

DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA EL LLENADO ASÉPTICO DE AGUA EN LA EMPRESA PROBENOR S.A.C.

DESIGN OF A SEMI-AUTOMATIC MACHINE FOR THE FILLING ASEPTIC OF WATER IN THE COMPANY PROBENOR S.A.C

Celix Clever Fernández Fernández¹

Fecha de recepción: 17 de abril 2016

Fecha de aceptación: 20 de mayo 2016

Resumen

En esta investigación se diseñó una máquina semiautomática para el llenado aséptico de agua en la empresa PROBENOR S.A.C, en la ciudad de Chiclayo.

Las necesidades de diseño exigidas por PROBENOR S.A.C, se estipularon en las condiciones de la tarea. Se analizaron problemas de las máquinas existentes y se generaron tres prototipos que fueron considerados como potencialmente útiles los cuales fueron filtrados mediante una matriz de selección. El diseño seleccionado se dibujó y simuló mediante software de simulación comercial, el cual también permitió la optimización del factor de seguridad y formas. Se diseñó también los parámetros de llenado y el sistema neumático para cumplir con los procesos indicados. A continuación se diseñó el sistema de automatización considerando el tiempo y la asepsia a mantener en el software Unity Pro. Por último se realizó un análisis económico para determinar los valores del TIR y VAN.

El diseño de la máquina semiautomática para el llenado aséptico tuvo como limitantes alcanzar los 100 BPH de capacidad, con 0.6 m de ancho x 0.65 m de fondo x 1.7 m de alto máximo. El diseño de esterilización con gas de ozono resultó el más conveniente debido a que la empresa cuenta con un generador de ozono y se usó acero inoxidable AISI 304 tanto en su estructura como en sus componentes, con una potencia de llenado de 0.5 HP, 6 bar presión de aire comprimido para el sistema neumático y 30 PSI para el sistema de esterilización con una potencia de vacío de 1 HP, mediante el software de simulación se logró obtener la estructura óptima y un factor de seguridad global mínimo de 2.3. El análisis económico arrojó que con una inversión inicial de 40 000 nuevo soles y las tasas de interés vigentes se proyecta un retorno de inversión de 12 meses.

La metodología desarrollada permite el aseguramiento de la calidad haciendo uso de la simulación numérica CAD. El proceso metódico permitió la optimización de las ganancias comparado con los métodos semi-empíricos que normalmente se usan.

Palabras claves: *Diseño, bolsas bilaminadas, inocuidad, automatización, aséptica.*

Abstract

In this research a semiautomatic machine for aseptic filling of water in the company PROBENOR S.A.C, in the city of Chiclayo was designed.

Design needs required by PROBENOR S.A.C, were stipulated in the conditions of the task. problems existing machines were analyzed and three prototypes that were considered potentially useful which were filtered through a screening matrix is generated. The selected design was drawn and simulated by commercial software simulation, which also enabled the optimization of the safety factor and forms. filling parameters and the pneumatic system to meet the processes indicated are also designed. Then the automation system considering the time and antisepsis to keep the Unity Pro software was designed. Finally an economic analysis was performed to determine the values of IRR and NPV.

¹ *Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Perú. ffernandezc@crece.uss.edu.pe*

The design of the semiautomatic machine for aseptic filling was to reach 100 GHP limiting capacity, with 0.6 m wide x 0.65 m deep x 1.7 m high peak. The design of sterilization with ozone gas was the most desirable because the company has an ozone generator and stainless steel was used AISI 304 both its structure and its components, with a filling power 0.5 HP, 6 bar compressed air pressure for the tire to 30 PSI system for the sterilization system with a power of 1 HP vacuum by software simulation managed to obtain the optimal structure and a minimum safety factor of 2.3 overall. The economic analysis showed that with an initial investment of 40,000 new soles and prevailing interest rates a return on investment of 12 months projected.

The developed methodology allows quality assurance using numerical simulation CAD. The methodical process allowed the optimization of profits compared with semi-empirical methods normally used.

Keywords: Design, laminated bags, safety, automation, aseptic.

1. Introducción

1.1. Máquina llenadora bag in box

Muchos de los procesos existentes en las industrias presentan una evaluación secuencial con el tiempo, es decir, el estado actual del proceso depende del estado anterior. Estos pueden automatizarse empleando un control lógico programable.

El proceso que se pretende automatizar puede descomponerse en dos partes: una parte operativa, que comprende las acciones que determinan los elementos, como motores, cilindros neumáticos, válvulas, etc. Y una parte de control que programa las secuencias necesarias para la actuación de la parte operativa.

