



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIOFILIZADOR PARA PRESERVAR
LAS CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS DE LAS FRUTAS DE LA
REGIÓN”.**

AUTORES: BOLÍVAR MESÍAS SUAREZ ESPINOSA.
YUPANGUI SEGOVIA ANDRÉS PATRICIO.

DIRECTOR: ING. WASHINGTON FREIRE.

LATACUNGA
2016

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



ANTECEDENTES

- La liofilización ya era usado por los Incas.



- Segunda Guerra Mundial – Preservación del plasma y penicilina



Productos



Proceso de liofilización



Empaquetado de productos



Flores
Liofilizadas

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un Liofilizador para preservar las características nutritivas de las frutas de la región.

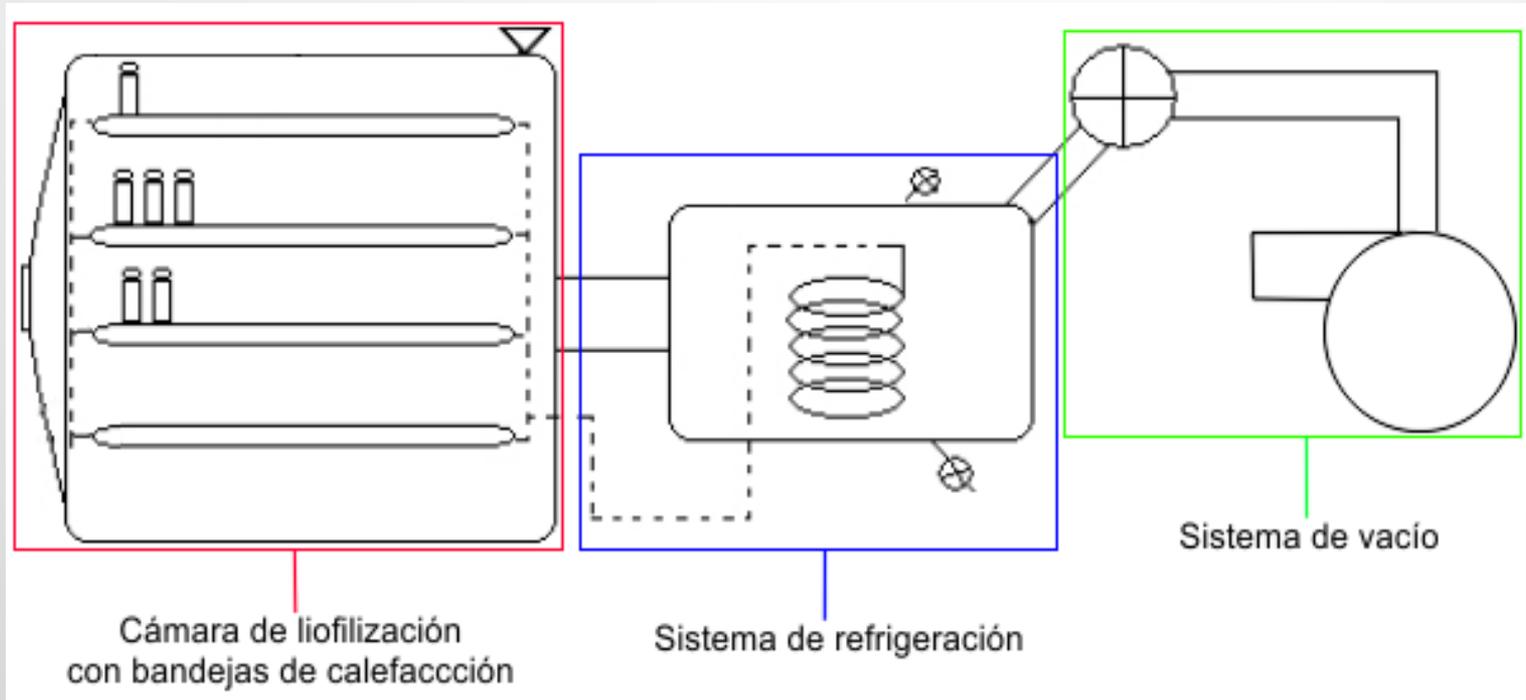
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las curvas y condiciones para producir un efecto Liofilizador.
- Establecer las curvas y condiciones para producir un efecto Liofilizador.
- Dimensionar un sistema automático para control de vacío y de temperatura de un Liofilizador para deshidratar frutas por lo menos 1lt. (un litro).
- Dimensionar y validar el sistema mecánico del Liofilizador en el diseño de ingeniería.
- Construir un Liofilizador con un porcentaje del 95% de secado.

