27.4	23.5	ON	39.7	0.8	924	1050	441	13:20	27.9	22.3	ON	43.3	0.8	924	1050	682	17:21	26.3	16.3	OFF	61.2	0.2	6560	7455
201	09:20	27.6	23.6	ON	39.5	0.7	1116	1268	442	13:21	28	22.3	ON	43.4	0.9	782	888	683	17:22	26.4	16.5	OFF	60.8	0.2	6560	7455
202	09:21	27.8	23.7	ON	39	0.8	924	1050	443	13:22	28.1	22.5	ON	42.6	0.9	782	888	684	17:23	26.5	16.3	OFF	61.4	0.4	2461	2797
203	09:22	28	23.4	ON	40	0.7	1116	1268	444	13:23	28	22.1	ON	44	0.9	782	888	685	17:24	26.6	16.5	OFF	60.7	0.5	1795	2040
204	09:23	28.2	23.4	OFF	40	0.7	1116	1268	445	13:24	27.9	22.3	OFF	43.4	0.9	782	888	686	17:25	26.7	16.2	OFF	61.7	0.6	1387	1576
205	09:24	28.4	23.3	OFF	40.3	0.7	1116	1268	446	13:25	27.8	22.3	OFF	43.2	0.9	782	888	687	17:26	26.7	16	OFF	62.4	0.7	1116	1268
206	09:25	28.3	23.4	OFF	40.1	0.7	1116	1268	447	13:26	27.6	22.1	OFF	43.9	1.4	419	476	688	17:27	26.6	16.2	OFF	61.6	0.9	782	888
207	09:26	28.2	23.6	OFF	39.6	0.8	924	1050	448	13:27	27.5	21.6	OFF	45.4	0.8	924	1050	689	17:28	26.6	16.4	OFF	61.1	0.8	924	1050
208	09:27	28.1	23.7	OFF	39.2	0.6	1387	1576	449	13:28	27.3	21.6	OFF	45.3	1	674	765	690	17:29	26.5	16.3	OFF	61.4	0.8	924	1050
209	09:28	28	24.1	OFF	38	0.6	1387	1576	450	13:29	27.1	21.7	OFF	45.1	0.9	782	888	691	17:30	26.5	16.3	OFF	61.3	1	674	765
210	09:29	27.9	24.2	OFF	37.7	0.6	1387	1576	451	13:30	27	21.9	OFF	44.4	1	674	765	692	17:31	26.4	16.1	OFF	62	1	674	765
211	09:30	27.8	24.1	OFF	38.1	0.5	1795	2040	452	13:31	26.9	21.6	OFF	45.3	1.1	589	669	693	17:32	26.3	16.4	OFF	61.1	1.1	589	669
212	09:31	27.7	24.5	OFF	36.9	0.5	1795	2040	453	13:32	26.9	21.2	OFF	46.8	0.8	924	1050	694	17:33	26.3	16.3	OFF	61.5	1.2	521	592
213	09:32	27.6	24.3	OFF	37.2	0.5	1795	2040	454	13:33	26.9	21.2	OFF	46.7	1.1	589	669	695	17:34	26.2	16	OFF	62.4	1.2	521	592
214	09:33	27.5	24.4	OFF	37.2	0.3	3697	4202	455	13:34	26.8	21.5	OFF	45.9	0.8	924	1050	696	17:35	26.1	16	OFF	62.2	1.3	465	528
215	09:34	27.2	24.4	OFF	36.9	0.3	3697	4202	456	13:35	26.7	21.2	OFF	46.7	0.9	782	888	697	17:36	26	15.9	OFF	62.4	1.3	465	528
216	09:35	27	24.4	OFF	37	0.3	3697	4202	457	13:36	26.7	21.4	OFF	46.1	0.8	924	1050	698	17:37	25.9	16.2	OFF	61.6	1.1	589	669
217	09:36	27	24.3	OFF	37.3	0.2	6560	7455	458	13:37	26.7	21.5	OFF	45.9	1.4	419	476	699	17:38	25.9	16.2	OFF	61.8	1.1	589	669
218	09:37	26.8	24.2	OFF	37.7	0.2	6560	7455	459	13:38	26.6	21.5	OFF	45.9	1	674	765	700	17:39	25.8	16.3	OFF	61.3	1	674	765
219	09:38	26.8	24.4	OFF	37.1	0.3	3697	4202	460	13:39	26.7	21.4	OFF	46.2	0.8	924	1050	701	17:40	25.7	15.8	OFF	62.7	1	674	765
220	09:39	26.7	24.7	OFF	36.1	0.5	1795	2040	461	13:40	26.6	21.6	OFF	45.6	1	674	765	702	17:41	25.6	16.2	OFF	61.7	1	674	765
221	09:40	26.6	24.8	OFF	35.8	0.7	1116	1268	462	13:41	26.5	21.5	OFF	45.8	1.1	589	669	703	17:42	25.5	15.9	OFF	62.7	1	674	765
222	09:41	26.7	24.3	OFF	37.2	0.5	1795	2040	463	13:42	26.5	21.3	OFF	46.4	0.8	924	1050	704	17:43	25.4	15.7	OFF	63.2	1.1	589	669
223	09:42	26.5	24.5	OFF	36.8	0.6	1387	1576	464	13:43	26.4	21.2	OFF	46.6	0.8	924	1050	705	17:44	25.3	16.1	OFF	62	1.1	589	669

