



MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO:

“Ikarus”

que presentan:

Ignacio Javier Alcarás Sobarzo.
Aitor Eguia Torresbaca.
María Fernanda Gómez Salinas.
David Moncisvais Macías.
Jafeth Martín Sánchez Meza.

Estudiantes de 5to semestre de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Mondragón México, como parte del proceso de Evaluación del Proyecto Fin de Semestre.

El Marqués, Querétaro, noviembre del 2020.

Índice del contenido.

0. Resumen.	2
1. Introducción.	3
2. Propuesta de trabajo.	4
3. Diagnóstico y justificación.	5
4. Ideación y desarrollo conceptual.	6
5. Memoria descriptiva.	10
6. Plan de fabricación.	11
7. Lista de piezas, materiales y herramientas.	12
8. Planos.	14
9. Cálculos técnicos	16
Mecánica de Fluidos (materia líder).	16
Resistencia de Materiales.	21
Ingeniería en Calidad.	21
Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.	22
Proceso.	22
Control de la información documentada SGC.	24
Plan de análisis y control de todos los riesgos.	24
Sistema de Gestión Ambiental.	25
Matriz integradora de los tres sistemas.	25
Ingeniería Económica.	26
10. Presupuesto.	28
11. Pruebas.	29
12. Problemas encontrados y solución adoptada.	30
13. Resultados y conclusiones.	30
14. Valoración del proyecto.	31
15. Anexos.	33
Fuentes consultadas.	33
Mapa mental.	34
Cronograma.	34
Manual de usuario.	37
Batería de pruebas realizadas.	38
Manual de calidad.	38

Sobre las normas APA: en este documento sólo se utilizarán las normas APA para referencias y citación. La parte de interlineado, sangría, márgenes y letra no se tomará en cuenta.

0. Resumen.

Se presenta el análisis, justificación, objetivo y proceso de creación de Ikarus, un dispositivo que busca optimizar el proceso de llenado de botellas con bebida carbonatada dentro de la empresa IKARUS SODA. Al rediseñar el sistema de flujo de los insumo de la máquina actual (funciona por gravedad y llena de una botella a la vez); implementando una serie de bombas y electroválvulas que permitan el llenado simultáneo y estandarizado de 6 botellas.

Así mismo en este documento, se describen las técnicas y metodologías utilizadas para la ideación y conceptualización del producto final. Además de los diversos cálculos ocupados para entender el alcance del proyecto y su desempeño bajo distintos escenarios. Para lo cual se hará uso principalmente de los temas de la materia de Mecánica de Fluidos -propiedades de los fluidos a utilizar, hidrodinámica y cálculo de bombas y tuberías-, así como de los conocimientos adquiridos en las materias de: Resistencia de Materiales, Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Ingeniería de Calidad e Ingeniería Económica.

Abstract

The present technical report contains the analysis, justification, objective and creative process of Ikarus, a device that seeks to optimize the filling process of bottles with soft drinks at IKARUS SODA. By redesigning the current machine flow system (which functions by gravity and fills one bottle at a time); by adding a series of pumps and solenoid valves that allow the simultaneous and standardized filling of 6 bottles.

Likewise, the techniques and methodology used for the ideation process and conceptualization of our final product, are described in detail. In addition to the various calculations used to understand the scope of the project and its performance under different scenarios. By mainly using the subject of Fluid Mechanics -properties of the fluids to be used, hydrodynamics and calculation of pumps and pipes-, as well as the knowledge acquired in the subjects of: Strength of Materials, Quality, Safety and Environment, Quality Engineering and Economic Engineering.

1.Introducción.

Este proyecto es la continuación del Proyecto Fin de Semestre pasado, en el cual cuantificamos por medio de la materia de Estadística la cantidad de botellas que se producían (la cual nos dio un resultado de 0.57 botellas por minuto) con el proceso que realiza actualmente la empresa IKARUS SODA.

En este proyecto vamos a resolver la problemática del llenado múltiple de botellas, así como incorporar el proceso de gasificado durante la última fase del embotellado. Para solucionar esta problemática vamos a hacer uso de lo aprendido en la materia Líder, Mecánica de Fluidos; para conocer las diferentes presiones de los diferentes líquidos que utiliza la empresa como: el jarabe secreto y el gasificado exacto del agua para que la bebida tenga un nivel de calidad homogéneo. Dicho esto, las materias de Ingeniería de Calidad y Calidad, Seguridad y Medio Ambiente van a tener un peso importante en la creación de este proyecto, ya que al ser un producto estandarizado debe de tener el mismo sabor siempre; para que los compradores del producto no tengan inconvenientes con un sabor al que no están acostumbrados. De igual manera las modificaciones que se le hagan al dispositivo deben de cumplir una serie de normas relacionadas a la seguridad (tanto alimentaria como de los trabajadores), para lo cual también se considerarán los conceptos aprendidos en la materia de Resistencia de Materiales.

Habiendo identificado la problemática a la que nos enfrentamos en este proyecto, nuestra meta cuantificable es llegar a la producción de 6 botellas por minuto; esto será posible gracias al rediseño de la máquina que fue ideada el semestre pasado. A esta misma máquina se le piensa incorporar una gasificadora automática para eliminar una parte del proceso manual que realizan actualmente, esta parte de la línea de producción será realizada de manera simultánea restando el tiempo del proceso de producción total, al estar todo integrado en la misma máquina también se va a reducir el espacio del área de trabajo facilitando un mejor acceso a las demás áreas donde se labora. Dicho esto, en esta memoria técnica se redactará de manera más detallada todo el proceso de ideación de la continuación del proyecto anterior, así como los cálculos para verificar que este sea viable para el uso de pequeñas industrias refresqueras.

2. Propuesta de trabajo.

Este proyecto con la empresa IKARUS SODA (empresa aún en crecimiento) se propuso porque notamos que esta carece de una debida línea de producción. El proceso en su mayoría se hace de forma manual.

En la duración de este semestre, trabajaremos únicamente en la parte de la línea que respecta al llenado de múltiples botellas; con el propósito de aumentar la producción de botellas de jugo carbonatado. Según los cálculos, el proceso actual que es de 0.57 botellas llenadas por minuto, será aumentado a aproximadamente 3.41 botellas por minuto, lo cual significa un aumento del 600% en la producción por minuto.

La materia líder de este semestre es Mecánica de Fluidos, y entre los requisitos impuestos por el profesor Julián Velázquez, resaltan el de la explicación de la automatización del sistema que implementaremos que en este caso será nuestra línea de producción para el llenado múltiple de botellas. También se tiene que determinar la maquinaria que se va a implementar y la más importante que vendría siendo la explicación detallada de los beneficios obtenidos con la implementación de nuestro sistema.

En respuesta a esos puntos, nosotros planeamos la implementación de un dispositivo que logrará el llenado múltiple de botellas con bebidas carbonatadas. La línea actual llena 1 botella en 104 segundos y con el proyecto el llenado será de 3.41 botellas durante el mismo tiempo. Al cambiar de 1 boquilla a 6, y al agregar una serie de bombas para empujar y distribuir la misma cantidad de líquido en las boquillas previamente mencionadas.

A su vez, para la construcción del dispositivo se tomarán en cuenta los siguientes aspectos de las siguientes materias asociadas:

Resistencia de Materiales: se identificarán los puntos que son más susceptibles a la deformación por los posibles esfuerzos aplicados. Y las piezas y materiales serán adquiridos tras un riguroso estudio de sus propiedades físicas y mecánicas; basándose principalmente en los criterios de resistencia y de rigidez.

Calidad, Seguridad y Medio Ambiente: se analizará el proceso de llenado de botellas de la empresa IKARUS SODA y se elaborará un plan de mejora; se realizará un análisis y control de riesgos; y también se tomarán en consideración los siguientes sistemas para el diseño del dispositivo: Sistema de Gestión de la Calidad, Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo en México, y del Sistema de Gestión Ambiental.

Ingeniería de Calidad: se comprenderán los principios básicos de gestión de la calidad para estandarizar el dispositivo.

Ingeniería Económica: se definirá el tipo de empresa para determinar si el proyecto les resulta viable.

3. Diagnóstico y justificación.

La problemática actual consiste en la incapacidad en el proceso actual de producir en cualquier cantidad mayor a uno, lo que es una falta de eficiencia para la empresa, como consecuencia el mayor desperdicio es el tiempo, si bien el proceso se divide en varias secciones como lo son la preparación de la fruta, extracción de jugo, pasteurización, gasificado, mezclado, embotellado, etiquetado, cierre, y sellado, nos enfocaremos en el área de llenado que tiene un tiempo de ciclo por unidad de 32 segundos que pueden fluctuar de acuerdo al operador que esté llenando las botellas, la forma de reducir el tiempo de producción por unidad será llenar varias botellas al mismo tiempo.

A continuación el diagrama de flujo de la línea de producción:

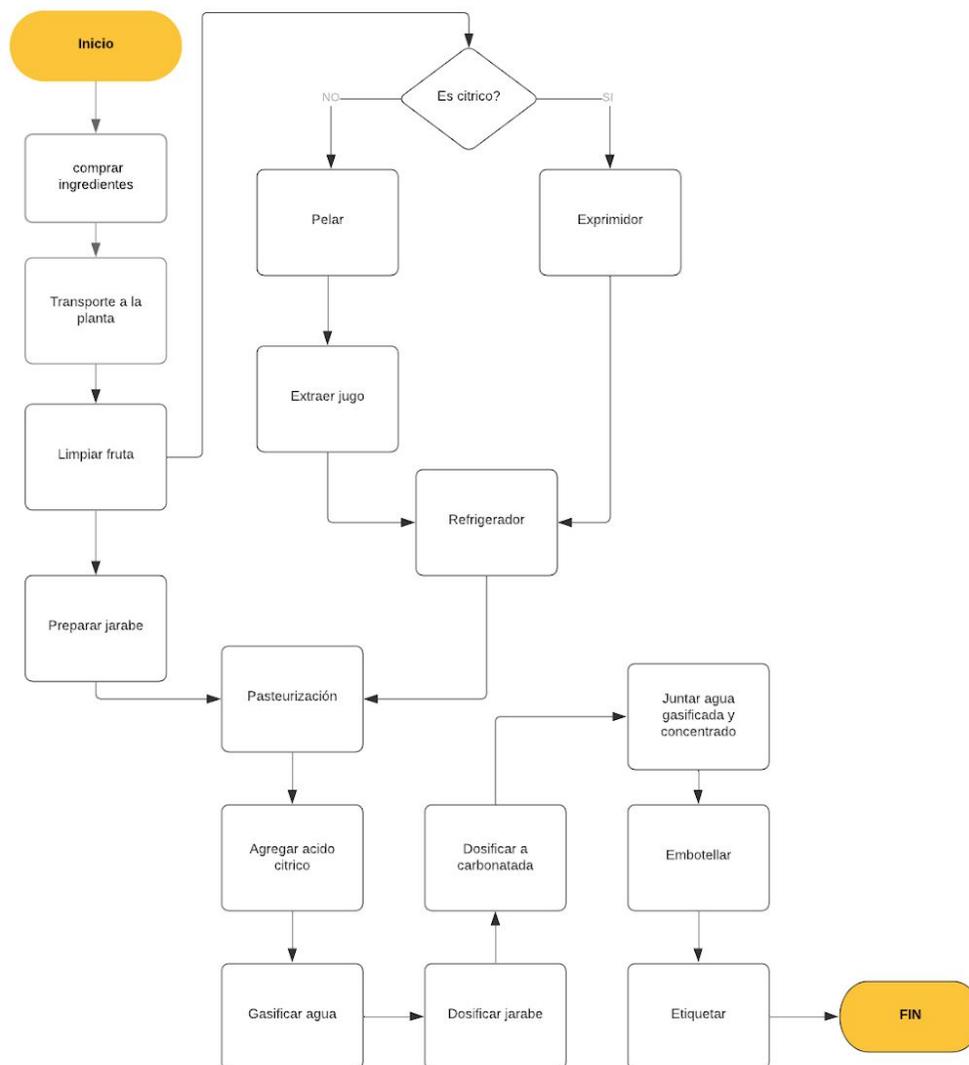


Diagrama 1. Diagrama de flujo de las operaciones de la empresa IKARUS SODA. Fuente propia.

En el proceso de producción encontramos el cuello de botella en el área de llenado, mismo que se desahogará con la aplicación de un línea de producción de mayor volumen.

En cuanto a las restricciones se tienen en cuenta:

- Solo se pueden utilizar materiales de grado alimenticio en cualquier parte del proceso que implique contacto directo con la bebida.
- El funcionamiento de la máquina tiene que ser intuitivo.
- La máquina no debe representar un riesgo ergonómico para su operador.
- El tamaño de la máquina, de ser necesario, tiene que poder ser desarmado y caber en la cajuela de un auto para su transporte.

4. Ideación y desarrollo conceptual.

Como se ha mencionado en secciones anteriores el beneficiario (IKARUS SODA) es una empresa que se dedica a la producción y distribución de bebidas carbonatadas y la principal área de oportunidad se encuentra en la producción.

A continuación, vemos el diagrama de flujo con las operaciones:

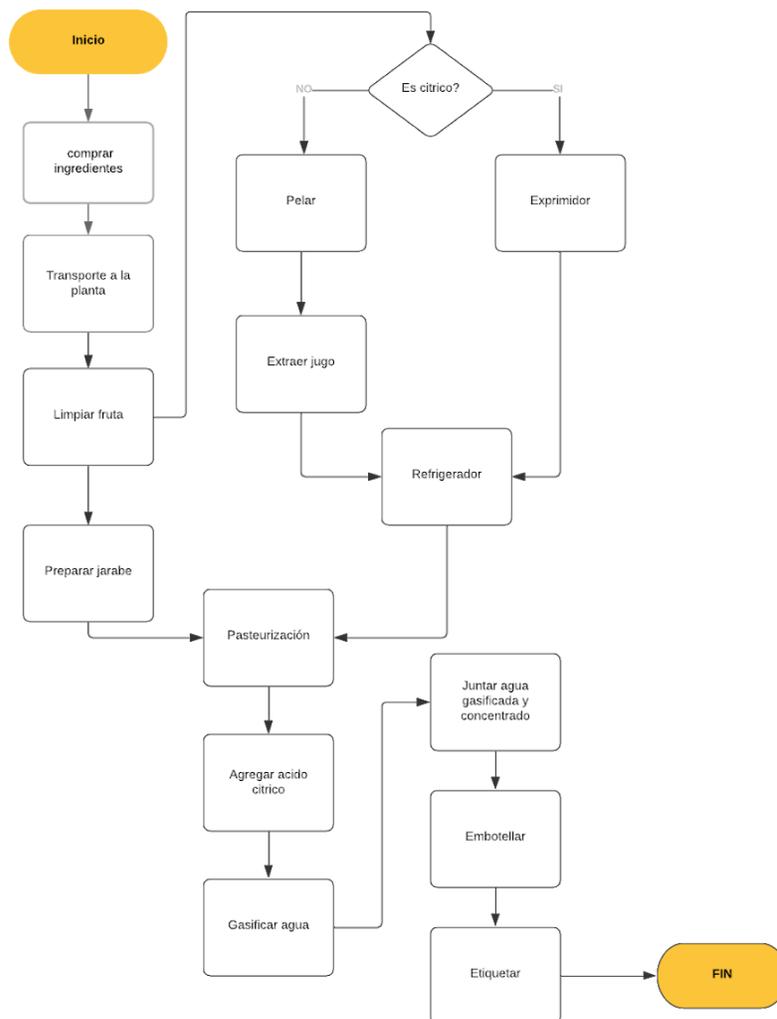


Diagrama 2. Flujo de las operaciones dentro de la empresa. Fuente propia.

En este proceso las únicas restricciones operativas son que el agua debe ser carbonatada antes de ser mezclada con el concentrado y que tanto el agua carbonatada como el concentrado se deben dispensar en cantidades específicas y en tiempos determinados.

El summum bonum del proyecto es la implementación de un llenado múltiple y simultáneo para que el proceso pueda llenar un total de 6 botellas por ciclo de iniciado y finalizado. La siguiente tabla mostrará los resultados de las pruebas realizadas para conocer la viabilidad del proyecto.

No. de Botellas	Tiempo de colocado de una botella (en segundos)	Tiempo de llenado (en segundos)	Tiempo de retirado de una botella (en segundos)	Tiempo total de operación de llenado (en segundos)	Botellas/minuto
1	6	90	8	104	.57
2	12	90	16	118	1.01
3	18	90	24	132	1.36
4	24	90	32	146	1.64
5	30	90	40	160	1.87
6	36	90	48	174	2.06

Tabla 1. Cálculos de la viabilidad del proyecto. Fuente propia.

Dentro del proceso de ideación también se elaboró un mapa mental, en el cual se plasmaron los puntos clave a considerar (datos proporcionados por el beneficiario) y el proceso de ideación del dispositivo:

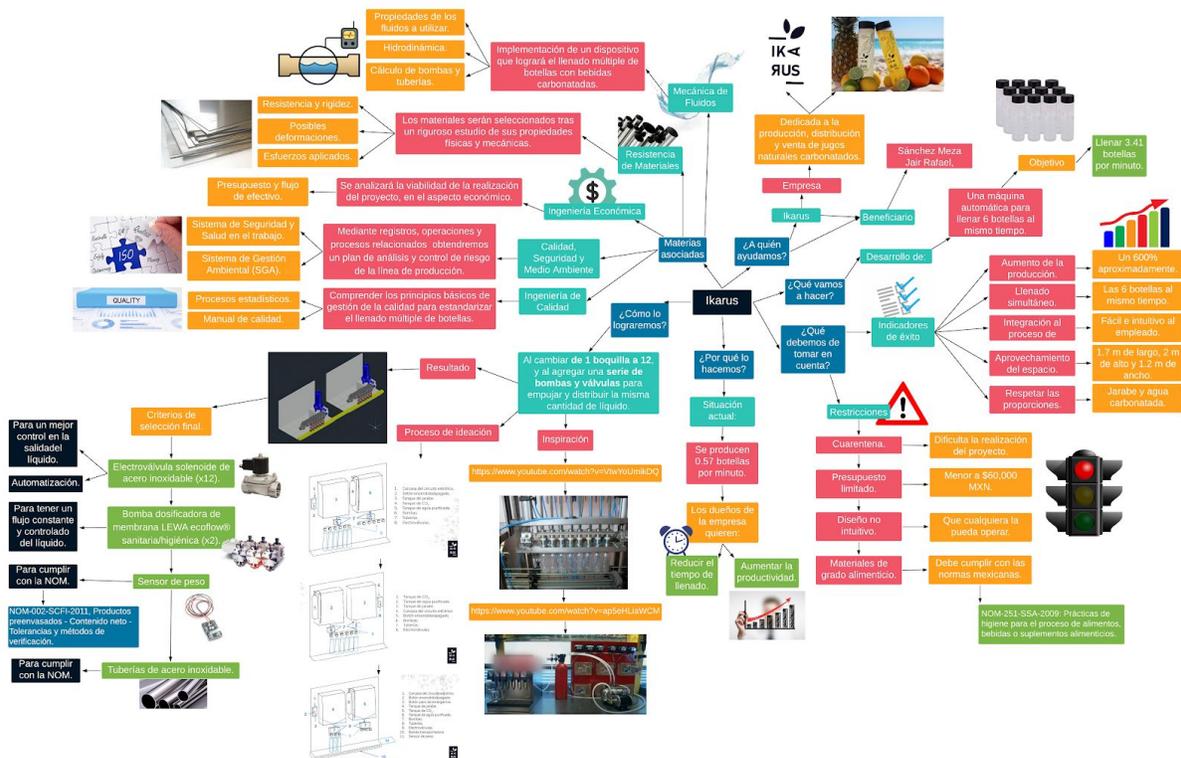


Imagen 1. Mapa mental. Fuente propia.

Proceso de generación de ideas (material de apoyo):

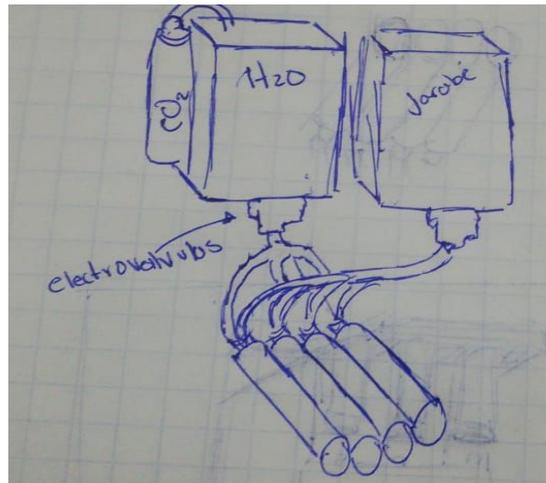


Imagen 2. Idea 1. Fuente propia.