En la industria alimentaria se produce gran cantidad y diversidad de productos alimenticios para su distribución y venta en distintos países, asegurando que cumpla con todos los requerimientos de seguridad y calidad, dicha garantía se basa en el uso de sistemas de análisis aleatorios en puntos de control.

La utilización de sistemas automatizados en la industria ha acelerado los procesos y el manejo de productividad en las empresas. (Ruben Dario, 2013)

Debido a que el producto a envasar es para consumo humano debe ser esterilizado por algún proceso. Lo más común es lo siguiente:



Figura 1: Proceso de llenado en bolsas bilaminadas.

Fuente: Elaboración propia.

1.2. Problemática

El problema central que presenta localmente la empresa PROBENOR S.A.C. Chiclayo. Es el deficiente llenado aséptico de las bolsas bilaminadas bag in box para el nuevo formato barril retornable de polietileno de 22 de litros, ver figura 2, que envasa localmente la empresa.

1.3. Objetivos

Investigar el proceso de llenado de los modelos de las máquinas llenadoras existentes, identificando los problemas potenciales en su asepsia.

Elaborar soluciones potenciales y seleccionar la adecuada para los problemas encontrados de llenado aséptico, identificándolos mediante su diseño conceptual y su algoritmo de proceso.

Realizar los cálculos de diseño para la solución seleccionada, definiendo los rangos de los parámetros importantes.

Modelar la máquina llenadora aséptica utilizando la configuración óptima en el software de simulación para optimizar los parámetros importantes.

Desarrollar el sistema de automatización de la máquina llenadora aséptica usando el software Unity Pro.

Elaborar planos.

Elaborar plan de mantenimiento.

Realizar un análisis económico final.



1.4. Propósito de trabajo

El presente trabajo de investigación trata de mejorar la producción de la empresa PROBENOR S.A.C.

Con el diseño de la máquina semiautomática para el llenado aséptico de agua en el formato barril retornable de polietileno de 22 litros, se llevará a cabo un eficiente llenado estéril que se planteó en dicho proyecto, así obtener la completa inocuidad del producto, ayudando a devaluar el uso de bidones de policarbonato, como también, generar más competitividad activa en el mercado de bebidas.

Figura 2: Nuevo formato barril retornable de polietileno de 22 litros

Fuente: *Elaboración propia.*

1.5. Estudios referentes a la investigación

- Mejoramiento de la calidad del proceso de envasado de vino en polietileno aluminizado tubular continuo – Ecuador, (Ruiz & Tuapanta, 2012).
- Optimización del proceso de envasado de miel en una máquina diseñada en la UPB – Bolivia, (Alvaro Enrique, 2012).
- Diseño y construcción de empaque bag in box de 15 litros para empacar aceite de uso institucional, para la empresa Rambal S.A, (Jhonny Fredy, 2010).
- Diseño de modelo de máquina empacadora de bolsas prefabricadas tipo doypack, (Rubén Eladio & José Miguel, 2011).
- Automatización de planta de tratamiento de agua. UNI- Lima, (Aguilar & Amarildo, 2000).

2. Materiales y métodos

2.1. Métodos

Análítico: este método se utiliza en el análisis de las diferentes máquinas llenadoras de agua, para determinar los problemas y deficiencias en el proceso de llenado.

Sintético: Se utilizó este método para resolver todo lo analizado en el método analítico, y poder obtener soluciones potenciales en los problemas o deficiencias observados.

2.2. Técnicas

Observación: Se observó la realidad del llenado y se realizó soluciones potenciales para el correcto llenado inocuo en PROBENOR S.A.C.

2.3. Instrumentos

Análisis de Documentos: Con esta técnica se buscó información con respecto a llenadoras asépticas para entender su composición. Seleccionamos información correspondiente a las máquinas utilizadas para este proceso de llenado.

Es por esto que recurrimos a la empresa PROBENOR S.A.C., para que nos proporcione información sobre el llenado actual del agua aséptica.

2.4. Procedimiento para la Recolección de Datos

Guías de Observación: Se diseñó una guía de observación para determinar los parámetros mecánicos, neumáticos y eléctricos con el fin de identificar y evaluar el llenado y la esterilización en un lapso de tiempo.

Entrevista: Se realizaron entrevistas al personal operador en el rubro de llenado de agua aséptica, y también a los usuarios, con el fin de medir el grado de satisfacción en la calidad de agua. A través de este instrumento se pudo recolectar datos propicios para realizar el diseño de la máquina, que permitirá cubrir dichas necesidades, así mismo mejorar la calidad de inocuidad, mayor duración del producto y mejora de costos.