<b>224</b>	09:43	26.6	24.6	OFF	36.5	0.7	1116	1268	<b>465</b>	13:44	26.3	21.6	OFF	45.4	0.8	924	1050	<b>706</b>	17:45	25.2	15.9	OFF	62.5	1.2	521	592
<b>225</b>	09:44	26.4	24.2	OFF	37.6	0.5	1795	2040	<b>466</b>	13:45	26.2	21.6	OFF	45.4	0.8	924	1050	<b>707</b>	17:46	25.1	15.9	OFF	62.7	1.2	521	592
<b>226</b>	09:45	26.4	24	OFF	38.1	0.6	1387	1576	<b>467</b>	13:46	26.1	21.2	OFF	46.7	1	674	765	<b>708</b>	17:47	25	16	OFF	62.2	1.3	465	528
<b>227</b>	09:46	26.4	24.4	OFF	37	0.5	1795	2040	<b>468</b>	13:47	26	21.7	OFF	45.1	1	674	765	<b>709</b>	17:48	24.9	15.8	OFF	62.9	1.3	465	528
<b>228</b>	09:47	26.3	23.9	OFF	38.6	0.5	1795	2040	<b>469</b>	13:48	25.9	21.3	ON	46.3	1.4	419	476	<b>710</b>	17:49	24.8	15.5	OFF	63.8	1.2	521	592
<b>229</b>	09:48	26.2	23.9	OFF	38.6	0.6	1387	1576	<b>470</b>	13:49	25.9	21	ON	47.4	1.2	521	592	<b>711</b>	17:50	24.7	15.7	OFF	63.2	1.4	419	476
<b>230</b>	09:49	26.1	23.7	OFF	39	0.7	1116	1268	<b>471</b>	13:50	25.9	21.4	ON	46.1	1.1	589	669	<b>712</b>	17:51	24.5	15.5	OFF	63.7	1.4	419	476
<b>231</b>	09:50	26.1	23.5	OFF	39.8	0.8	924	1050	<b>472</b>	13:51	26.1	21.5	ON	45.6	0.8	924	1050	<b>713</b>	17:52	24.4	15.4	OFF	64	1.3	465	528
<b>232</b>	09:51	26	23.4	OFF	40.2	0.9	782	888	<b>473</b>	13:52	25.9	21.1	ON	47	1.2	521	592	<b>714</b>	17:53	24.2	15.5	OFF	63.8	1.4	419	476
<b>233</b>	09:52	25.9	23.1	ON	41.1	0.9	782	888	<b>474</b>	13:53	26.2	21.2	ON	46.7	1.3	465	528	<b>715</b>	17:54	24.1	15.7	OFF	63.1	1.5	380	431
<b>234</b>	09:53	26	23.4	ON	39.9	0.9	782	888	<b>475</b>	13:54	26	20.8	ON	47.8	0.8	924	1050	<b>716</b>	17:55	23.9	15.3	OFF	64.3	1.7	318	361
<b>235</b>	09:54	26.2	23.2	ON	40.6	0.9	782	888	<b>476</b>	13:55	26.4	21	ON	47.2	1.2	521	592	<b>717</b>	17:56	23.7	15.3	OFF	64.5	1.7	318	361
<b>236</b>	09:55	25.9	22.9	ON	41.4	0.9	782	888	<b>477</b>	13:56	26.3	20.9	ON	47.6	1.4	419	476	<b>718</b>	17:57	23.5	15.4	OFF	64.1	1.5	380	431
<b>237</b>	09:56	25.9	22.9	ON	41.4	0.9	782	888	<b>478</b>	13:57	26.3	21	ON	47.3	1.4	419	476	<b>719</b>	17:58	23.3	15.6	OFF	63.4	1.6	347	394
<b>238</b>	09:57	25.9	23.1	ON	40.8	1.1	589	669	<b>479</b>	13:58	26.5	20.7	ON	48.2	1.1	589	669	<b>720</b>	17:59	23.1	15.4	OFF	64	1.6	347	394
<b>239</b>	09:58	25.9	23	ON	41.3	1	674	765	<b>480</b>	13:59	26.4	20.7	ON	48.1	1.1	589	669	<b>721</b>	18:00	22.9	15	OFF	65.2	1.5	380	431