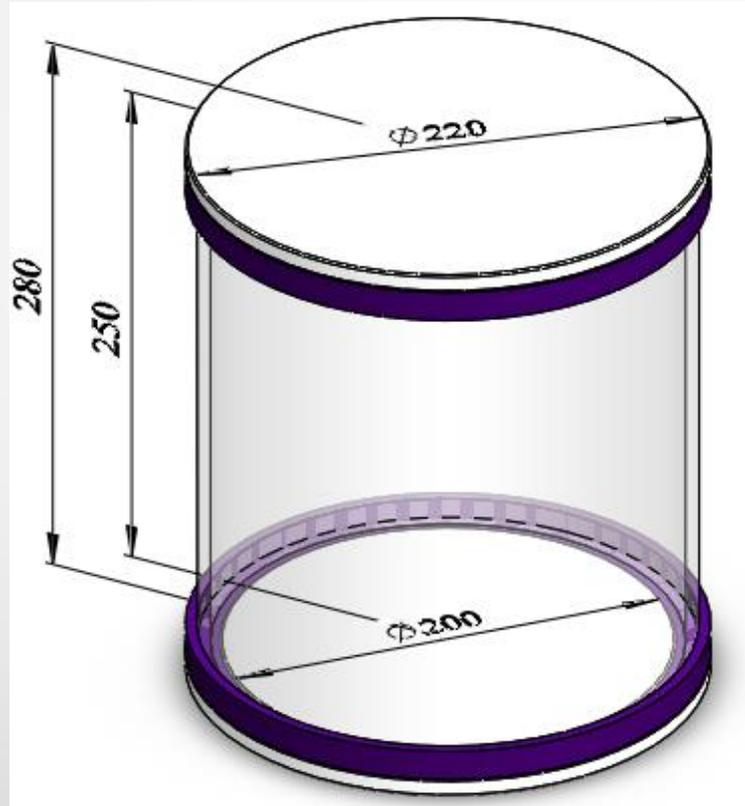
FUNDAMENTO TEÓRICO

- Sistemas de Enfriamiento
- Sistemas de Deshidratación
- Sistema de vacío.
- Liofilización
- Controlador lógico Programable PLC.
- Interfaz Humano Maquina HMI
- Instrumentación.