Aquí se puede apreciar uno de los primeros diseños que se pensaba implementar. En este dispositivo, el llenado era de 4 botellas y se agregan al mismo tiempo las dos sustancias; factor que propiciaba una reacción violenta dentro de las botellas (aumento exponencial de la espuma producida por el gas de la bebida entrando en contacto con la mezcla de jarabe y concentrado).

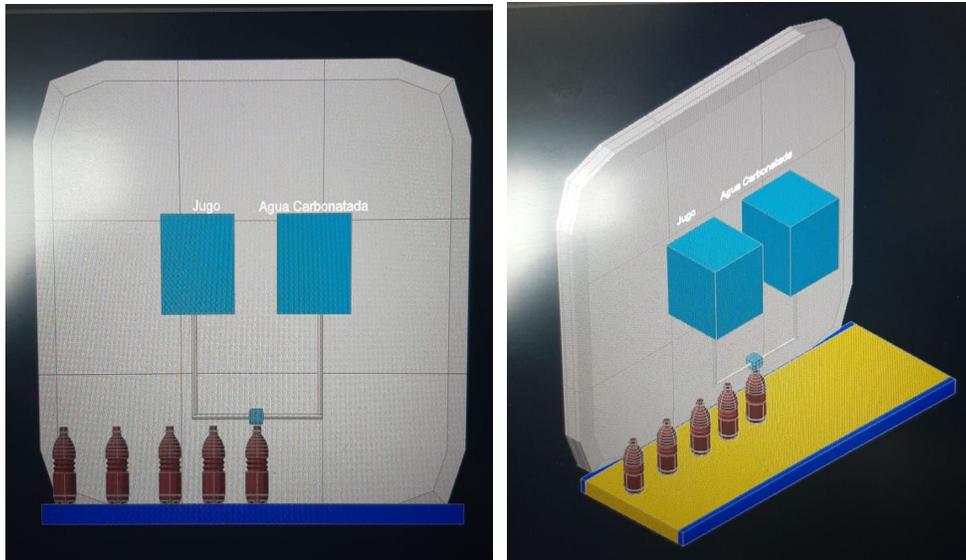


Imagen 3 y 4. Idea 2. Fuente propia.

En este prototipo anterior, el llenado se hace solamente en una botella por ciclo y al contar con dos válvulas se podía eliminar el problema de la reacción entre el gas y el jarabe. El principal problema era el bajo nivel de producción y la lentitud con la que se pasaba al siguiente paso del proceso final.

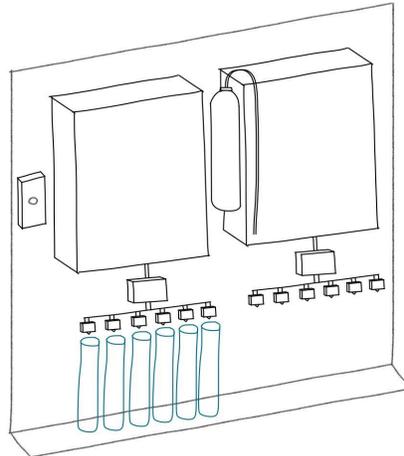


Imagen 5. Idea 3. Fuente propia.

En este diseño se implementan factores de los dos anteriores, como podemos observar el llenado es de seis botellas a la vez (superior a la cuatro del primer diseño) y al mismo tiempo se utiliza el llenado por fases del segundo modelo. Esta unión de factores mejora la producción (como se marca en la tabla anterior).

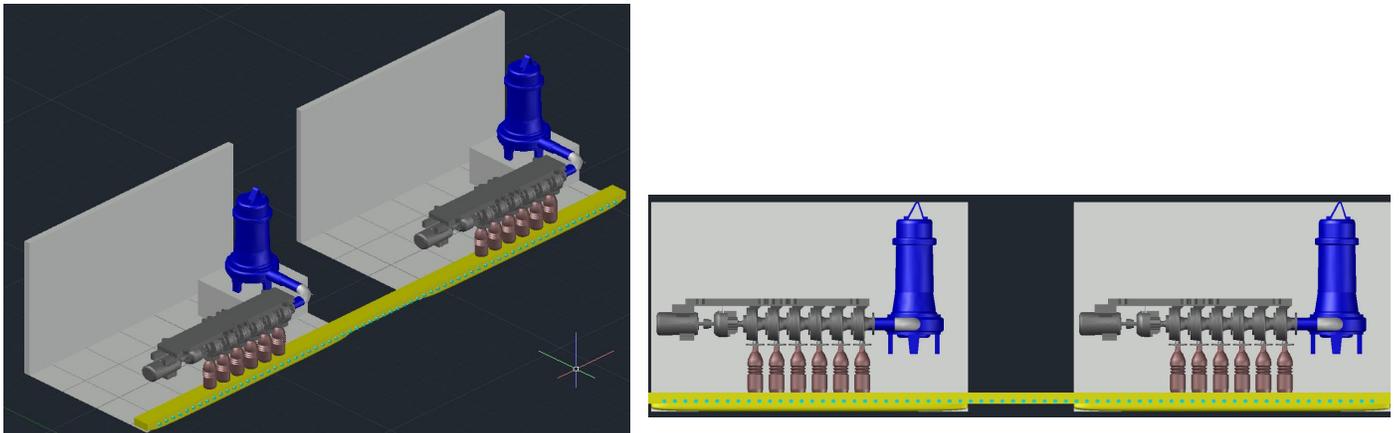


Imagen 6 y 7. Diseño final en 3D. Fuente propia

Aquí podemos ver el primer diseño tridimensional de cómo quedaría el proyecto con las especificaciones actuales y descartando los errores y fallos de los diseños anteriores. Este cuenta con:

- Electroválvula solenoide (x12).
- Manguera/tubería.
- PLC Siemens Sirius 3RR2241-1FW30.
- Interruptor de inicio y apagado.
- Interruptor de seguridad.
- Contenedores de grado alimenticio (10L).
- Banda de transporte.
- Bomba dosificadora de membrana LEWA ecoflow® sanitaria/higiénica (x2).

5. Memoria descriptiva.

Dadas que esta es una continuación a nuestro Proyecto Fin del semestre pasado vamos a hacer un pequeño resumen de lo que es y qué hace, para posteriormente explicar a un mayor detalle los nuevos aditamentos y futuras funciones de nuestro dispositivo.

Nuestro proyecto inicial es un dispositivo que se encarga de servir la bebida que prepara la compañía IKARUS SODA en sus botellas con las porciones indicadas de cada uno de sus jugos, esto se realiza con ayuda de unos contenedores que contienen el agua carbonatada y el jarabe de la bebida a preparar, para posteriormente una electroválvula se encargaba de dosificar el jarabe y el agua para posteriormente llenar una sola botella para después del proceso de nuestro dispositivo un operador se encarga de cambiar de botella. Este proceso consume mucho tiempo, el cual limita a la compañía para empezar a producir en masa; este proceso tiene la desventaja de ser muy extenuante y repetitivo, siendo estas las desventajas de este proceso es considerado mucho más rápido que el proceso manual, con el cual la compañía estaba acostumbrada a trabajar.

En el apartado técnico de la primera versión de nuestro dispositivo los materiales que se ocuparon fueron 2 contenedores de acero inoxidable, una electroválvula, mangueras y boquillas a la medida de la botella. Todos estos materiales seguían la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-251-SSA1-2009; norma que explica las prácticas de higiene para la producción de alimentos.

Teniendo este antecedente y estando conscientes de los problemas que conllevaba nuestro dispositivo se decidieron hacer cambios puntuales donde se observaron cuellos de botella. Empezando con la gasificación del agua para las bebidas, en el proceso anterior se gasifica el agua en otro dispositivo, este líquido era vaciado en el contenedor de nuestro dispositivo para seguir con el proceso de llenado de botella, en este nuevo proyecto se planea que el gasificado sea en el mismo dispositivo, esto se va a lograr con un sellado hermético del contenedor de agua donde una bomba de gas de CO_2 integraría las 2 partes, este proceso lo llevan a cabo las grandes refresqueras comerciales, es un proceso sencillo que ahorrara grandes cantidades de tiempo durante la producción.

Piezas:

- Contenedor de acero inoxidable: este es un contenedor de acero inoxidable que va a contener 2 orificios, por donde ingresarán el agua y el CO_2 , este debe de estar sellado herméticamente para evitar la salida del gas.
- Bomba de gas: será la encargada de bombear el CO_2 al contenedor, para el tamaño de este dispositivo hay varias opciones en el mercado que se ocupan en los dispensadores de refrescos de varios restaurantes y cines.
- Mangueras: son los conductos por donde pasará el agua y el CO_2 respectivamente.
- Contenedores de gas: son contenedores que contienen gas CO_2 .

Otra mejora que se realizará a nuestro dispositivo es que ahora será un multidispensador, aumentando así en un 600% la producción simultánea de bebidas IKARUS. El cómo afrontamos esta problemática es añadiendo más electroválvulas al proceso anterior, amplificando la salida de los líquidos de los contenedores para que se mantenga la distribución de jarabe y agua gasificada, para posteriormente ser servido en las botellas.

Piezas:

- Contenedores de acero inoxidable: serán los encargados de mantener el jarabe de Ikarus y el agua gasificada.
- Electroválvulas: son los dosificadores del jarabe y el CO₂, sin estos no sería posible que la bebida sea preparada con las dosis específicas.
- Mangueras: son los conductos por donde pasará el agua y el CO₂ respectivamente.
- Boquillas: sirven para que la entrada a la botella sea a la medida y que no haya desperdicios del producto terminado.

Estas mejoras fueron realizadas para optimizar el tiempo de producción entre los distintos procesos y el trabajo del operador, estas mejoras serán evidentes desde el primer momento de implementación, las bebidas van a ser producidas en un menor tiempo, evitando en mayor medida la merma del producto. Cumpliendo la meta principal de automatizar el proceso de IKARUS SODA.

6. Plan de fabricación.

Antes de empezar a fabricar cualquier prototipo se tiene que realizar un modelo en 3D, nuestro equipo realizó este prototipo en AutoCAD y SolidWorks para esta tarea, después de definir el diseño final vemos las distintas posibilidades de armado y el cómo se verá nuestro prototipo final.