**ANEXO I: DATOS PRUEBAS PROCESO AUTOMATIZADO**

PROCESO 1						PROCESO 4					
	DIA 0		DIA 1				DIA 0		DIA 1		
Muestra	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia1	Muestra	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia1
1	494	423	71	14.00%	16.80%	1	501	430	71	14.30%	16.40%
2	510	436	74	14.70%	17.00%	2	505	433	72	14.00%	16.50%
3	509	437	72	14.60%	16.50%	3	492	420	72	14.20%	17.20%
4	496	423	73	14.40%	17.20%	4	509	437	72	14.40%	16.40%
5	491	420	71	14.00%	16.80%	5	501	429	72	14.60%	16.70%
6	492	422	70	14.30%	16.60%	6	502	430	72	14.70%	16.80%
7	501	426	75	14.80%	17.60%	7	506	430	76	15.10%	17.60%
8	506	434	72	14.10%	16.50%	8	498	428	70	13.80%	16.30%
9	508	436	72	14.50%	16.60%	9	493	423	70	13.70%	16.50%
10	494	424	70	13.90%	16.40%	10	505	433	72	14.50%	16.50%
11	495	423	72	14.10%	17.00%	11	496	427	69	14.00%	16.30%
12	503	433	70	13.90%	16.10%	12	504	429	75	15.00%	17.60%
13	495	423	72	14.30%	17.10%	13	501	428	73	14.70%	17.00%
14	494	422	72	14.60%	17.10%	14	499	428	71	14.40%	16.60%
15	498	429	69	13.60%	16.10%	15	493	421	72	14.50%	17.20%
16	498	425	73	14.70%	17.20%	16	495	424	71	14.20%	16.70%
	499	427.3	72	14.30%	16.80%		500	428.2	72	14.40%	16.80%
	DIA 1		DIA 2				DIA 1		DIA 2		
Muestra	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2	Muestra	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2
1	423	358	65	12.80%	18.20%	1	430	363	67	13.60%	18.50%
2	436	365	71	14.10%	19.40%	2	433	363	71	13.90%	19.50%
3	437	366	71	14.30%	19.40%	3	420	354	66	12.90%	18.50%
4	423	358	65	12.80%	18.10%	4	437	366	71	14.40%	19.50%

5	420	354	66	13.10%	18.70%	5	429	362	67	13.70%	18.50%
6	422	356	66	13.40%	18.40%	6	430	364	66	13.40%	18.20%
7	426	361	65	12.80%	17.90%	7	430	363	67	13.40%	18.50%
8	434	368	67	13.20%	18.20%	8	428	360	69	13.60%	19.10%
9	436	365	71	14.20%	19.50%	9	423	354	69	13.50%	19.40%
10	424	356	69	13.80%	19.40%	10	433	365	69	13.90%	18.80%
11	423	358	65	12.80%	18.20%	11	427	358	69	13.80%	19.10%
12	423	358	65	12.80%	18.30%	12	427	361	66	13.30%	18.30%
13	433	364	69	13.70%	18.90%	13	429	363	66	13.10%	18.20%
14	423	357	66	13.10%	18.50%	14	428	364	64	13.00%	17.70%
15	422	353	69	13.90%	19.40%	15	428	362	66	13.30%	18.20%
16	425	360	65	13.10%	18.20%	16	424	355	69	13.80%	19.40%
	426.9	359.8	67.2	13.40%	18.70%		428.6	361	67.6	13.60%	18.70%
	<b>DIA 2</b>				<b>DIA 3</b>		<b>DIA 2</b>				<b>DIA 3</b>
<b>Muestra</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>P. Perdido (gr)</b>	<b>% Día 0</b>	<b>% Dia2</b>	<b>Muestra</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>Peso (gr)</b>	<b>P. Perdido (gr)</b>	<b>% Día 0</b>	<b>% Dia2</b>
1	358	307	50	11.60%	16.40%	1	363	311	52	12.30%	16.80%
2	365	311	54	12.70%	17.50%	2	363	313	50	11.50%	16.10%
3	366	312	54	12.80%	17.40%	3	354	304	51	11.60%	16.60%
4	358	306	52	12.10%	17.00%	4	366	313	53	12.60%	17.00%
5	354	304	50	11.60%	16.40%	5	362	310	52	12.30%	16.60%
6	356	305	51	12.30%	16.80%	6	364	311	53	12.40%	16.90%
7	361	308	53	12.30%	17.40%	7	363	311	52	12.20%	16.60%
8	368	316	52	12.00%	16.40%	8	360	310	50	11.50%	16.10%
9	365	313	52	12.10%	16.50%	9	354	304	50	11.50%	16.50%
10	356	303	53	12.30%	17.50%	10	365	311	54	12.80%	17.50%
11	354	303	51	11.80%	16.80%	11	362	312	50	12.00%	16.20%
12	358	308	50	11.60%	16.30%	12	361	308	52	12.40%	17.00%