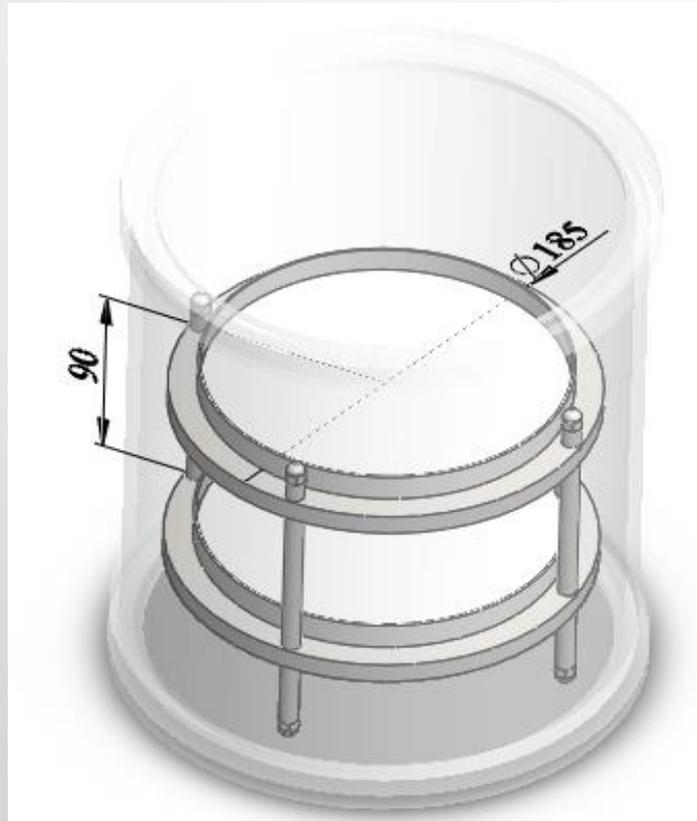
DISEÑO DEL LIOFILIZADOR



DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE LIOFILIZACIÓN



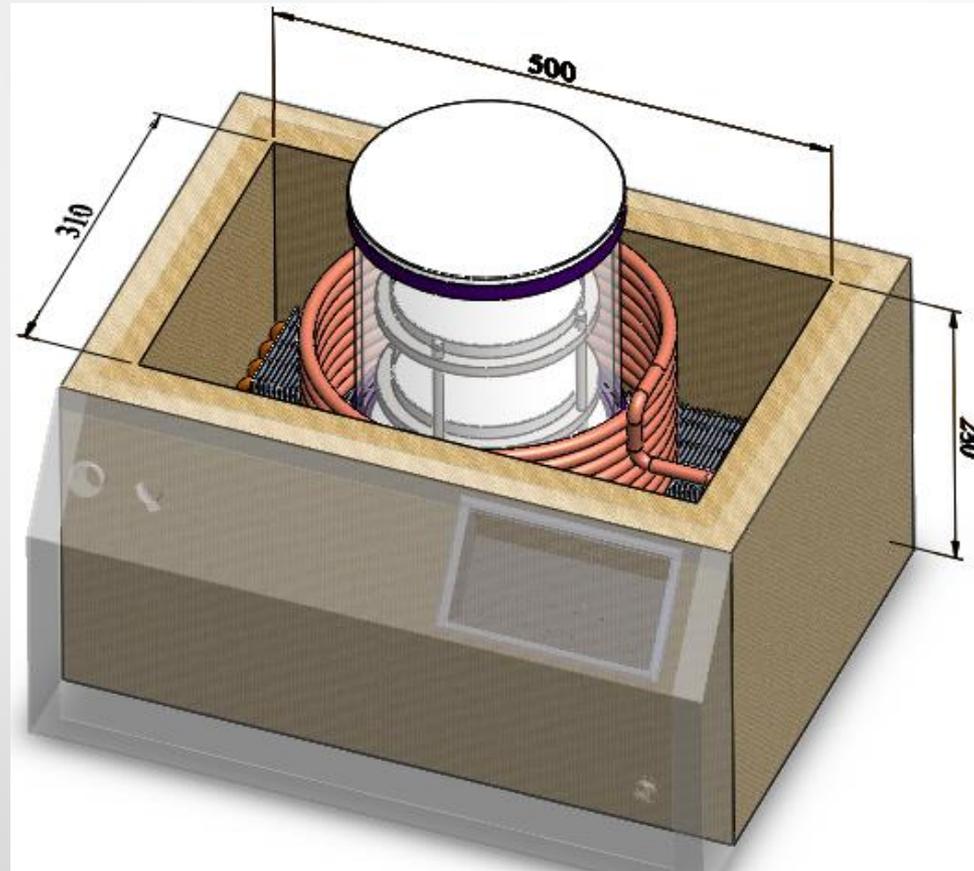
DIMENSIONAMIENTO DE LAS BANDEJAS DE SECADO



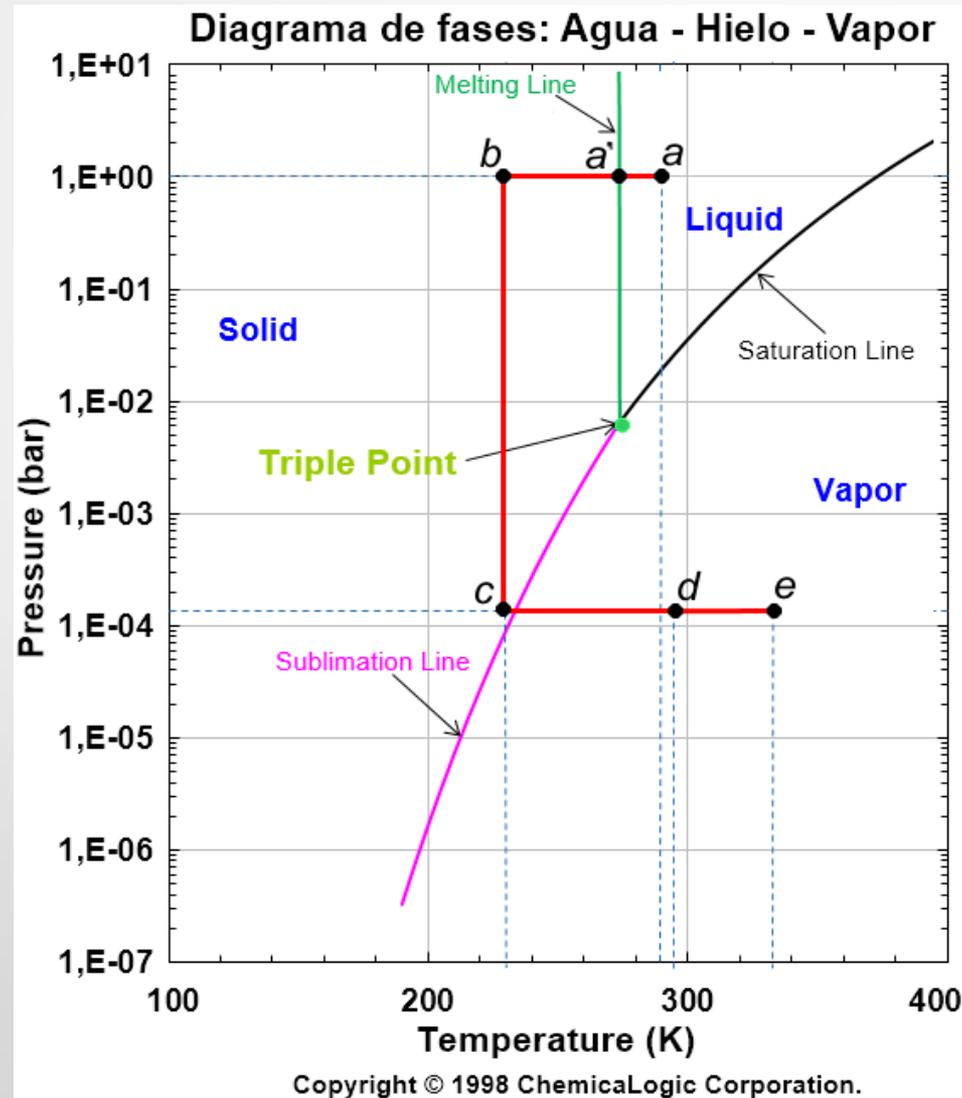
$$\frac{V_{fru}}{2} = \frac{\pi \cdot d_{ban}^2}{4} \cdot h_{ban}$$

$$h_{ban} = \frac{2 \cdot V_{fru}}{\pi \cdot d_{ban}^2}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN



ANÁLISIS TÉRMICO DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN



IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL LIOFILIZADOR

- Sistemas Mecánico
- Sistema de Control

SISTEMA MECÁNICO

- Construcción de la Estructura Metálica
- Sistema de Refrigeración
- Sistema de Vacío

CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA



SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

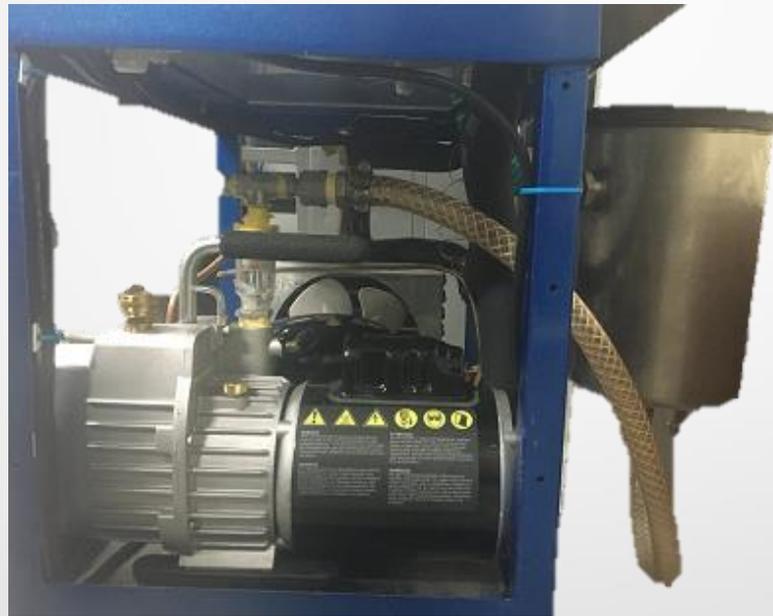


Parte Superior

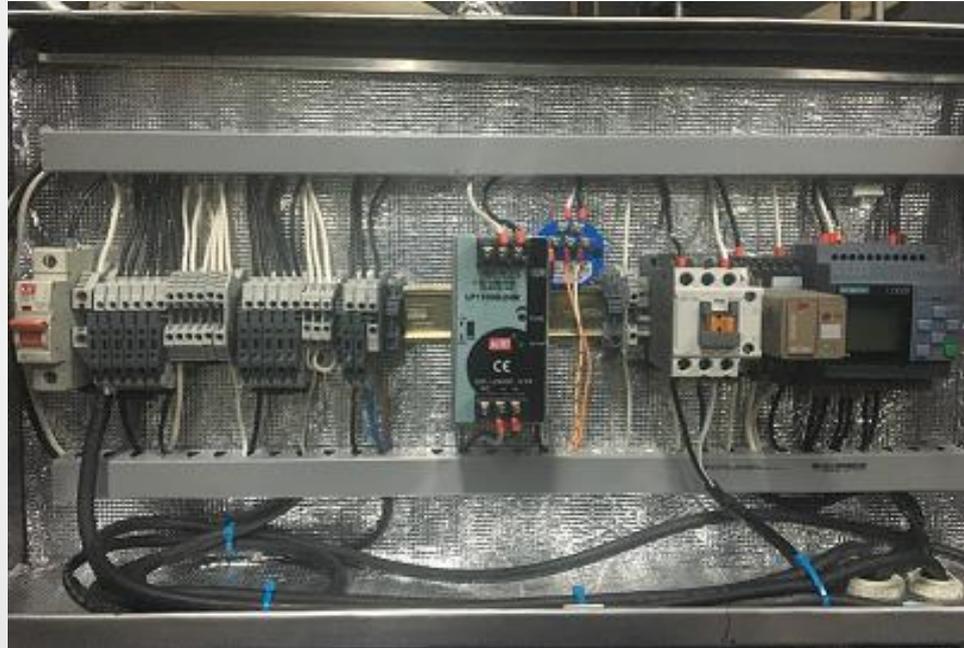


Parte Inferior

SISTEMA DE VACÍO



SISTEMA DE CONTROL