Realizada la tarea anterior comienza la búsqueda de los materiales que necesitan tener la norma NOM-251-SSA1-2009 esto trae una cierta cantidad de problemas, ya que muchos productores en la industria no producen materiales enfocados a los alimentos puesto que su proceso debe poseer un riguroso control de calidad. Ya encontrado un fabricante de materiales que sigan esta norma, después de preguntar a distintos proveedores, checando la calidad-precio del producto se hace una cotización y se realiza la compra.

La primera parte de la construcción del proyecto, será la instalación de 2 Bombas dosificadoras de membrana LEWA ecoflow™ sanitaria/higiénica con capacidad de llenado para 6 botellas cada una. Estas bombas serán soldadas con ayuda de una soldadora a un riel que se encuentra suspendido por encima de la banda de transporte.

Mediante conectores de tipo macho para mangueras de líquidos consumibles, se conectarán 12 electroválvulas solenoides las cuales regularán el caudal y gracias a un PLC Siemens Sirius 3RR22 el cierre de las válvulas ya mencionadas será uniforme y preciso.

Tras la instalación de 6 sensores (de un diámetro de 0.05 m) de peso en los rodillos de la banda (con ayuda de un desarmador de estrella), para la correcta medición de las cantidades de cada botella; se realizarán pruebas con sustancias similares para identificar cualquier fallo en la instalación y a su vez obtener datos precisos del funcionamiento promedio.

Se soldarán los cables de los sensores y de las electroválvulas precisando del uso de un caudín y estaño (conexiones que serán cubiertas con cinta de teflón), a los cables para conexión eléctrica para posteriormente atornillar las puntas de estos al PLC.

Si encontramos fallas en el proceso de experimentación, se localiza el origen de estas fallas. El ejemplo principal sería si hay fugas en las bombas y sellarlas apretando o aplicando cualquier tipo de sellador o en las electroválvulas que tengan un mal funcionamiento en la liberación del líquido, donde se tendría que checar la programación para encontrar la solución o alguna fuga donde se tengan que buscar nuevos conectores de entrada macho para obtener un sellado hermético.

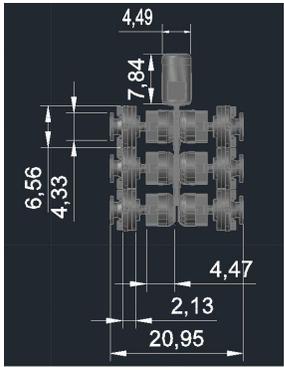
7. Lista de piezas, materiales y herramientas.

Como vamos a trabajar sobre el dispositivo desarrollado el semestre pasado, lo único que se agregaría sería lo siguiente:

No. de pieza	Material	Unidades	Composición
1	Botón de seguridad: diámetro de 0.01 m.	1	Metal inoxidable y plástico.
2	Bomba dosificadora de membrana LEWA ecoflow® sanitaria/higiénica.	2	Acero inoxidable 316.
3	Tubería de acero inoxidable: 1 3/4 “.	6.25 m	Acero inoxidable 316.
3.1	Codos: 1 3/4 “.	6	Acero inoxidable 316.
3.2	Conexión T: 1 3/4 “.	8	Acero inoxidable 316.
4	Electroválvula solenoide 1 3/4 “ entrada hembra.	12	Acero inoxidable 316.
5	Sensor de peso: diámetro de 0.05 m.	6	Acero inoxidable y aluminio con IP63.

Tabla 2. Lista de materiales. Fuente propia.

Dibujo de los materiales acotados:

	
<p>Botón de seguridad.</p>	<p>Bomba dosificadora de membrana LEWA ecoflow® sanitaria/higiénica.</p>

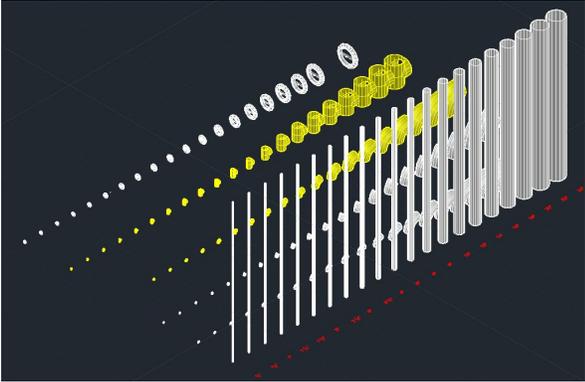
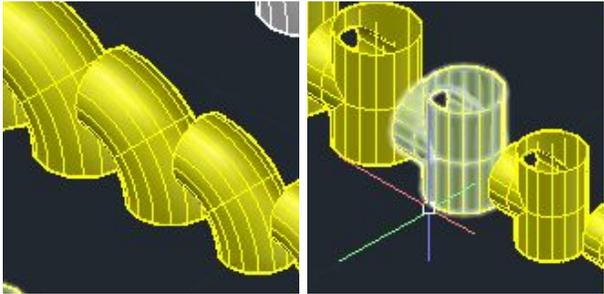
	
<p>Tubería de acero inoxidable.</p>	<p>Codos y conexiones T.</p>
	
<p>Electroválvula solenoide.</p>	<p>Sensor de peso.**</p>

Tabla 3. Dibujos acotados de los componentes. Fuente propia.

Nota: Los dibujos señalados con ** fueron obtenidos de internet, en la parte de anexos se encuentran las referencias de cada uno.

Lista de herramientas:

- Cable para conexiones eléctricas.
- Cautín.
- Estaño.
- Cinta teflón.
- Pasta para soldar.
- Soldadora.
- Desarmador punta estrella.

8. Planos.

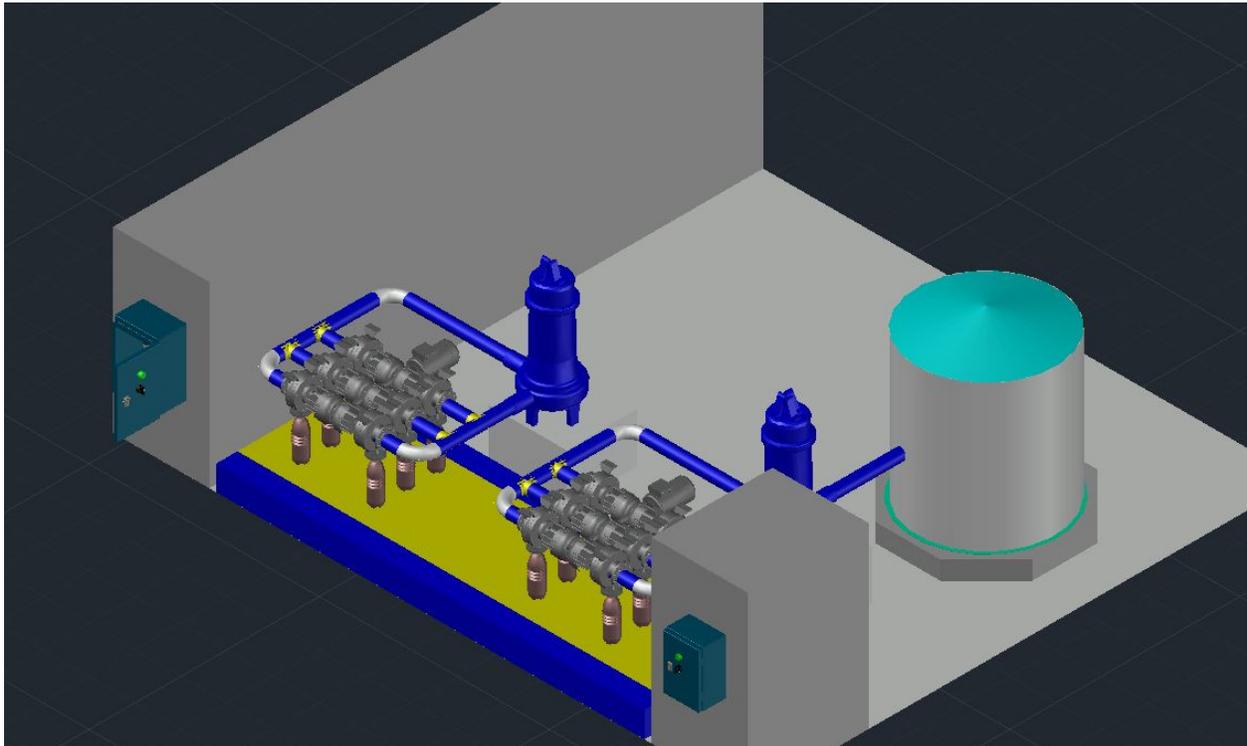


Imagen 8. Plano del dispositivo completo. Fuente propia.

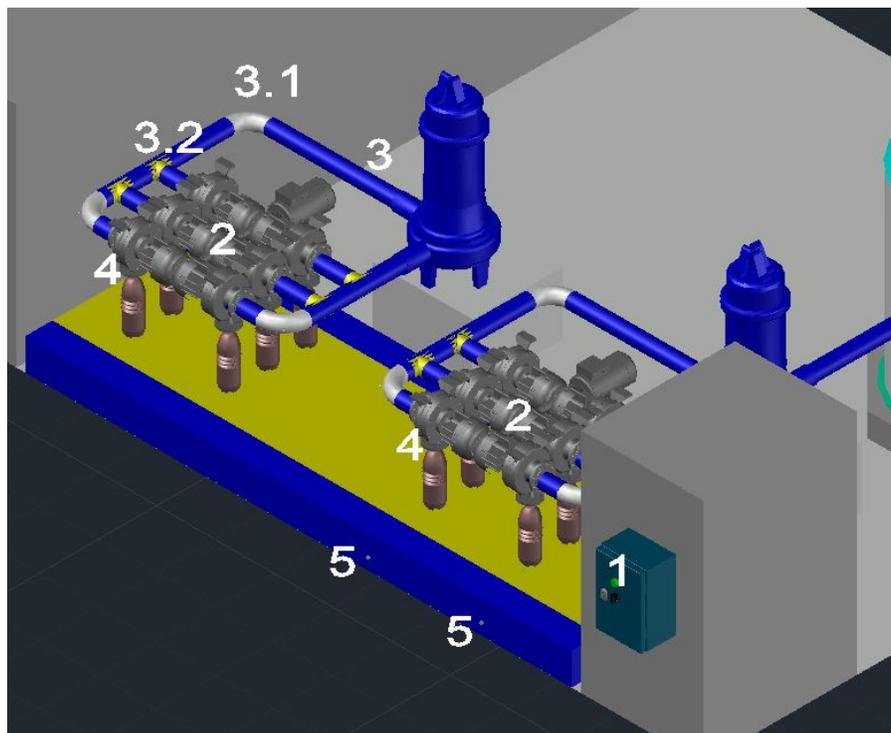


Imagen 9. Elementos del proyecto (numeración de la lista de materiales). Fuente propia.