<b>13</b>	364	311	53	12.30%	17.00%	<b>13</b>	363	312	51	11.70%	16.30%
<b>14</b>	357	306	50	11.70%	16.40%	<b>14</b>	364	313	51	12.00%	16.20%
<b>15</b>	353	303	50	11.90%	16.60%	<b>15</b>	362	311	51	12.00%	16.30%
<b>16</b>	360	309	51	12.00%	16.40%	<b>16</b>	355	306	49	11.60%	16.20%
	359.5	307.8	51.7	12.10%	16.80%		361.3	309.9	51.3	12.00%	16.60%
	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>					<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>			
<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	307	273	34	9.40%	12.60%	<b>1</b>	311	277	34	9.60%	12.40%
<b>2</b>	311	277	34	9.40%	12.30%	<b>2</b>	313	278	35	9.50%	12.50%
<b>3</b>	312	277	35	10.00%	12.70%	<b>3</b>	304	270	34	9.20%	12.50%
<b>4</b>	306	273	34	9.30%	12.40%	<b>4</b>	313	277	36	10.00%	12.90%
<b>5</b>	304	270	35	9.50%	12.90%	<b>5</b>	310	275	35	9.90%	12.70%
<b>6</b>	305	271	34	9.70%	12.50%	<b>6</b>	311	277	34	9.60%	12.30%
<b>7</b>	308	274	34	9.30%	12.50%	<b>7</b>	311	277	34	9.40%	12.20%
<b>8</b>	316	281	35	9.40%	12.30%	<b>8</b>	310	275	35	9.40%	12.60%
<b>9</b>	313	277	36	10.10%	13.10%	<b>9</b>	304	271	33	9.10%	12.30%
<b>10</b>	303	272	35	9.50%	12.70%	<b>10</b>	311	279	34	9.40%	12.10%
<b>11</b>	303	270	33	9.10%	12.30%	<b>11</b>	312	278	34	9.60%	12.20%
<b>12</b>	308	273	35	9.50%	12.90%	<b>12</b>	308	275	33	9.30%	12.10%
<b>13</b>	311	276	35	9.60%	12.60%	<b>13</b>	312	277	35	9.60%	12.60%
<b>14</b>	306	272	34	9.40%	12.60%	<b>14</b>	313	279	34	9.60%	12.30%
<b>15</b>	303	270	33	9.20%	12.30%	<b>15</b>	311	276	35	9.90%	12.60%
<b>16</b>	309	274	35	9.90%	12.90%	<b>16</b>	306	272	34	9.40%	12.50%
	307.8	273.6	34.5	9.50%	12.60%		309.9	275.8	34.3	9.50%	12.40%
<b>PROCESO 2</b>						<b>PROCESO 3</b>					
	<b>DIA 0</b>	<b>DIA 1</b>					<b>DIA 0</b>	<b>DIA 1</b>			
<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia1	<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia1

1	510	437	73	14.80%	16.70%	1	507	433	74	15.10%	17.20%
2	500	430	70	13.80%	16.40%	2	505	433	72	14.20%	16.70%
3	506	435	71	14.00%	16.40%	3	496	425	71	13.90%	16.60%
4	495	425	70	14.10%	16.50%	4	509	434	75	15.10%	17.20%
5	507	437	70	14.40%	16.10%	5	506	431	75	15.20%	17.30%
6	491	421	70	14.10%	16.50%	6	508	435	73	14.90%	16.80%
7	501	429	72	14.40%	16.80%	7	508	434	74	14.80%	17.10%
8	494	425	69	13.70%	16.30%	8	496	425	71	14.00%	16.60%
9	509	436	73	14.40%	16.80%	9	497	427	70	13.90%	16.50%
10	493	423	70	14.20%	16.60%	10	507	434	73	14.80%	16.80%
11	505	430	75	15.10%	17.40%	11	505	432	73	14.70%	16.80%
12	492	421	71	14.00%	16.70%	12	506	434	72	14.20%	16.50%
13	500	429	71	14.30%	16.50%	13	510	437	73	14.70%	16.60%
14	508	433	75	15.20%	17.30%	14	499	426	73	14.80%	17.20%
15	490	421	69	13.80%	16.30%	15	496	427	69	13.80%	16.10%
16	496	424	72	14.50%	17.10%	16	492	420	72	14.50%	17.20%
	499.8	428.4	71	14.30%	16.70%		502.9	430.4	72	14.50%	16.80%
	<b>DIA 1</b>				<b>DIA 2</b>		<b>DIA 1</b>				<b>DIA 2</b>
<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2
1	437	371	66	13.40%	17.80%	1	433	365	68	13.70%	18.50%
2	430	360	70	13.70%	19.40%	2	433	368	65	12.80%	17.70%
3	435	367	68	13.40%	18.50%	3	425	361	64	12.60%	17.70%
4	425	360	65	13.00%	17.90%	4	434	367	67	13.50%	18.20%
5	437	367	69	14.10%	18.90%	5	431	367	64	13.10%	17.50%
6	421	353	68	13.90%	19.40%	6	435	368	67	13.60%	18.20%
7	429	364	65	13.00%	17.90%	7	434	367	66	13.30%	18.10%
8	425	360	65	12.80%	17.90%	8	425	360	66	13.00%	18.30%