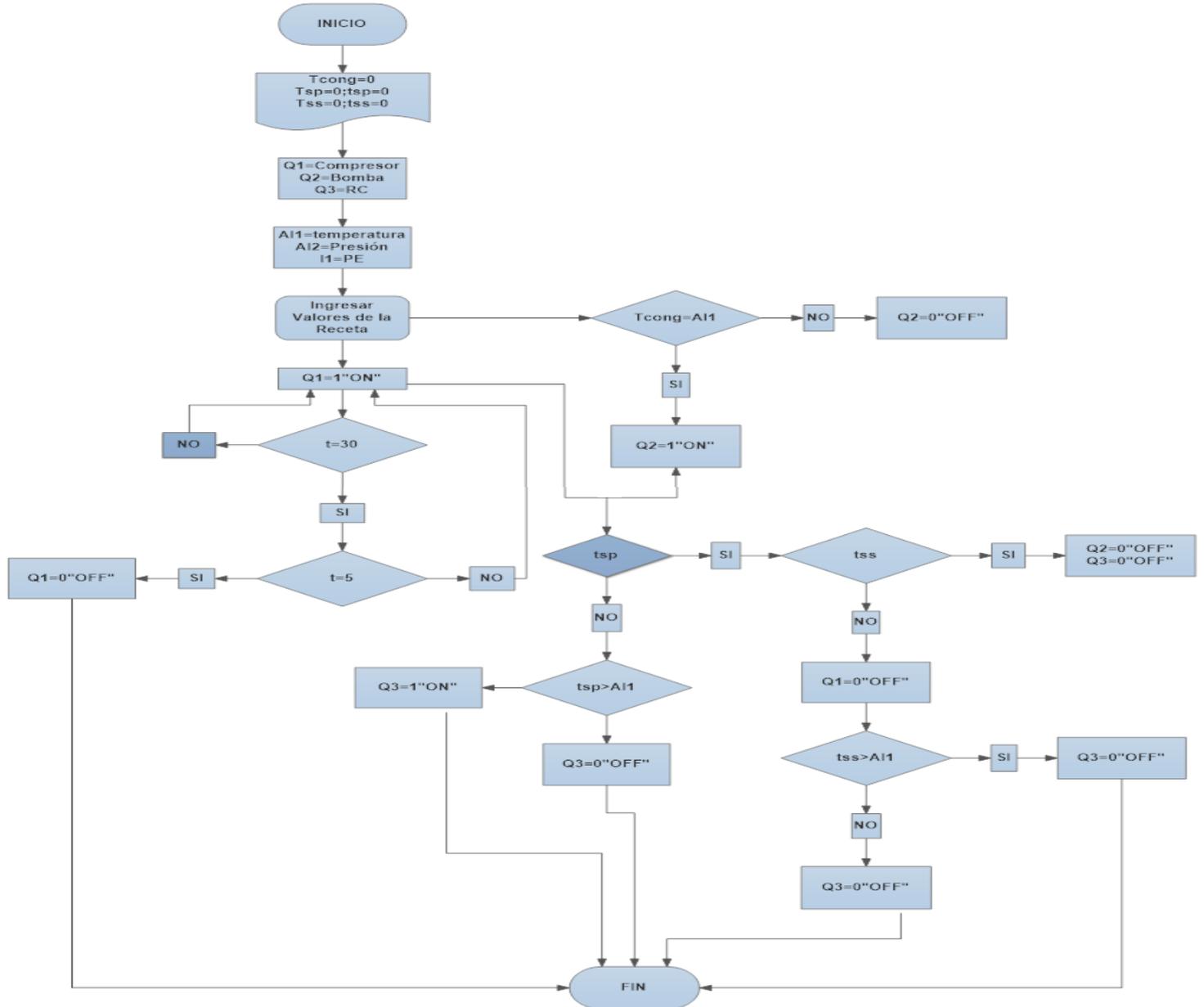


LIOFILIZADOR



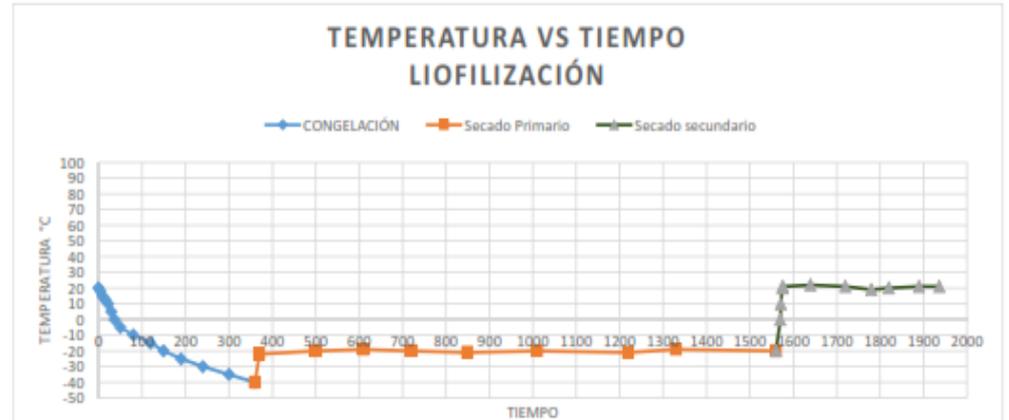
1. Pantalla Táctil.
2. Selector ON-OFF.
3. Switch Paro de Emergencia.
4. Bomba de vacío
5. Compresor.
6. Condensador.
7. Ventilador.
8. Filtro.
9. Válvula de expansión.