Guía e análisis y documentos: Se revisó normas técnicas y ambientales para el diseño y uso de ozono. Además se tomó en cuenta manuales, para la elección de los dispositivos de control (actuadores, PLC, etc.) y para el diseño del sistema tanto mecánico como electroneumática.

3. Resultados

3.1. Desarrollo del diseño del soporte

3.1.1. Cálculo del área superficial del perfil hueco.

$$l = L - 2t = 0.0468 \text{ m}$$

$$A = L^2 - l^2 = 0.3904 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

3.1.2. Cálculo del momento de inercia.

$$I = \frac{1}{12}(L^4 - l^4) = 1.552 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

3.1.3. Cálculo de los esfuerzos en la estructura.

$$w = m \times g = 490.5 \text{ N}$$

3.1.4. Cálculo del momento flector.

$$+\zeta M_f = 0 ; M_f = 73.57 \text{ N.m}$$

3.1.5. Cálculo del esfuerzo respecto al momento flector.

$$\sigma = \frac{M_f \times C}{I} = 142.21 \text{ MPa}$$

3.1.6. Cálculo del esfuerzo cortante.

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A} = 1.2564 \text{ MPa}$$

3.1.7. Cálculo del esfuerzo Von Mises.

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3 \tau_{xy}^2} = 143.48 \text{ MPa}$$

3.1.8. Cálculo del factor de seguridad.

$$n = \frac{F_y}{\sigma_{VM}} = 2.16$$

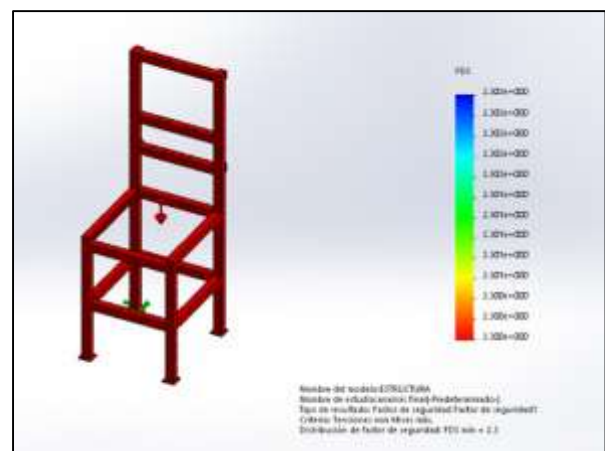


Figura 3: Factor de seguridad mediante software de simulación

Fuente: *Elaboración propia.*

3.2. Sistema neumático

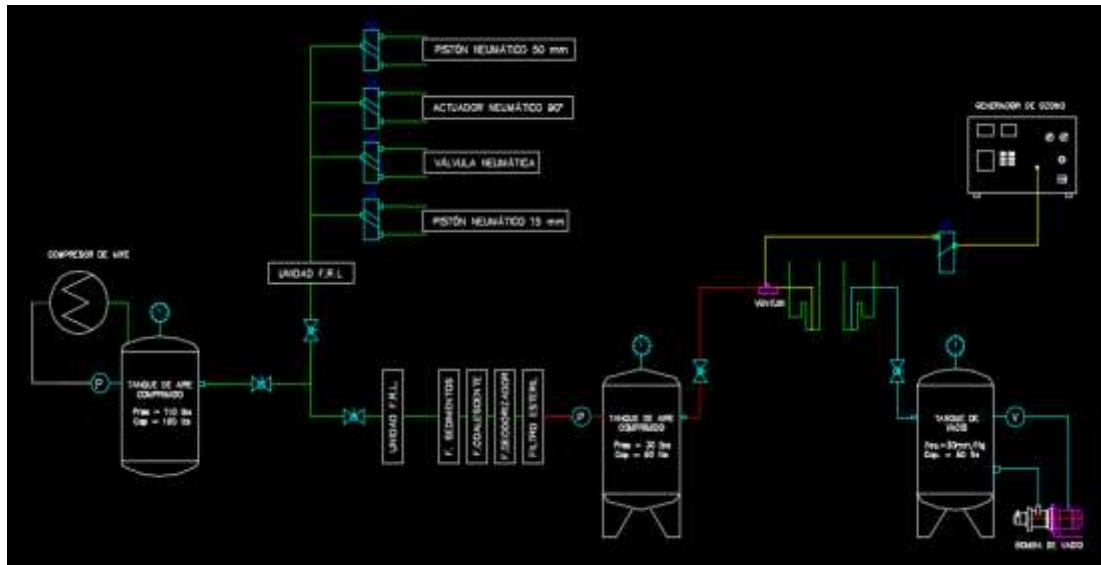


Figura 4: Esquema de aire comprimido.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Presión de suministro.