<b>9</b>	436	365	70	13.90%	19.30%	<b>9</b>	427	363	63	12.50%	17.50%
<b>10</b>	423	359	64	12.90%	17.70%	<b>10</b>	434	369	65	13.10%	17.50%
<b>11</b>	430	364	66	13.30%	18.10%	<b>11</b>	432	365	68	13.70%	18.50%
<b>12</b>	430	361	69	13.90%	19.00%	<b>12</b>	432	364	68	13.80%	18.80%
<b>13</b>	421	358	63	12.60%	17.70%	<b>13</b>	434	370	65	12.80%	17.50%
<b>14</b>	429	365	64	13.00%	17.60%	<b>14</b>	437	366	71	14.30%	19.40%
<b>15</b>	433	364	69	13.90%	18.90%	<b>15</b>	426	356	69	14.10%	19.50%
<b>6</b>	424	356	68	13.70%	19.10%	<b>16</b>	420	357	63	12.70%	17.70%
	429	362.1	66.8	13.40%	18.50%		430.8	364.6	66.2	13.30%	18.20%
	<b>DIA 2</b>				<b>DIA 3</b>		<b>DIA 2</b>				<b>DIA 3</b>
<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2
<b>1</b>	371	318	53	12.50%	16.60%	<b>1</b>	365	311	54	12.80%	17.40%
<b>2</b>	360	309	51	11.80%	16.60%	<b>2</b>	368	315	52	12.00%	16.50%
<b>3</b>	367	313	54	12.30%	17.20%	<b>3</b>	361	308	53	12.20%	17.40%
<b>4</b>	360	309	51	12.00%	16.40%	<b>4</b>	367	315	53	12.50%	16.80%
<b>5</b>	367	314	53	12.60%	16.90%	<b>5</b>	367	313	55	13.00%	17.50%
<b>6</b>	353	303	50	11.90%	16.50%	<b>6</b>	368	317	51	12.10%	16.10%
<b>7</b>	364	313	51	11.90%	16.20%	<b>7</b>	367	315	52	12.30%	16.60%
<b>8</b>	360	310	50	11.60%	16.30%	<b>8</b>	360	308	52	11.90%	16.80%
<b>9</b>	365	314	51	11.70%	16.20%	<b>9</b>	363	310	53	12.20%	17.20%
<b>10</b>	359	309	51	11.90%	16.40%	<b>10</b>	369	315	54	12.70%	17.10%
<b>11</b>	367	316	51	12.20%	16.20%	<b>11</b>	367	313	55	13.00%	17.50%
<b>12</b>	361	309	52	12.40%	17.00%	<b>12</b>	364	313	51	12.10%	16.40%
<b>13</b>	358	308	50	11.40%	16.10%	<b>13</b>	370	316	53	12.30%	16.90%
<b>14</b>	365	312	53	12.50%	16.90%	<b>14</b>	366	315	52	12.20%	16.40%
<b>15</b>	364	310	54	12.80%	17.40%	<b>15</b>	356	307	50	11.80%	16.20%
<b>16</b>	356	306	50	11.70%	16.30%	<b>16</b>	357	305	52	12.10%	16.90%

	362.3	310.8	51.5	12.10%	16.60%		364.7	312.1	52.6	12.30%	16.80%										
	<b>DIA 3</b>					<b>DIA 4</b>						<b>DIA 3</b>					<b>DIA 4</b>				
<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2	<b>Muestra</b>	Peso (gr)	Peso (gr)	P. Perdido (gr)	% Día 0	% Dia2										
<b>1</b>	318	283	35	9.90%	12.50%	<b>1</b>	311	276	35	9.70%	12.60%										
<b>2</b>	309	275	33	9.20%	12.20%	<b>2</b>	315	280	36	9.80%	12.70%										
<b>3</b>	313	277	36	9.70%	12.90%	<b>3</b>	308	273	35	9.50%	12.70%										
<b>4</b>	309	275	35	9.70%	12.60%	<b>4</b>	315	279	35	9.90%	12.60%										
<b>5</b>	314	280	34	9.70%	12.30%	<b>5</b>	313	277	35	10.00%	12.70%										
<b>6</b>	303	270	33	9.40%	12.40%	<b>6</b>	317	283	34	9.70%	12.20%										
<b>7</b>	313	278	35	9.70%	12.60%	<b>7</b>	315	279	36	9.90%	12.90%										
<b>8</b>	310	275	35	9.50%	12.70%	<b>8</b>	308	274	34	9.20%	12.40%										
<b>9</b>	314	277	37	10.20%	13.40%	<b>9</b>	310	273	36	10.00%	13.30%										
<b>10</b>	309	276	33	9.30%	12.10%	<b>10</b>	315	279	35	9.90%	12.60%										
<b>11</b>	316	281	35	9.80%	12.30%	<b>11</b>	313	277	35	9.90%	12.60%										
<b>12</b>	309	275	34	9.50%	12.40%	<b>12</b>	313	277	35	9.90%	12.70%										
<b>13</b>	308	274	35	9.50%	12.60%	<b>13</b>	316	280	36	9.90%	12.90%										
<b>14</b>	312	278	34	9.60%	12.30%	<b>14</b>	315	281	34	9.60%	12.20%										
<b>15</b>	310	276	34	9.70%	12.40%	<b>15</b>	307	272	34	9.70%	12.60%										
<b>16</b>	306	272	33	9.30%	12.30%	<b>16</b>	305	271	34	9.50%	12.60%										
	310.8	276.3	34.5	9.60%	12.50%		312.1	277	35.1	9.80%	12.70%										