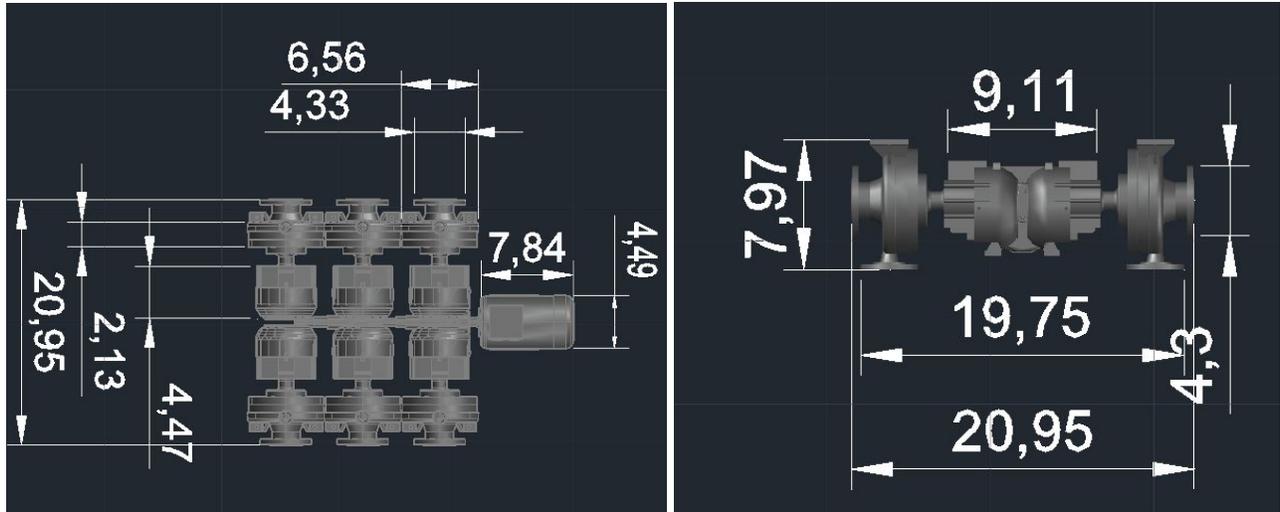


Imagen 10. Elemento más importante del proyecto; bomba dosificadora de membrana LEWA ecoflow® sanitaria/higiénica (las unidades representadas son los aproximados a las medidas reales, expresadas en pulgadas). Fuente propia.

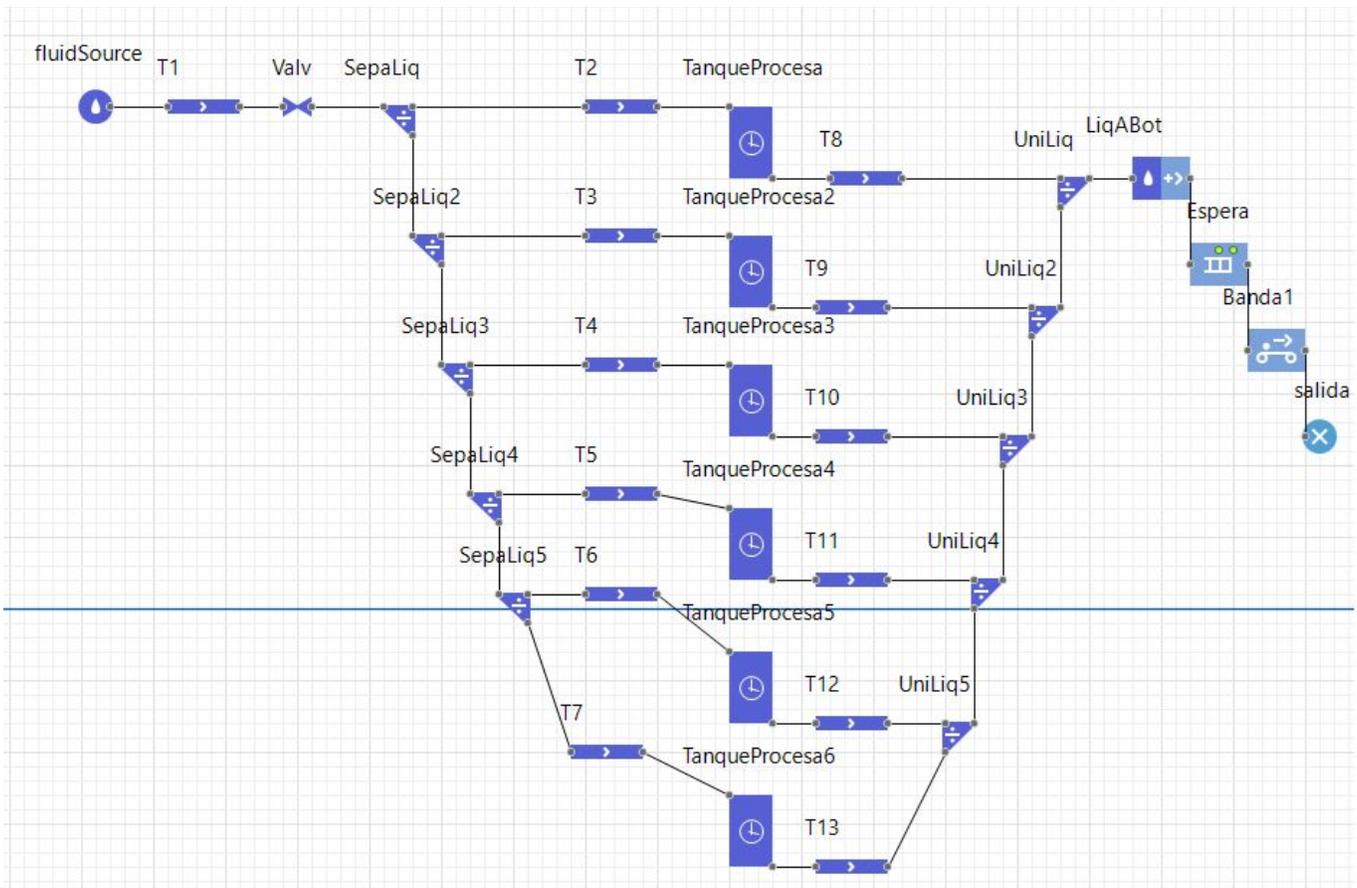


Imagen 11. Esquema del funcionamiento del proyecto. Fuente propia.

9. Cálculos técnicos

A continuación se presentan los múltiples cálculos y conceptos que se tomaron en cuenta para los diferentes componentes del dispositivo, estos divididos por materia:

Mecánica de Fluidos (materia líder).

Densidad del agua carbonatada

$$\rho = (.1) \left(.00198 \frac{g}{m^3} \right) + \left(9.8 \frac{g}{m^3} \right) (.99)$$

$$\rho = .9900198 \frac{g}{m^3}$$

$$\rho = 990.0198 \frac{kg}{m^3}$$

Área de las Salidas

$$A = \frac{\pi (.4445m)^2}{4}$$

$$A = 1.5517 \times 10^{-3} m^2$$

Tanque

Presión salida del tanque

$$P = \rho gh$$

$$P = \left(990.0198 \frac{kg}{m^3} \right) \left(9.8 \frac{m}{s^2} \right) (.76 m)$$

$$P = 7373.667 Pa$$

Velocidad del flujo del tanque

$$P_1 + \frac{1}{2} (\rho v_1^2) + \rho gh = P_2 + \frac{1}{2} (\rho v_2^2) + \rho gh$$

$$P_1 = \frac{1}{2} (\rho v_2^2)$$

$$v = \sqrt{\frac{2P}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(7373.667 Pa)}{990.0198 \frac{kg}{m^3}}}$$

$$v = 3.85 \frac{m}{s}$$

$$v = 13860 \frac{m}{h}$$

Caudal del Tanque

$$Q = vA$$

$$\left(13860 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

Caudal en las 3 salidas

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} = (1.5517 \times 10^{-3} m^2) V$$

$$v = \frac{7.16 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

$$v = 4614.294 \frac{m}{h}$$

Bombas Dosificadoras

Caudal de la Bomba

$$Q = vA$$

$$\left(3866.7 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 6 \frac{m^3}{h}$$

$$v = \frac{6 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

$$v = 3866.7 \frac{m}{h}$$

$$P_1 + \frac{1}{2}(\rho v_1^2) = P_2 + \frac{1}{2}(\rho v_2^2)$$

Presión cuando la válvula esta cerrada $v=0$

$$P_1 + \frac{1}{2}(\rho v_1^2) = P_2$$

$$P_2 = 50000000 Pa + \frac{1}{2} \left(990.0198 \frac{kg}{m^3} v_1^2 \right)$$

$$P_2 = 50000531.64 Pa$$

Velocidad cuando la presión es liberada

$$v = \sqrt{\frac{2(\Delta P)}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(531.64 Pa)}{990.0198 \frac{kg}{m^3}}}$$

$$v = 1.494 \frac{m}{s}$$

$$v = 5371.2 \frac{m}{h}$$

Caudal de las electroválvulas

$$Q = vA$$

$$\left(5371.2 \frac{m}{h} \right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 8.33 \frac{m^3}{s}$$

$$8.33 \frac{m^3}{h} = 2.3 \frac{l}{s}$$

Densidad del jarabe y zumo

$$\rho = (.5) \left(1587 \frac{kg}{m^3} \right) + \left(997 \frac{kg}{m^3} \right) (.5)$$

$$\rho = 1292 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho = (.65) \left(1292 \frac{kg}{m^3} \right) + \left(950 \frac{kg}{m^3} \right) (.35)$$

$$\rho = 1172.3 \frac{kg}{m^3}$$

Viscosidad

$$\frac{1172.3 \frac{kg}{m^3}}{.1 \frac{Ns}{m^2}}$$

$$\varphi = 11723 \frac{m^2}{s}$$

Tanque

Presión salida del tanque

$$P = \rho gh$$

$$P = \left(1172.3 \frac{kg}{m^3}\right) \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (.76 m)$$

$$P = 8731.29 Pa$$

Velocidad del flujo del tanque

$$P_1 + \frac{1}{2}(\rho v_1^2) + \rho gh = P_2 + \frac{1}{2}(\rho v_2^2) + \rho gh$$