Los elementos neumáticos deben trabajar con una presión normalizada de 6 bares.

3.2.2. Longitud y Caudal de aire en cada tramo y en cada boca de salida.

TABLA 1. Longitud, caudal en cada boca de salida.

Conducto	Longitud (m)	Caudal (l/min)
Canalización principal	4	90
Canalización secundaria derecha	3	45
Canalización secundaria izquierda	3	45
Canalización de servicios	1.3 (todas iguales)	9 (todas iguales)
Bocas de salida		9 (todas iguales)

Fuente: Elaboración propia

TABLA 2. Diámetro y material de las mangueras a usar.

Conducto	Diámetro	Material
Canalización principal	12 mm	aluminio
Canalización de servicios	6 mm	plástico

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Selección del compresor necesario.

Una acertada elección supone un gran ahorro energético durante el funcionamiento normal de la instalación.

Los requerimientos de nuestra red que afectan a la elección del compresor son los siguientes:

- Caudal de aire generado de 90 l/min (5.4 Nm³/h).
- Presión nominal de trabajo 7 bares.
- Máxima caída de presión admitida en la instalación 0.7 bares.

3.2.4. Cálculos de cilindros neumáticos.

3.2.4.1. Peso de componentes

$$W = m \times g = 392.4 \text{ N}$$

F avance: la presión actúa sobre la superficie total del émbolo, por lo que la fuerza ideal será 500 N

$$F_{ideal} = P \times \left(\frac{\pi (de)^2}{4} \right) = 482.55 \text{ N}$$

$$de = 0.032 \text{ m}$$

En el caso real:

$$F_{real} = F_{ideal} \times \eta = 425 \text{ N}$$

F retroceso: en esta carrera se tiene que restar la superficie del vástago de la del émbolo:

$$F_{ideal} = P \times S_e \text{ Fideal}$$

$$F_{ideal} = P \times \left(\frac{\pi \times de^2 - dv^2}{4} \right) = 467.55 \text{ N}$$

En el caso real:

$$F_{real} = F_{ideal} \times \eta = 397.42 \text{ N}$$

Se comprueba que es mayor la fuerza en la carrera de avance que en la de retroceso.

Para la selección de los cilindros neumáticos necesitaremos los siguientes datos:

- Diámetro del embolo: 32 mm
- Carrera: 15 mm y 50 mm

3.2.5. Esquema electroneumático.

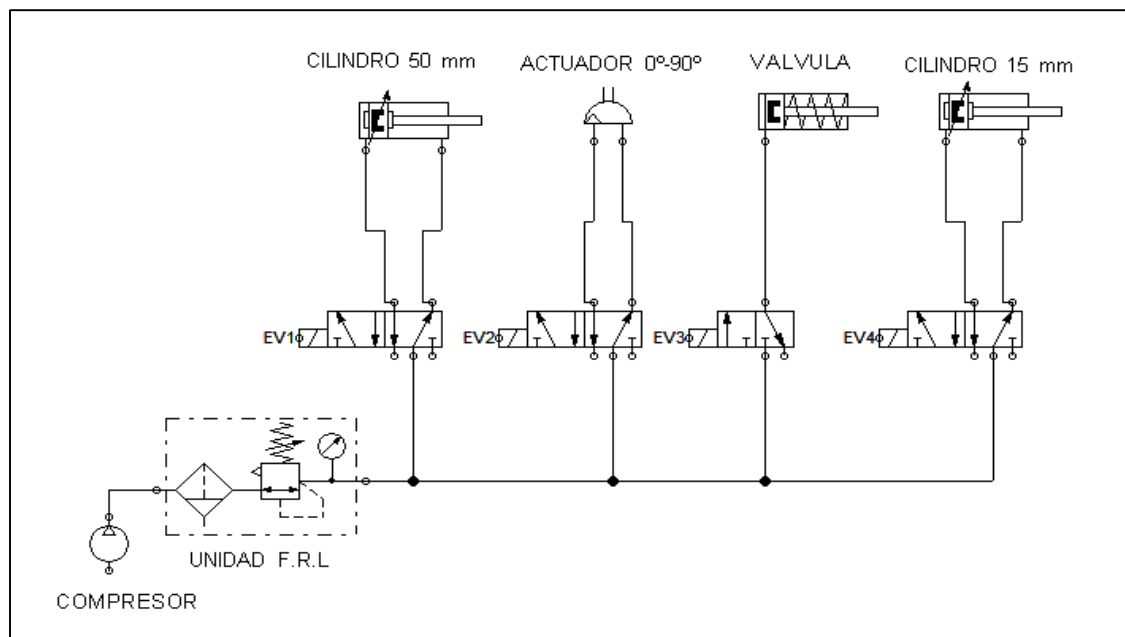


Figura 5: Esquema electroneumático.
Fuente: Elaboración propia.