**ANEXO J: DATOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO**

**TRANSFERENCIA DE DATOS ENTRE DISPOSITIVOS DE LA RED DE COMUNICACIÓN**

N°.	Puerta de enlace (192.168.0.1)				Antena 2 (192.168.1.101)				Antena 1 (192.168.1.100)				Puerta de enlace (192.168.1.1)			
	Mín. (ms)	Máx. (ms)	Pro m (ms)	Perdid o	Mín. (ms)	Máx. (ms)	Pro m (ms)	Perdid o	Mín. (ms)	Máx. (ms)	Pro m (ms)	Perdid o	Mín. (ms)	Máx. (ms)	Pro m (ms)	Perdid o
1	1	9	2	-	1	29	4	1	3	24	7	-	3	18	6	-
2	1	8	2	-	2	31	6	2	3	15	7	-	3	13	5	-
3	1	8	2	-	1	31	10	1	4	20	9	-	3	13	5	-
4	1	11	2	-	2	29	9	2	4	17	8	-	3	13	6	-
5	1	10	2	-	2	21	9	2	3	20	9	-	3	12	6	-
6	1	9	2	-	4	22	8	4	3	25	7	-	3	17	6	-
7	1	8	2	-	4	25	8	4	3	17	8	-	3	13	6	-
8	1	4	1	-	4	13	7	4	3	21	8	-	3	16	6	-
9	1	11	2	-	4	17	8	4	3	18	8	-	3	14	6	-
10	1	11	2	-	1	21	11	1	4	14	7	-	3	22	6	-
11	1	14	2	-	2	22	11	2	3	16	6	-	3	21	6	-
12	1	11	2	-	4	10	6	4	3	18	7	-	3	13	5	-
13	1	11	2	-	4	25	10	4	3	18	5	-	3	18	5	-
14	1	11	2	-	4	31	8	4	3	22	7	-	3	18	8	-
15	1	5	2	-	1	36	12	1	3	18	6	-	3	24	7	-
<b>Medi a</b>	<b>1</b>	<b>9.4</b>	<b>1.93</b>	<b>-</b>	<b>2.67</b>	<b>24.2</b>	<b>8.47</b>	<b>2.67</b>	<b>3.2</b>	<b>18.87</b>	<b>7.27</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>16.33</b>	<b>5.93</b>	<b>-</b>

**TIEMPO DE LECTURA/ESCRITURA DESDE PLC A FIREBASE**

Muestr a	Hor a	Mínut o	Segund o	Mili-segundos	Grupo 1	Hor a	Mínut o	Segund o	Mili-segundos	Grupo 2
1	18	10	1	773	1773	18	10	1	597	1597
2	18	10	3	626	1853	18	10	2	907	1310
3	18	10	5	690	2064	18	10	4	39	1132
4	18	10	7	697	2007	18	10	5	158	1119
5	18	10	9	274	1577	18	10	6	590	1432
6	18	10	10	746	1472	18	10	7	681	1091
7	18	10	12	331	1585	18	10	8	635	954
8	18	10	14	326	1995	18	10	9	715	1080
9	18	10	16	277	1951	18	10	10	806	1091
10	18	10	17	751	1474	18	10	11	704	898
11	18	10	19	809	2058	18	10	12	648	944
12	18	10	21	707	1898	18	10	13	827	1179
13	18	10	23	228	1521	18	10	15	396	1569
14	18	10	25	4	1776	18	10	16	368	972
15	18	10	26	818	1814	18	10	17	232	864
16	18	10	28	958	2140	18	10	18	366	1134
17	18	10	30	970	2012	18	10	19	941	1575
18	18	10	32	591	1621	18	10	21	556	1615
19	18	10	34	710	2119	18	10	22	966	1410