$$P_1 = \frac{1}{2}(\rho v_2^2)$$

$$v = \sqrt{\frac{2P}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(7373.667 Pa)}{990.0198 \frac{kg}{m^3}}}$$

$$v = 3.85 \frac{m}{s}$$

$$v = 13860 \frac{m}{h}$$

Caudal del Tanque

$$Q = vA$$

$$\left(13860 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

Fricción de la viscosidad

$$\Delta P = P_1 - P_2 = QR$$

$$R = \frac{.1 \frac{Ns}{m^2}}{1.7231 \times 10^{-3} m^3}$$

$$R = 58.03$$

$$\Delta P = QR$$

$$\Delta P = .3464 Pa$$

$$P_2 = P_1 - \Delta P$$

$$P_2 = 8730.94 Pa$$

La fricción de la Viscosidad es despreciable

Caudal en las 3 salidas

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} = (1.5517 \times 10^{-3} m^2) V$$

$$v = \frac{7.16 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

$$v = 4614.294 \frac{m}{h}$$

Bombas Dosificadoras

Caudal de la Bomba

$$Q = vA$$

$$\left(3866.7 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 6 \frac{m^3}{h}$$

$$v = \frac{6 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

Caudal en las 3 salidas

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} + 7.16 \frac{m^3}{h} = 21.506 \frac{m^3}{h}$$

$$7.16 \frac{m^3}{h} = (1.5517 \times 10^{-3} m^2) V$$

$$v = \frac{7.16 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

$$v = 4614.294 \frac{m}{h}$$

Bombas Dosificadoras

Caudal de la Bomba

$$Q = vA$$

$$\left(3866.7 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 6 \frac{m^3}{h}$$

$$v = \frac{6 \frac{m^3}{h}}{(1.5517 \times 10^{-3} m^2)}$$

$$v = 1.074 \frac{m}{s}$$

$$v = 3866.4 \frac{m}{h}$$

Caudal de las electroválvulas

$$Q = vA$$

$$\left(3866.4 \frac{m}{h}\right) (1.5517 \times 10^{-3} m^2) = 5.99 \frac{m^3}{s}$$

$$5.99 \frac{m^3}{h} = 1.66 \frac{l}{s}$$

Resistencia de Materiales.

Los únicos elementos que van a recibir un esfuerzo aplicado serán los sensores de peso, pero debido a la naturaleza del material (acero inoxidable y aluminio con IP63) y los valores del peso aplicado (510 gramos -botellas con el líquido-; 4.99 N), no existe la posibilidad de que ocurra un fallo estructural.

Ingeniería en Calidad.

Para la materia se elaboró un 'Manual de calidad' -se encuentra en anexos- en el cual encontramos toda la información en lo que respecta al funcionamiento de la organización (el equipo Ikarus): misión, visión, la política de calidad, los objetivos, lineamientos y procedimientos. Esto para tener un registro de los aspectos más importantes del dispositivo, y mantener la organización, comunicación y compromiso del equipo.

De igual manera se desarrolló una tabla (durante clases) que sirvió de guía para garantizar la satisfacción de nuestro cliente IKARUS SODA. Ya que en esta se resumen los requisitos dados por el beneficiario y cómo es que vamos a asegurarlos.

Requisito	Verificación	Validación
Llenar las 6 botellas de forma simultánea.	12 electroválvulas y 2 bombas dosificadoras de membrana LEWA.	Por medio del departamento de calidad, al tomar muestras aleatorias calculadas por el volumen de producción.
Que se pueda operar de manera intuitiva.	Sólo tendrá dos botones: uno de ON/OFF y otro de paro de emergencia.	Poner un modelo de prueba con los trabajadores, y asegurar un método de trabajo por escrito que los operadores puedan revisar.
Material de grado alimenticio.	Usar acero inoxidable tipo 316.	Validación por certificación 9001 que poseen las empresas productoras. Y una prueba de química y de resistencia del material.

Que sea seguro para el operador.	Trabaja sin presentar eventualidades ni riesgo ergonómico.	No se presenta ningún accidente laboral y se realizan los mantenimientos preventivos pertinentes.
Que llene las botellas con la cantidad correcta.	Un sensor de peso al final de la línea de llenado.	La calibración del mismo se verifica constantemente, se registran tiempos de ciclo.
Que respete las proporciones.	Elaboración de distintos planos tomando siempre en cuenta las dimensiones de la maquinaria prefabricada.	El espacio para la línea es de un tamaño reducido. No podrá tener un tamaño mayor a las dimensiones del área. (1.7 m de largo, 2 m de alto y 1.2 m de ancho).
Que la máquina funcione constantemente sin fallas.	Que la máquina trabaje con menos de dos irregularidades durante períodos de 12 horas.	Por medio de cálculos y de pruebas, se realizan observaciones continuas para tener referenciales de la eficiencia de la máquina tomando en cuenta el tiempo muerto promedio de fallas mecánicas o eléctricas.

Tabla 4. Verificación y validación de los requisitos del beneficiario. Fuente propia.

Calidad, Seguridad y Medio Ambiente.

Proceso.

Actualmente en la empresa IKARUS SODA se realiza el proceso de llenado de botellas con la bebida carbonatada con la ayuda del dispositivo desarrollado el semestre pasado (el cual funciona por gravedad y llena una botella a la vez); por lo que nuestro rediseño del mismo (el cual cuenta con un sistema de bombas y válvulas para llenar 6 botellas al mismo tiempo) tendrá como objetivo principal el aumentar el llenado de botellas por minuto, pasando de 0.53 a 3.41 botellas.

Proceso para llenar media docena de botellas con el dispositivo actual:

As is									
No. de operación	Actividad con valor agregado	Actividad sin valor agregado	Movimiento (personal/material)	Espera (tiempo vacío)	Stock (almacén o proceso)	Control de calidad	Descripción de la actividad	Tiempo de proceso (segundos)	Distancia recorrida (metros)
1	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	8	1
2	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
3	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1

4	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	6	1
5	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
6	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1
7	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	6	1
8	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
9	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1
10	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	6	1
11	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
12	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1
13	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	6	1
14	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
15	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1
16	●	○	→	D	△	□	Tomar y colocar una botella en la cinta transportadora.	6	1
17	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llene.	90	
18	●	○	→	D	△	□	Retirar la botella llena.	8	1
	6	0	12	0	0	0	Total:	624	12

Tabla 5. Proceso actual del llenado de botellas.Fuente propia.

Propuesta:

To be									
No. de operación	Actividad con valor agregado	Actividad sin valor agregado	Movimiento (persona/material)	Espera (tiempo vacío)	Stock (almacén o proceso)	Control de calidad	Descripción de la actividad	Tiempo de proceso (Segundos)	Distancia recorrida (metros)
1	●	○	→	D	△	□	Tomar seis botellas y colocarlas sobre la cinta transportadora.	36	1
2	●	○	→	D	△	□	Esperar a que se llenen.	90	
3	●	○	→	D	△	□	Retirar las botellas llenas.	48	1
	1	0	2	0	0	0	Total:	174	2

Tabla 6. Propuesta de mejora para el proceso de llenado de botellas.Fuente propia.

Con el rediseño del dispositivo se lograrían llenar media docena de botellas en 2.9 minutos y solamente se recorrerían 2 metros. Lo cual es un ahorro considerable en el tiempo y en la distancia si tomamos en cuenta que actualmente estos valores son de 10.4 minutos y 12 metros.

Control de la información documentada SGC.

Toda la información sobre el proceso de rediseño del dispositivo que fue desarrollado el semestre pasado se encuentra dentro del presente documento. En el cual se detalla tanto el objetivo de la creación de este, como los requisitos y las restricciones dadas por el cliente. A su vez, en el apartado '15.Anexos' se puede encontrar un 'Manual de calidad' en el cual se especifican algunos aspectos de la planificación del sistema de la gestión de la calidad y estrategias para la mejora en base a la evidencia.

Plan de análisis y control de todos los riesgos.

La siguiente tabla hace recuento de todos los posibles riesgos que se tendrían tanto al momento de realizar las modificaciones, como al de operar el dispositivo:

Tipo de riesgo	Riesgo detectado	Medida de control del riesgo
Químico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derrame de ácido cítrico en los ojos, o bien, de cualquier tipo de sustancia empleada para la preparación de los jugos carbonatados. 2. Incrustaciones por sales en las tuberías. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar gafas protectoras. 2. A pesar de que vamos a utilizar acero inoxidable, a este se le dará mantenimiento cada mes.
Biológico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cultivo de bacterias, por estancamiento del jarabe. 2. Dejar residuos o partículas no aptas para el consumo humano. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cada vez que se termine de usar el dispositivo una persona se encargará de limpiarlo. 2. Usar cofia, guantes, batas y cubrebocas.
Eléctrico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descarga eléctrica. 2. Malfuncionamiento de los sensores. 3. Cortocircuito. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desconectar el circuito una vez se vayan a hacer las modificaciones e implementar un tapete dieléctrico alrededor del dispositivo terminado. 2. Implementación de un botón de paro de emergencia. 3. Implementación de un fusible en el circuito del dispositivo.
Psicosociales.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estrés y ansiedad cada vez que el dispositivo falla (en cualquier etapa). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tomar un descanso y pensar en posibles maneras de solucionar el problema.
Ruido.	<ol style="list-style-type: none"> 1. El ruido constante generado por: el movimiento de la cinta transportadora, el llenado de las botellas, las bombas en funcionamiento y el personal. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso tapones para oídos.
Radiación.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exposición a los dispositivos electrónicos utilizados para el 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Que las jornadas laborales no sean tan extensas, o bien, turnarse.

	desarrollo del proyecto y al dispositivo terminado.	
Esfuerzo físico y postural.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimientos repetitivos. 2. Lesiones musculares por movimientos bruscos o por cargar objetos muy pesados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Que las jornadas laborales no sean tan extensas, o bien, turnarse. 2. El dispositivo tendrá un diseño ergonómico e intuitivo, además de que se le proveerá de una faja al operador del mismo.

Tabla 7. Riesgos detectados y soluciones adoptadas. Fuente propia.

Sistema de Gestión Ambiental.

Se tomará en cuenta la ISO 14000, la cual corresponde al medio ambiente. En esta se establecen herramientas y sistemas para los procesos de producción, y los efectos de estos al medio ambiente. Sin embargo, su objetivo principal es el proporcionar un lenguaje común para la gestión ambiental para ayudar a satisfacer la demanda de los consumidores y agencias gubernamentales por una mayor responsabilidad ambiental.