3.3. Sistema de asepsia

3.3.1. Bomba de vacío.

$$Sp = \frac{V}{T} \ln \left(\frac{P1}{P2} \right)$$
$$Sp = 16.82 \text{ ft}^3 / \text{min} = 17 \text{ CFM}$$
$$Sp = 0.476289 \text{ m}^3 / \text{min} = 28.57 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Para la compra de una bomba de vacío se tiene los siguientes datos:

Caudal: $28.57 \text{ m}^3 / \text{h}$.

Presión: 846.59 mbar .

Frecuencia: 60 Hz.

3.4. Sistema de llenado

a. Calculando caudal

$$55 \frac{\text{litros}}{\text{min}} = 15 \frac{\text{galones}}{\text{min}} = 0.05685 \text{ m}^3$$
$$Q_{max} = \frac{0.05685 \text{ m}^3}{60 \text{ s}}$$

$$Q_{max} = 9.475 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} = 0.9475 \text{ L/s}$$

b. Tiempo de llenado del barril

$$\text{Caudal} (\text{L/s}) * x = \text{Capacidad} (\text{litros})$$
$$x = 23.22 \text{ s} = 0.387 \text{ min}$$

c. Velocidad del fluido

$$Q = V * A$$
$$9.475 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} = V * 2.0268 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = v1 = v2 = 0.4675 \text{ m/s}$$

d. Presión de admisión y expulsión

$$\frac{Pa}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + Za = \frac{P1}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + Z2$$
$$P1 = 98.272 \text{ Kpas en la tubería de admisión}$$

Aplicando Bernoulli entre los puntos P1 y P2 del sistema inicial

$$\frac{P1}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + Z1 = \frac{P2}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + Z2$$

$$P2 = 78.652 \text{ Kpas en la tubería de expulsión}$$

e. Altura del eje

$$-H_{eje} = \frac{P2 - (-P1)}{\rho g} + \frac{\infty_2 v^2 - \infty_1 v^2}{2g} + Z2 - Z1 + H_{perd}$$

$$-H_{eje} = 19.43 \text{ m}$$

f. Potencia del eje

$$P = \rho * g * Q * H_{eje}$$

$$P = 1000 \frac{kg}{m^3} * 9.81 \frac{m^2}{s} * 9.475 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s} * 19.43 \text{ m}$$

$$P = 180.60 \text{ WATTS}$$

g. altura útil

$$H = \frac{P2 - (-P1)}{\rho g} + (Z2 - Z1) + H_{EXT}$$

$$H = 20.63 \text{ m}$$

Tenemos como datos lo siguiente para nuestra selección de bomba de agua:

Potencia del eje para selección:	P= 0.24 HP=0.5 HP
Caudal del sistema:	Q=0.9475 l/s=3,41 l/m ³ /h
Altura útil del sistema:	H=20.63
Aletas:	Acero inoxidable

3.5. Producción

Tiempo de entrega del producto consta de los siguientes datos:

- Tiempo de colocado del barril	5s
- Tiempo de retirar válvula:	3s
- Tiempo de llenado del barril:	20s
- Tiempo de sellado de válvula:	3s
- Tiempo de retiro del barril:	5s
- Tiempo total:	36s

Para determinar la producción: 1 hora = 3600s

$$3600s / 36s = 100 \text{ BPH.}$$

3.6. Selección del control lógico programable (PLC)

3.6.1. PLC de la máquina

La máquina diseñada consta de las siguientes entradas y salidas:

- Entradas digitales: 12
- Salidas digitales: 08

Total de entradas y salidas del sistema: 20 E/S

3.6.2. Clasificación de un PLC

- a. Por su construcción: Modular
- b. Por su cantidad de E/S: Nano: hasta 32 E/S
- c. Lenguajes de programación: LD: diagrama escalera.