20	18	10	36	824	2114	18	10	24	452	1486
21	18	10	38	693	1869	18	10	25	872	1420
22	18	10	40	448	1755	18	10	27	186	1314
23	18	10	41	961	1513	18	10	28	134	948
24	18	10	43	670	1709	18	10	29	827	1693
25	18	10	45	648	1978	18	10	31	89	1262
26	18	10	47	237	1589	18	10	32	422	1333
27	18	10	49	98	1861	18	10	34	80	1658
28	18	10	50	560	1462	18	10	35	618	1538
29	18	10	52	439	1879	18	10	37	349	1731
30	18	10	54	218	1779	18	10	38	983	1634
31	18	10	56	67	1849	18	10	40	732	1749
32	18	10	58	67	2000	18	10	41	929	1197
33	18	10	59	534	1467	18	10	43	56	1127
34	18	11	1	240	1706	18	11	44	164	1108
35	18	11	3	160	1920	18	11	45	452	1288
36	18	11	5	20	1860	18	11	47	9	1557
37	18	11	7	48	2028	18	11	48	168	1159
38	18	11	9	188	2140	18	11	49	522	1354
39	18	11	10	678	1490	18	11	50	734	1212
40	18	11	12	605	1927	18	11	52	142	1408
41	18	11	14	588	1983	18	11	53	99	957
42	18	11	16	176	1588	18	11	54	590	1491
43	18	11	18	110	1934	18	11	55	490	900
44	18	11	20	237	2127	18	11	56	916	1426
45	18	11	21	801	1564	18	11	58	502	1586
46	18	11	23	320	1519	18	11	60	103	1601
47	18	11	25	302	1982	18	11	1	752	1649
48	18	11	26	965	1663	18	11	3	369	1617
49	18	11	28	551	1586	18	11	5	35	1666
50	18	11	30	526	1975	18	11	6	114	1079
51	18	11	32	658	2132	18	11	7	592	1478
52	18	11	34	711	2053	18	11	8	467	875
53	18	11	36	94	1383	18	11	9	990	1523
54	18	11	37	718	1624	18	11	11	160	1170
55	18	11	39	545	1827	18	11	12	537	1377
56	18	11	40	972	1427	18	11	13	972	1435
57	18	11	42	357	1385	18	11	15	462	1490
58	18	11	44	397	2040	18	11	16	538	1076
59	18	11	46	183	1786	18	11	18	79	1541
60	18	11	47	668	1485	18	11	18	979	900
				<b>Promedio</b>	<b>1794.467</b>				<b>Promedio</b>	<b>1316.317</b>
				<b>Mínimo</b>	<b>1383</b>				<b>Mínimo</b>	<b>864</b>
				<b>Máximo</b>	<b>2140</b>				<b>Máximo</b>	<b>1749</b>

ANEXO K: REGISTRO DE SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO

FECHA: 03 de Agosto de 2020

NOMBRES Y APELLIDOS	CIUDAD	CÉDULA	FIRMA
Rosiqueto Esteban Domínguez	Riobamba	06037034-4	<i>Rosiqueto Domínguez</i>
María Inés Sangua	Riobamba	0601152813	<i>María Inés Sangua</i>
Georgina Anthony Castillo	Riobamba	06050604-4	<i>Georgina Castillo</i>
José Luis Castillo Mejía	San Miguel	06020473-5	<i>José Luis Castillo</i>
Alfonso Alejandro Churo Gallo	Riobamba	-	<i>Alfonso Churo Gallo</i>
Alan Cortés	San Miguel	0603186052	<i>Alan Cortés</i>
Luis Castillo	San Miguel	0601191699	<i>Luis Castillo</i>
Jaime Duche	Riobamba	0602111755	<i>Jaime Duche</i>
Alfonso	Alajuela	0600083123	<i>Alfonso</i>
María Gallo	Riobamba	06038706-1	<i>María Gallo</i>
Luis Horrocho	Puerto Cabello	0602472895	<i>Luis Horrocho</i>
Gloria Zeno	Riobamba	0602907006	<i>Gloria Zeno</i>
Angel Gutiérrez	Riobamba	0605529135	<i>Angel Gutiérrez</i>
María Cosco	Riobamba	0600081603	<i>María Cosco</i>
Estela Cande	Cuadras	0603110804	<i>Estela Cande</i>
Segundo Galloiza	Cochi	0602247444	<i>Segundo Galloiza</i>
Rosa Casanova	Cacha	0603450190	<i>Rosa Casanova</i>
Rosita Laguarda	Riobamba	0602050440	<i>Rosita Laguarda</i>

FECHA: 03 de Agosto de 2020

NOMBRES Y APELLIDOS	CIUDAD	CÉDULA	FIRMA
Raúl Barahona	Cuadras	0600490327	<i>Raúl Barahona</i>
Luis Paucar	Cochi	0601921354	<i>Luis Paucar</i>
Mónica Alda	San Juan	0604820018	<i>Mónica Alda</i>
Martha Duche	San Juan	-	<i>Martha Duche</i>
Samuel Alvarado	San Juan	0602173810	<i>Samuel Alvarado</i>
Alan Guaman	Riobamba	0603191157	<i>Alan Guaman</i>
Luis Teopanta	Riobamba	0603555502	<i>Luis Teopanta</i>
Amorós Juanita	Jacobi	0601501149	<i>Amorós Juanita</i>
Estelita Siventa	Cochi	0602579360	<i>Estelita Siventa</i>
ALBERTO + AYAYO	Guato	0601305767	<i>Alberto Ayayo</i>
Wilson Peña	San Miguel	06011832-9	<i>Wilson Peña</i>
Keanth Romanola	San José de Guachi	0605195833	<i>Keanth Romanola</i>
Patricia Moya	San José de Guachi	0604017383	<i>Patricia Moya</i>
FABRICA SANCHEZ	San Juan de Guachi	0602010440	<i>Fabrica Sanchez</i>
Sonia Sando	San José de Guachi	0602010440	<i>Sonia Sando</i>
León Estrada	Cachi	0602037217	<i>León Estrada</i>
Mónica López	Cachi	0602037217	<i>Mónica López</i>
Carolina Gallo	San Nicolás	0601187000	<i>Carolina Gallo</i>