Con el rediseño del dispositivo se planea:

- Control del consumo de agua y reducción de desperdicios: la precisión del sistema de llenado de botellas logrará que se respete la proporción de agua carbonatada y jarabe, lo cual a su vez logrará que el desperdicio de agua por productos defectuosos sea casi inexistente.
- Aprovechamiento del consumo eléctrico: a pesar de que se incluirán 12 electroválvulas solenoides y 2 bombas dosificadoras de diafragma al dispositivo el que se llenen 6 botellas a la vez recompensará el consumo de energía.
- Uso de botellas recicladas: la empresa IKARUS SODA utiliza botellas recicladas, las cuales por la calidad del material pueden ser reutilizadas varias veces por los consumidores -aspecto que mejora su reputación ante el público-.

Matriz integradora de los tres sistemas.

Sistema de Gestión de Calidad:

ISO 9000, se enfoca en conseguir la calidad a través de un SGC. El cual permite a una empresa demostrar: su capacidad para satisfacer los requisitos del cliente, su competitividad, mejoras en la eficiencia en los procesos, mejoras en la imagen de la marca, el aumento del mercado, mejoras en la comunicación y la satisfacción de los trabajadores.

Elementos clave

- Estandarización de términos de forma que las organizaciones separadas "hablen el mismo idioma".
- Indicadores clave que permitan medir la eficiencia de los procesos llevados a cabo.
- Enfoque a procesos, la ISO 9000 se centra en mejorar los procesos productivos.

Integración al PFS

- Enfoque al cliente y en procesos.
- Gestión de las relaciones.
- Toma de decisiones basadas en la evidencia.
- Compromiso de las

- Documentar es parte de estandarizar el proceso pues permite que se consulte siempre la misma información.

- personas.
- Liderazgo.
- Mejora continua.

Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo:

ISO 45001, ayuda a la gestión de los riesgos y oportunidades en la prevención de las lesiones y los problemas de salud en el trabajo. Para proporcionar un lugar de trabajo seguro y saludable (para prevenir el absentismo).

También estamos trabajando con alimentos, por lo que se usará la ISO 22000, para garantizar que no existan eslabones débiles en la cadena de suministro y elaboración de los alimentos.

Elementos clave

- Adopción de una cultura de seguridad dentro de la planta.
- Inspección continua de la máquina.
- Facilitación de la operación de máquinas.
- Apuntar al uso de los mejores ingredientes.

Integración al PFS

- Enfoque a la seguridad del operador.
- Aplicación de estándares de ISO en el prototipo.
- Estandarizar materiales e ingredientes en el proceso de producción.
- Uso de un diseño intuitivo, de fácil operación.
- Paro de emergencia de fácil acceso.

Sistema de Gestión Ambiental:

ISO 14000, establece herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa, y de los efectos o externalidades que de estos deriven al medio ambiente.

Elementos clave

- Reducción del consumo de materias primas y desechables.
- Mejorar la reputación de la empresa ante el público.
- Manejo apropiado de desperdicio.
- Mejorar el control de energía eléctrica y del agua.

Integración al PFS

- Control del consumo de H2O.
- Control y manejo del desperdicio orgánico.
- Reciclaje de los envases plásticos.
- Control de gasto eléctrico.

Ingeniería Económica.

Para conocer la viabilidad de nuestro proyecto es importante tener en cuenta el tipo de empresa para la que estamos trabajando. Ya que no sería lo mismo si estuviéramos desarrollando un dispositivo para la empresa Coca Cola; la cual de acuerdo a un artículo de la revista Forbes México escrito por Fernanda Celis en 2018, produce 1,800 latas por minuto (sin contar las otras 11 líneas que poseen de botellas de PET) en la planta de Toluca -la cual es la más grande a nivel de producción a nivel mundial y la segunda en tamaño, con 700 trabajadores directos-.

En fin, una empresa se puede clasificar de acuerdo a diferentes rubros (el tipo de actividad económica, cantidad de trabajadores, nivel de ventas, etc.), por lo que a continuación presentamos una tabla en la cual recopilamos diferentes categorías y clasificamos a la empresa IKARUS SODA:

Categoría	Tipo
Por la cantidad de trabajadores.	Microempresa: cuentan con 5 trabajadores.
Por el nivel de ventas.	Microempresa: total de activos, menor a 2,000,000 de euros al año.
Por su actividad económica.	Sector secundario: transforman materias primas (frutas y cítricos) en bebidas carbonatadas. Sector terciario: distribuyen los jugos naturales carbonatados.
Por la propiedad de su capital.	Privada: propiedad de personas físicas con actividad empresarial.
Según su ámbito de actuación.	Local: disponibles en el municipio de Querétaro.

Tabla 8. Tipología de la empresa IKARUS SODA. Fuente propia.

De lo anterior podemos concluir que nuestro proyecto es viable para la empresa IKARUS SODA, ya que la inversión que harán, de \$57,824.22 MXN, se recuperará en 3 turnos de 8hrs. Además de que gracias al dispositivo se agilizará y estandarizará el proceso de llenado de botellas con la bebida carbonatada, aumentando la productividad; lo que se traduce en más ingresos para invertir en otras áreas, y poder mejorar y crecer poco a poco.

10. Presupuesto.

Lista de materiales:

Material	Costo por unidad en MXN	Unidades necesarias	Costo total en MXN
Botón de seguridad.	\$10	1	\$10
Bomba dosificadora de membrana LEWA ecoflow® sanitaria/higiénica.	\$15,000	2	\$30,000
Tubería de acero inoxidable: 1 ¾".	\$488 / 2.5m	6.25 m	\$1,220
Codos: 1 ¾".	\$64	6	\$384
Conexión T: 1 ¾".	\$90	8	\$720
Electroválvula solenoide 1 ¾" entrada hembra.	\$1,600	12	\$19,200
Sensor de peso.	\$145	6	\$870
Subtotal:			\$52,404

Tabla 9. Desglose del costo total de los materiales. Fuente propia.

Lista de herramientas:

Herramienta	Costo inicial en MXN	Horas de trabajo
Cable para conexiones eléctricas.	\$33	1
Cautín.	\$160	1
Estaño.	\$32	1
Cinta teflón.	\$20	1
Pasta para soldar.	\$20	1
Soldadora.	\$5,000	1
Desarmador punta estrella.	\$32	1

Mano de obra	\$123.22	= 7
Subtotal:	\$5,420.22	

Tabla 10. Desglose del costo total de las herramientas . Fuente propia.

Por lo tanto, el precio estimado de las modificaciones al proyecto anterior es de: **\$57,824.22 MXN.**

11. Pruebas.

En el momento de estar realizando este apartado en la memoria técnica no contamos con ningún prototipo físico que avale la veracidad en la implementación del apartado técnico del proyecto que será entregado a nuestro beneficiario IKARUS. Sin embargo se realizaron pruebas con ayuda de un programa de simulación (Anylogic Simulator 8.6.0) donde se obtuvo un resultado que se presenta en la siguiente imagen.

Dentro de esta simulación se toman en cuenta tanto los litros de agua requeridos para el proceso, como la distribución de dichos litros dentro de la bomba y las tuberías. Además de mostrar el número de botellas producidas tras un periodo de una hora de trabajo ininterrumpido.

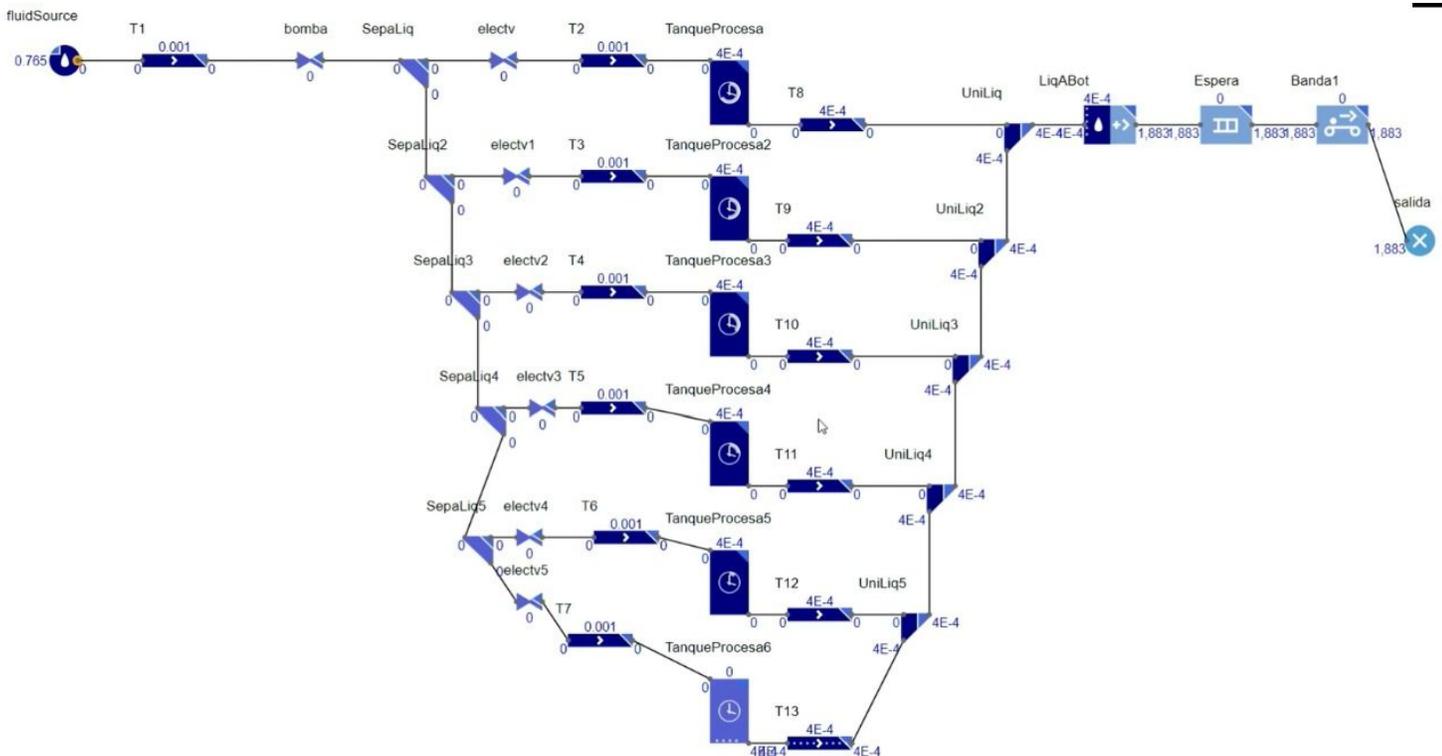


Imagen 12. Prueba realizada. Fuente propia.