3.6.3. Programación del PCL

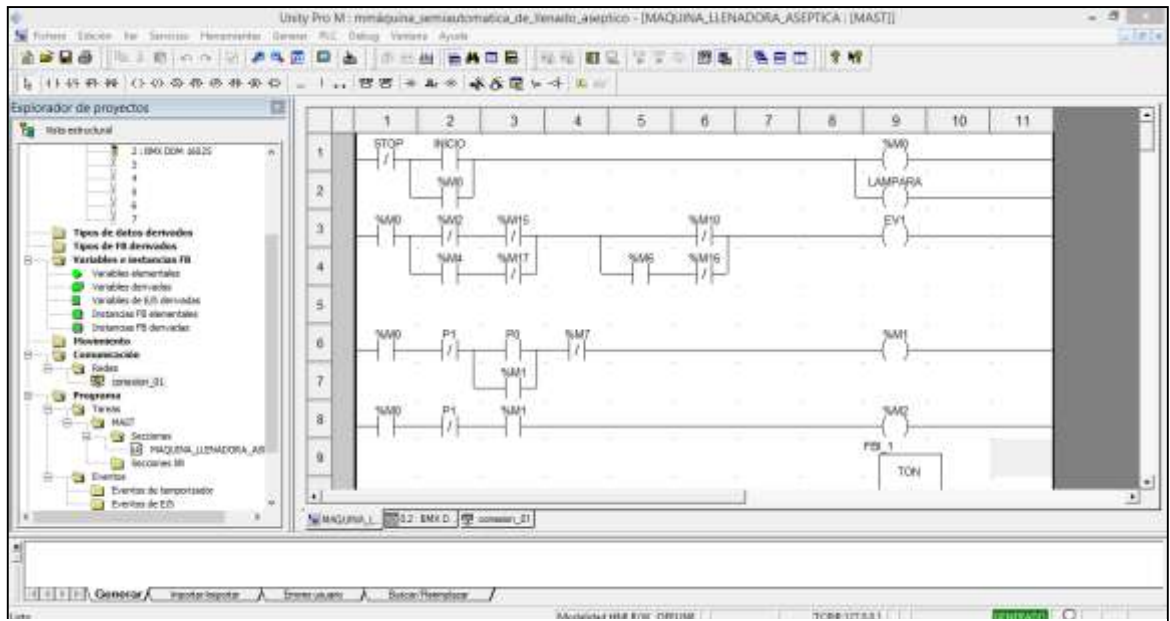


Figura 6: Desarrollo de la programación de los procesos
Fuente: Elaboración propia.

3.7. Calculando los componentes del tablero:

Para la selección de los componentes de protección se hará uso del catálogo de la electrobomba:

- a. Motor de llenado 0.5 HP (monofásico):

Factor de potencia: 0.78

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} = \frac{373}{220 \times 0.78} = 2.17 \text{ A}$$

Protección para corto circuito:

Cálculo de la protección del interruptor

$$I_p = C \times I_n = 5.42 \text{ A}$$

Se selecciona un interruptor magnetotérmico de 2 polos (monofásico) con curva DE más lenta de respuesta que las convencionales C, ya que el motor aumenta su intensidad de 2 a 5 veces su intensidad nominal en el momento de arrancar, el resultado es $I_p = 5.42 \text{ A}$. El valor comercial del interruptor que es de 6 A.

Para este caso se hará uso de un contactor, de esta forma el PLC comanda al motor de 0.5 HP según sea la programación.

- b. Motor de vacío 0.75 HP (monofásico):

Factor de potencia: 0.8

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} = \frac{560}{220 \times 0.8} = 3.18 \text{ A}$$

Cálculo de la protección del interruptor

$$I_p = C \times I_n = 9.6 \text{ A}$$

Se selecciona un interruptor magnetotérmico de 2 polos (monofásico) con curva DE más lenta de respuesta que las convencionales C, ya que el motor aumenta su intensidad de 2 a 5 veces su intensidad nominal en el momento de arrancar, el resultado es $I_p = 9.6 A$, El valor comercial del interruptor que es de 10 A.

c. Motor compresor 1.5 HP(monofásico):

Factor de potencia: 0.85

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} = \frac{1120}{220 \times 0.85} = 5.98 A$$

Cálculo de la protección del interruptor

$$I_p = C \times I_n = 14.95 A$$

Se selecciona un interruptor magnetotérmico de 2 polos (monofásico) con curva DE más lenta de respuesta que las convencionales C, ya que el motor aumenta su intensidad de 2 a 5 veces su intensidad nominal en el momento de arrancar, el resultado es $I_p = 14.95 A$, El valor comercial del interruptor que es de 16 A.

Protección para la sobrecarga: se hará uso de un relé térmico.

Tanto el motor de vacío como el motor compresor se comandaran por sus respectivos enclaves con su vacuostato o presostato.

d. Controlador lógico programable (PLC):

$$I = \frac{P}{V} = \frac{25}{220} = 0.11 Amp$$

El valor comercial del interruptor es de 2 A

e. Llave general del tablero:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2078}{220} = 9.44 Amp$$

El valor comercial del interruptor es de 25 A

TABLA 3. Componentes del tablero de mando.