FECHA 04 de Agosto de 2020

NOMBRES Y APELLIDOS	CUIDADO	CÉDULA	FIRMA
Sergio Mastanda	080304820	Asoci	[Firma]
Amiel Albarr	090098949	San José Cushu	[Firma]
Manuel Quibe	060271339-1	Putumayo	[Firma]
Ma. Daniela Gracia H	Ambato	180352152-5	[Firma]
María Esther Mancera	Ambato	090832432-2	[Firma]
Miriam Asqui	Piba.	060416104-2	[Firma]
Luis Goyes	Riobamba	060468093	[Firma]
Jaime Tarciano	Riobamba	060769409	[Firma]
CAROLINA RIVERA	ASNO	1802022521	[Firma]
Mercedes Jara	Riobamba	080136392-5	[Firma]
Norma Kerejari	Riobamba	080182589-2	[Firma]
06 de Agosto de 2020			
ALFONSO MURANZOLA	Cushu	060227110	[Firma]
Blanca Tamayo	Quito	172299015-5	[Firma]
Lesli Hangan	Riobamba	060515876-5	[Firma]
Luzi Inga	Quito	170412871-8	[Firma]
Sara Diaz	Quito	0803271061	[Firma]
Paolo Inga	Quito	122233304	[Firma]
Mercedes Ortega	Cumbusasa	060006279	[Firma]

FECHA 06 de Agosto de 2020

NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	CÉDULA	FIRMA
Pedro Huenda	Puuzula	060023216-9	[Firma]
Andrés Maza	Puuzula	060299710	[Firma]
Ledy Lasso	Riobamba	060383050-0	[Firma]
Rocio Cotacachi	Riobamba	060333709-5	[Firma]
Rocio Pico	Riobamba	060308920	[Firma]
Armando Carrillo	Riobamba	060450619	[Firma]
Ricela Aguacallo	Riobamba	060443064	[Firma]
07 de Agosto de 2020			
Kathy Pisco	Riobamba	060207541-8	[Firma]
Jacely Rivera	Cajabamba	060206017	[Firma]
Abelardo Yabina	Sicalpa	0601942469	[Firma]
Rafael Guaman	Sicalpa	0602216170	[Firma]
Aurelia Guaman	Sicalpa	0600562083	[Firma]
David Silva	Riobamba	060320495-8	[Firma]
Suley Pata	Riobamba	060352480	[Firma]
Rita Sosa	Sicalpa	060442008	[Firma]
Tatiana Patricia Villca	Riobamba	0603513358	[Firma]
Juan Capatzen Hangan	Ventanas	060201070	[Firma]
Victorio Lasso	Ventanas	062520988	[Firma]

FECHA 08 de Agosto de 2020

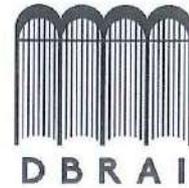
NOMBRES Y APELLIDOS	CIUDAD	CÉDULA	FIRMA
Chiliquay Mario Luis	Riobamba	1712341264	
Cindy Anabel Rumboceli	Riobamba	060512804-2	
Mario Lidona Lopez	San José de Guashi	0607339313	
Luis Torres	San Luis	060259928	
Narcos Rinos	San Luis	060404200	
Inés Zavala	San Luis	060599898	
Paola Alvarado	San Luis	260490400	
Dagel Alvarado	San Luis	060405011-6	
Nataly Zurate	San Miguel de Babahoye	172356804	
Celia Amigo	San Miguel de Babahoye	020105094	
Sandra Cristóbal Huébra O.	Riobamba	06055645	
Jackeline Rosio Huébra O.	Riobamba	0604270181	
Dora Barahona	Riobamba	0602361379	
EARLOS ALVARO	Riobamba	0609182056	
Isabel Pineda	Riobamba	0603097273	
<del>Isabel Pineda</del>	Colta	0602136179	
Nelly Maza	Punguila	060502366	
Santiago Maza	Punguila	060130650	

FECHA 10 de Agosto de 2020

NOMBRES Y APELLIDOS	SECTOR	CÉDULA	FIRMA
Carolina Juanita Jaja	San Juan	060249833	Carolina Juanita
Brayan Biza	Guashi	060587967	
Stoira Ilbay	Guashi	0602496952	
Andrés Guevarra	San Luis	060134110-0	
Maria Mercedes	San Luis	060134111-8	
Ricardo Guala	Punguila	0602147092	
Paula Taday	Punguila	060602385	
Mercedes Ros	Cacaboa	0601598043	
Roberto Lopez	Riobamba	060471110-1	
Juan Carreras	Riobamba	06040097-6	
Augusto Gof	Oricute	150007720	
" de Agosto			
Luis Gofa	Oricute	150000749	
Suarez Salto	Riobamba	0602392210	
Mariano Lopez	Guashi	1410400754	
Jorge Guachilena	SAN ANDRES	0602407566	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
DE CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA  
INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y  
BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 11 / 2020

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Alvarez Toabanda Danilo Fernando
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Informática y Electrónica
<b>Carrera:</b> Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales
<b>Título a optar:</b> Ingeniero en Electrónica, Control y Redes Industriales
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.
 Píndice electrónico de: JHONATAN RODRIGO PARREÑO UQUILLAS

25-11-2020
0416-DBRAI-UPT-2020