PROGRAMACIÓN



ANÁLISIS Y RESULTADOS

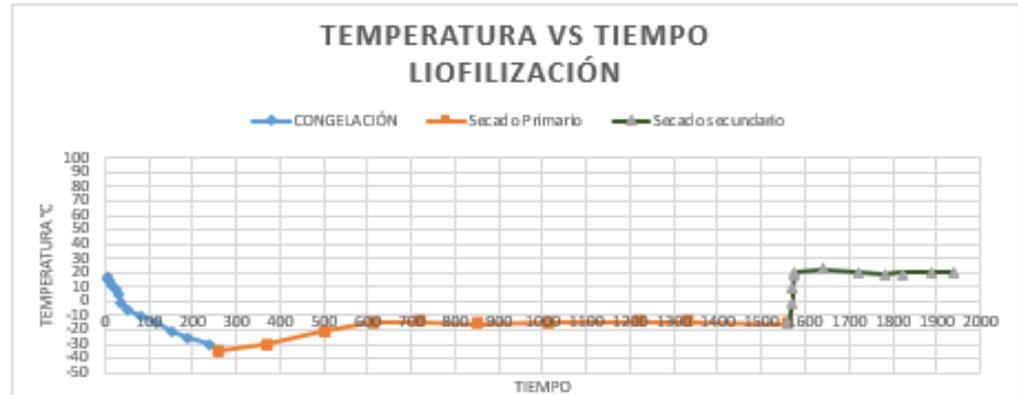
	Temperatura °C	Tiempo min	Presión Kpa
Congelación	20	0	0
	18	4	0
	15	9	0
	13	15	0
	10	22	0
	5	29	0
	0	37	0
	-5	50	0
	-10	80	0
	-15	120	0
	-20	150	0
	-25	190	0
	-30	240	0
Secado Primario	-35	300	0
	-40	360	0
	-22	370	-70
	-20	500	-69
	-19	610	-68
	-20	720	-70
Secado Secundario	-21	850	-68
	-20	1010	-69
	-21	1220	-68
	-19	1330	-70
	-20	1560	-68
	0	1570	-69
	10	1571	-70
	20	1575	-69
	21	1576	-69
	22	1640	-68
	21	1720	-70
19	1780	-68	
20	1820	-69	
21	1890	-70	
21	1936	-69	



FRUTILLA

ANÁLISIS Y RESULTADOS

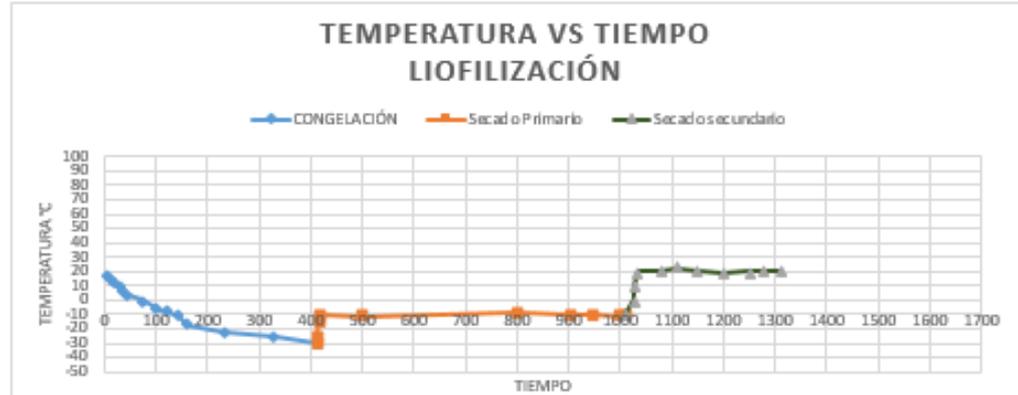
	Temperatura °C	Tiempo min	Presión Kpa
Congelación	18	0	0
	16	4	0
	14	9	0
	11	15	0
	8	22	0
	4	29	0
	0	37	0
	-5	50	0
	-10	80	0
	-15	120	0
	-20	150	0
	-25	190	0
	-30	240	0
Secado Primario	-35	260	0
	-30	370	-70
	-20	500	-69
	-15	610	-68
	-14	720	-70
	-16	850	-68
	-15	1010	-69
Secado Secundario	-14	1220	-68
	-14	1330	-70
	-16	1560	-68
	0	1570	-69
	10	1571	-70
	20	1575	-69
	21	1576	-69
	22	1640	-68
	21	1720	-70
	19	1780	-68
20	1820	-69	
21	1890	-70	
21	1936	-69	