Componentes del Tablero	
Material	
Motor de 0.55 HP	373 W
Motor de 0.75 HP	560 W
Motor de 1.5 HP	1120 W
PLC	25 W
TOTAL	2078 W

Fuente: *Elaboración propia.*

3.8. Plan de mantenimiento

TABLA 4. *Plan de mantenimiento rutinario*

Sistema neumático	
Personal autorizado	Operario
	Mascarilla
Equipos de protección	Botas
	Uniforme
	Redecilla
Materiales	Herramientas que se requieran para la inspección
Procedimiento	
<p>Apagar y desconectar la máquina del suministro eléctrico. Inspeccionar las conexiones neumáticas existentes.</p> <p>Conectar y encender la máquina, verificar el correcto funcionamiento del sistema neumático y descartar fugas de aire.</p> <p>Inspeccionar la unidad de mantenimiento, verificar la presión y el filtro, si hay agua almacenada en el filtro evacuarla.</p>	
Sistema eléctrico	
Personal autorizado	Operario
	Mascarilla
Equipos de protección	Botas
	Uniforme
	Redecilla
Materiales	Herramientas que se requieran para la inspección.
Procedimiento	
<p>Apagar y desconectar la máquina del suministro eléctrico. Inspeccionar si el cableado está correctamente aislado.</p> <p>Conectar y encender la máquina, verificar si los pulsadores de inicio, paro de proceso y paro de emergencia están en perfecto funcionamiento.</p>	
Sistema de asepsia	
Personal autorizado	Operario
	Mascarilla
Equipos de protección	Botas
	Uniforme
	Redecilla
Materiales	Herramientas que se requieran para la inspección
Procedimiento	
<p>Apagar y desconectar la máquina del suministro eléctrico. Inspeccionar la manguera que conecta el generador de ozono con el Venturi.</p>	

Fuente: *Elaboración propia.*

3.9. Evaluación económica

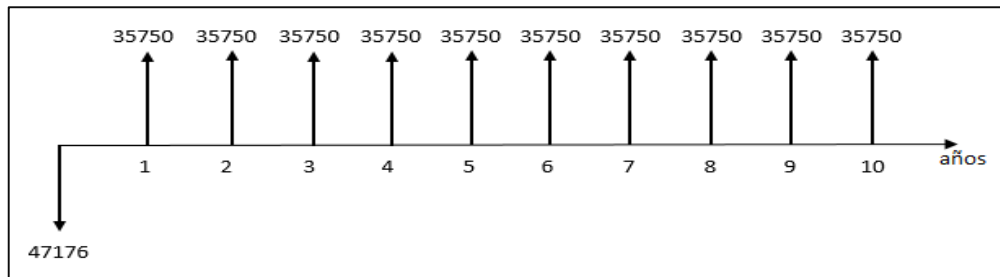


Figura 7: Flujo de caja.

Fuente: *Elaboración propia.*

TABLA 5. Evaluación económica.

Evaluación económica	
TIR con Excell	VAN con Excell
76 %	S/. 172,521.77

Fuente: *Elaboración propia.*

4. Discusión

Un modelo de máquina llenadora bag in box que se encuentra a la venta en el mercado y tienes los siguientes inconvenientes para poder llenar el nuevo formato barril retornable de polietileno de 22 litros:

- En sus estándares de capacidad de llenado no cuenta con 22l.
- La adquisición de la máquina es costosa.
- No cuenta con un bastidor adecuado para el nuevo formato barril retornable de polietileno de 22 litros.
- No cuenta con un proceso de esterilización de la bolsa.

La Pro Box tiene como problema potencial el proceso de esterilización y el sujetador inadecuado, por la razón que fue diseñada para llenar y sujetar solo bolsas.



Figura 8. Máquina llenadora bag in box.

Fuente: *Elaboración propia.*

La máquina semiautomática para el llenado aséptico de agua cuenta con:

- En sus estándares de capacidad de llenado cuenta con 22l.
- Cuenta con un bastidor adecuado para el nuevo formato barril retornable de polietileno de 22 litros.
- Cuenta con un proceso de esterilización con gas de ozono para la bolsa.

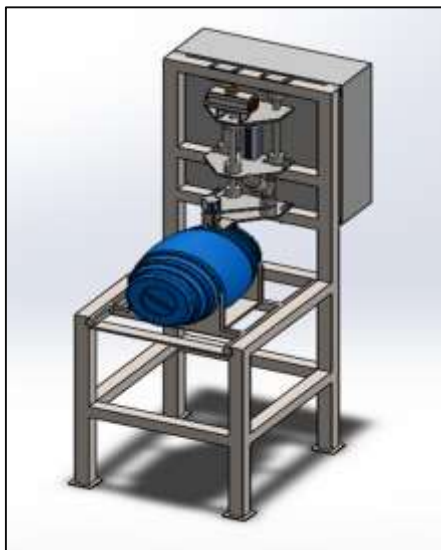


Figura 9. *Máquina semiautomática para llenado aséptico de agua.*
Fuente: *Elaboración propia.*

5. Conclusiones

El 100% de los modelos de máquinas semiautomáticas para el llenado de agua que han sido investigadas no cuentan con un sistema efectivo de esterilización del envase previo al llenado, lo cual las limita a cumplir con una asepsia adecuada.

El diseño de esterilización con gas de ozono resultó el más conveniente porque es el top 1 a nivel mundial en esterilizantes siendo así un bactericida, fungicida, viricida y esporicida, por su alto potencial de oxidación de 2,07 (V).

Los cálculos de diseño para el prototipo N° 03 permitieron seleccionar el material de la estructura, piezas y equipos, logrando el óptimo funcionamiento del sistema seleccionado.

Mediante el software de simulación, brindó una visualización detallada del diseño del prototipo, se analizó las deformaciones del material y se calculó un factor de seguridad de 2.3 lo cual asegura que el material está apto para resistir dichos esfuerzos mecánicos.

El software Unity PRO, permite programar en 5 lenguajes diferentes, su sencillez de la interfaz de programación y simulación facilitó el trabajo, reduciendo la cantidad de horas dedicadas al diseño, simulación y prueba del sistema realizado.

Con la elaboración de los planos se logró el correcto ensamblaje de los componentes, así mismo se mostró los detalles de la solución a los problemas de llenado en los modelos investigados.

Con el plan de mantenimiento la máquina llenadora aséptica mantiene un buen estado físico y un correcto funcionamiento, evitando futuras fallas.

La empresa factura alrededor de 324 000 soles anuales y el análisis económico arrojó que con una inversión inicial de 40 000 soles según las tasas de interés vigentes se proyecta un retorno de inversión de 12 meses.

6. Referencias

- Aguilar, C., & Amarildo, R. (2000). *Automatización de planta de tratamiento de agua*. Lima, Perú.
- Álvaro Enrique, N. S. (2012). *Optimización del proceso de envasado de miel en una máquina diseñada en la UPB*. 1214. Bolivia: McGRAW - HILL.
- Eduardo, B., & Daniel, g. (3 de septiembre de 2005). *Eliminación de microorganismos*. Recuperado de <http://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/qica1/desinfec.pdf>
- Erwin, b. s., & José, c. a. (agosto de 2005). *Diseño y construcción de un generador de ozono para aplicación de purificación de agua*. Cuernavaca Morelos, México.

- Indira Marcela, G. B. (2004). *Diseño y montaje de un control de nivel para una envasadora de lácteos*. Manizales, caldas, Colombia.
- Jhonny Fredy, D. S. (2010). *Diseño y construcción de empaque bag in box de 15 litros para empacar aceite de uso institucional, para la empresa Rambal S.A.* Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Rojas, M. R. (s.f.). webs.ono. Recuperado de [http://webs.ono.com/](http://webs.ono.com/http://webs.ono.com/mariadoloresmarin/PDF/F2b_12_VO_MO.pdf): http://webs.ono.com/mariadoloresmarin/PDF/F2b_12_VO_MO.pdf
- Rubén Darío, O. N. (2013). *Diseño y construcción de una máquina para envasado de agua*. México: Universidad nacional autónoma de México.
- Rubén Eladio, A. A., & José Miguel, M. C. (Octubre de 2011). *Diseño de modelo de máquina empacadora de bolsas prefabricadas tipo doy pack*. Bulevar los próceres, San Salvador, El Salvador.
- Ruiz, C. A., & Tuapanta, J. L. (febrero de 2012). *Mejoramiento de la calidad del proceso de envasado de vino en polietileno aluminizado tubular continuo*. Quito, Ecuador.
- S.A., T. L. (noviembre de 2009). www.osce.gob.pe. Recuperado de <http://www.osce.gob.pe/userfiles/archivos/INFORME%20AGUA%20BiDONES-031209.pdf>
- Sandra Antonia, C. C. (2007). Evaluación y propuesta de un sistema de planificación. Lima.
- Tecnológico, A. c., & ITDI. (4 de noviembre de 2007). *Manual de aplicaciones del ozono para el control de Legionella*. Recuperado de https://www.ainia.es/html/archivos/manual_de_aplicaciones_del_ozono_para_el_control_de_legionella.pdf