MASHUA

ANÁLISIS Y RESULTADOS

	Temperatura °C	Tiempo min	Presión Kpa
Congelación	18	0	0
	15	9	0
	13	15	0
	9	30	0
	6	35	0
	3	45	0
	0	70	0
	-5	100	0
	-8	120	0
	-10	140	0
	-17	160	0
	-22	230	0
	-25	330	0
Secado Primario	-30	410	0
	-25	412	-40
	-15	415	-60
	-10	417	-72
	-11	500	-72
	-9	800	-72
Secado Secundario	-10	900	-72
	-10	950	-71
	-11	1000	-72
	-10	1010	-71
	0	1025	-72
	10	1028	-72
	20	1033	-71
	21	1080	-69
	22	1110	-70
	21	1150	-69
19	1200	-68	
20	1250	-69	
21	1280	-70	
21	1310	-69	



POLEN

ANÁLISIS Y RESULTADOS

	Temperatura °C	Tiempo min	Presión Kpa
Congelación	19	0	0
	15	8	0
	13	11	0
	10	15	0
	7	25	0
	4	35	0
	0	40	0
	-5	80	0
	-10	90	0
	-15	125	0
	-20	140	0
	-25	220	0
	-28	290	0
Secado Primario	-30	300	0
	-30	305	-70
	-20	310	-71
	-16	330	-70
	-15	520	-72
	-16	580	-72
	-15	680	-72
	-14	770	-71
Secado Secundario	-14	850	-72
	-16	900	-71
	0	950	-72
	10	1010	-72
	20	1033	-71
	21	1110	-72
	22	1180	-71
	21	1220	-70
	19	1295	-68
	20	1380	-69
21	1440	-70	
21	1500	-69	



HIGO

CONCLUSIONES

- Se diseñó y construyó el equipo liofilizador produciendo las condiciones necesarias para producir el efecto Liofilizador, situándonos por debajo del punto triple, separando el agua del producto por sublimación.
- El proceso de liofilización es controlado por el PLC dándonos el automatismo del mismo, donde se controla la presión y temperatura para poder deshidratar los productos.
- La máquina fue dimensionada para deshidratar un litro de producto, por motivos experimentales en los procesos de liofilización ejecutados, se ocupa 200gr repartidos en las dos bandejas.
- La construcción del liofilizador fue realizado tomando en cuenta los cálculos y dimensiones del diseño propuesto.

CONCLUSIONES

- En la prueba realizada de las fresas se la realizó con datos físico-químicos de estudios previamente realizados, como resultado se obtuvo un porcentaje de 91,56% de secado, esto se debe a diferentes factores, de preparación (corte de la fruta, madurez de la fruta, etc.) y procesamiento (temperatura, presión y tiempo).
- En la liofilización de las mashuas al no tener datos de liofilización del proceso de esta, se realizó un análisis visual, donde se puede observar seca, esta perdió un 75% de su peso.
- En la liofilización de los higos al no tener datos de liofilización del proceso de esta, se realizó un análisis visual, donde se puede observar que la fruta aun contiene agua, esta perdió un 50% de su peso.
- En la liofilización del polen al no tener datos de liofilización del proceso de este, se realizó un análisis visual, donde se puede observar seco totalmente, esta perdió un 75% de su peso.

RECOMENDACIONES

- En la preparación de las frutas se debe realizar cortes uniformes y pequeños, para poder tener el enfriamiento que necesita el producto.
- Se debe realizar cambios en las variables de secado primario y secado secundario y ejecutar ensayos, para mejorar el producto deshidratado.
- Después de cada proceso de liofilización es necesario realizar el cambio de aceite en la bomba de vacío, ya que esta recolecta agua que es perjudicial para su funcionamiento.
- Se debe implementar una trampa de vapor sublimado continuo para protección de la bomba de vacío.



GRACIAS