12. Problemas encontrados y solución adoptada.

Una restricción con la que tuvimos que trabajar y que repercute en el modelo es el espacio muy limitado que tenemos para la máquina. Tomando esto en cuenta, tuvimos que cambiar las dimensiones del modelo y ajustar a una escala las partes para que aún estando en un espacio reducido, se tuviera la oportunidad de ser fácilmente accesible.

El profesor de la materia de Mecánica de Fluidos mencionó que calcular o regular el flujo de un líquido carbonatado no era posible, haciendo que nuestro método anterior de medición de la cantidad de jugo por botella tuviera que cambiar. Anteriormente se hacía por medio de “timers” para que después de cierto tiempo se cerrara el flujo del jugo; ahora, mejor optamos por sensores de peso para que así siempre hubiera la misma cantidad de jugo en cada botella de jugo Ikarus.

El diseño con el que concluimos el semestre pasado contaba con dos válvulas y dos boquillas para poder dispensar jugo en dos botellas diferentes a la vez. En este proyecto, mejor actualizamos a 6 válvulas y 6 boquillas, para así aumentar la producción aún más.

13. Resultados y conclusiones.

Durante el desarrollo se constataron diversos conocimientos adquiridos durante el semestre que fueron de vital importancia para la mejora del producto que se ha desarrollado, gracias a las materias de calidad ahora contamos con un manual de calidad de la línea de producción además de algunos otros procesos de la organización beneficiaria que ayudarán con la estandarización de los métodos de trabajo. Por las materias de los ramos de la física fuimos capaces de realizar los cálculos que nos permiten saber las presiones, caudales y velocidades a las que se van a obtener las bebidas que ha de producir la máquina, todo esto sin comprometer la integridad del dispositivo.

Nuestros resultados fueron más allá de algo práctico, al vernos obligados a trabajar por separado tuvimos que ampliar nuestros conocimientos para poder presentar resultados. Los resultados se vieron en nosotros, demostramos nuestra capacidad para no solo apegarnos a lo que ya sabíamos y que es sencillo, nos tomamos la molestia de aprender a usar nuevas aplicaciones, software, así como nuevos métodos de trabajo para salir adelante con el proyecto.

Finalmente, concluimos que este proyecto nos dejó más aprendizaje por parte de los métodos que usamos, cosa que otros semestres algunas veces dejábamos a un lado por enfocarnos en lo práctico, que, para un ingeniero, siempre debe de haber un balance entre lo que se aprende por estudio y lo que se aprende al poner el estudio en práctica.

En lo que respecta al dispositivo se puede concluir que este es una opción viable para el beneficiario, ya que además de cumplir los requisitos establecido en un principio este:

- Permite la creación de un producto estandarizado, seguro (tanto para el operador como el consumidor) y fácil de intervenir; gracias a los sistemas de gestión de calidad implementados y considerados durante su desarrollo: ISO 9000, 45000, 22000 y 14000.
- No presenta riesgos estructurales debido a esfuerzos aplicados en la máquina; resultado del análisis de las propiedades físicas y mecánicas especificadas de cada uno de los materiales y componentes del dispositivo.
- Llena 1,883 botellas en una hora; la inversión de \$57,824.22 MXN se recuperaría en 24 horas (en caso de que vendan todas las botellas).

14. Valoración del proyecto.

David Moncisvais Macias

Este proyecto al igual que el del semestre pasado fue un reto diferente a como se había manejado en diferentes semestres. Me gustó la forma en la que llevamos a cabo este proyecto, fue mucho más ordenado de como se ha trabajado en otros proyectos, haciendo que todo fuera más organizado y a su vez relajante el hecho de saber que las cosas iban fluyendo. Algo que puedo recalcar es que a diferencia que el pasado, en este ya sabíamos la situación de que no podríamos trabajar de manera presencial, por lo cual nos pudimos adaptar al estilo de trabajo rápidamente. Y finalmente, lo que más puedo resaltar y que haría igual en el futuro sería la organización que tuvimos gracias a un cronograma muy bien redactado.

Aitor Eguia Torresbaca

Tras un segundo semestre sin la capacidad de realizar el prototipo en físico y con las nuevas restricciones de la realidad en la que vivimos, se vuelve fácil especular las posibilidades a las que un proyecto puede llegar, pero cuando se bloquean estas especulaciones y se opera con la intencionalidad de cumplir con los lineamientos que se esperan de un equipo universitario es posible solventar cualquier problemática que se presente. Este proyecto es distinto al resto de similares pues además de contar con una ventaja significativa en el departamento de costos es capaz de competir con sus contrapartes internacionales.

María Fernanda Gómez Salinas

Lo que más me agradó del proyecto fue el hecho de que trabajamos y desarrollamos un dispositivo que resuelve una problemática real y que bien podríamos encontrar dentro de la industria alimenticia. De igual manera, el tener que considerar las normas ISO (y no sólo los requisitos del beneficiario) al momento de diseñar el proyecto me hizo reflexionar en otros aspectos fuera de los básicos como lo serían el: ¿funciona? y ¿no se rompe?, ya que gracias a estas consideramos no sólo al beneficiario como nuestro consumidor, sino que también a los operarios de la máquina y a los compradores de la bebida carbonatada. A su vez creo que el hecho de que mis compañeros planean implementar este dispositivo, era en gran medida lo que alentaba al equipo a ir un poco más allá y buscar soluciones creativas y viables.

A mi parecer para este proyecto sólo nos enfrentamos con tres dificultades: 1) no poder juntarnos para trabajar: creo que entorpece bastante la comunicación y la distribución del trabajo; 2) no poder realizar el prototipo y por consiguiente hacer pruebas y mediciones reales; y 3) el no contar con una herramienta fiable (y las bases) para hacer el prototipo digital. Sin embargo, creo que logramos superar los dos últimos puntos y el resultado que obtuvimos fue de calidad, y lo más apegado a lo realidad.

Jafeth Martin Sánchez Meza

Este quinto semestre nos encontramos con la misma problemática del semestre pasado, estar en cuarentena freno en gran medida el avance del prototipo físico el cual es una parte muy importante para la empresa con la cual estamos trabajando, sin embargo al conocer la forma en la que se trabaja en esta situación en concreto logramos tener un avance en el apartado técnico que abarca muchos aspectos con el funcionamiento de nuestro dispositivo que fueron ignorados en el semestre pasado, mejorando sobre todo su funcionalidad dando un mayor margen de producción a nuestro beneficiario.

Ignacio Javier Alcarás Sobarzo

Me sumo a hablar de las dificultades que presentó la nueva normalidad para el desarrollo de este proyecto, una vez más fue necesario de la versatilidad para adaptarnos a un ritmo de trabajo nuevo y con un paso acelerado, también por las circunstancias del principio del quinto semestre y la adaptación al ritmo de la industria por parte de las faenas de la alternancia.

De muchas formas a su vez, el proyecto resultó satisfactorio, la madurez y profesionalismo en éste proyecto han dado unos cuantos pasos, la manera de consolidar los conocimientos adquiridos en clase fue apropiada, mentalmente transicionar del campo laboral al PFS ayudó a mejorar varias de mis habilidades como estudiante de ingeniería y me han dado motivos para creer que el próximo proyecto tendrá mejores resultados.

Hablando exclusivamente del producto final de este proyecto vemos que es posible y deseable su implementación debido a la mejora exponencial que representa para la empresa, permitiendo aumentar su nivel de ventas o productividad, como se quiera ver, se cumple no solo con el objetivo del proyecto sino de la ingeniería industrial.

15. Anexos.

Fuentes consultadas.

Martínez, A. (2011). Llenadora Botellas YUMZA.AVI [YouTube Video]. En YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VtwYoUmikDQ>

tuvisitagiada.com. (2016). Dispensador de refrescos - Cómo funciona? [YouTube Video]. En YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ap5eHLiaWCM>

Bombas ecoflow® para alimentación y productos farmacéuticos LEWA. (2019). Lewa.Es. <https://www.lewa.es/es/bombas/bombas-dosificadoras/lewa-ecoflow-sanitaria-higienica>

Acero Inoxidable 430 - NKS. (2018). NKS. <https://nks.com/es/distribuidor-de-acero-inoxidable/acero-inoxidable-430/#:~:text=El%20acero%20inoxidabl e%20Tipo%20430,la%20oxidaci%C3%B3n%20a%20temperaturas%20elevadas>

Acero inoxidable grado alimenticio ¿Qué es? | Cocinas Industriales. (2019, mayo 26). Cookinox. <https://www.cookinox.com/que-es-el-acero-inoxidable-grado-alimenticio/>

Celis, F. (2018, enero 15). *La planta más grande de Coca-Cola Femsa está en México • Forbes México*. Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/asi-es-la-planta-mas-grande-de-coca-cola-femsa-en-mexico/>

Transductor de fuerza para cinta transportadora - Sensing, Sensores de Medida. (2017, octubre 23). Sensing, Sensores de Medida. <https://sensores-de-medida.es/catalogo/transductor-de-fuerza-para-cinta-transportadora/>

Cinta teflon precio - Google Shopping. (2020). Google.com. https://www.google.com/search?q=cinta+teflon+precio&source=lnms&tbn=shop&sa=X&ved=2ahUKEwjyZnKwplDtAhUCUa0KHVKcA0YQ_AUoAnoECAYQBA&biw=1517&bih=694

FUNDENTE PASTA PARA SOLDAR BLANCO 60 GR | The Home Depot México. (2010). Homedepot.com.Mx. https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tuberias-y-conexiones/soldadura-pastas-y-accesorios/pasta-para-soldar-60-gr-50-piezas-934985?gclid=Cj0KCQiA-rj9BRCAARIsANB_4ADoFJn-X-YH2yF-_jW3gqs17AIRufOAVqHkIY3oGgvBZcFBOzlxrR4aAjvLEALw_wcB&gclidsrc=aw.ds

Desarmador Torx 8 Para Xbox One Y 360. (2020). Mercadolibre.com.Mx. https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-622764100-desarmador-torx-8-para-xbox-one-y-360-_JM

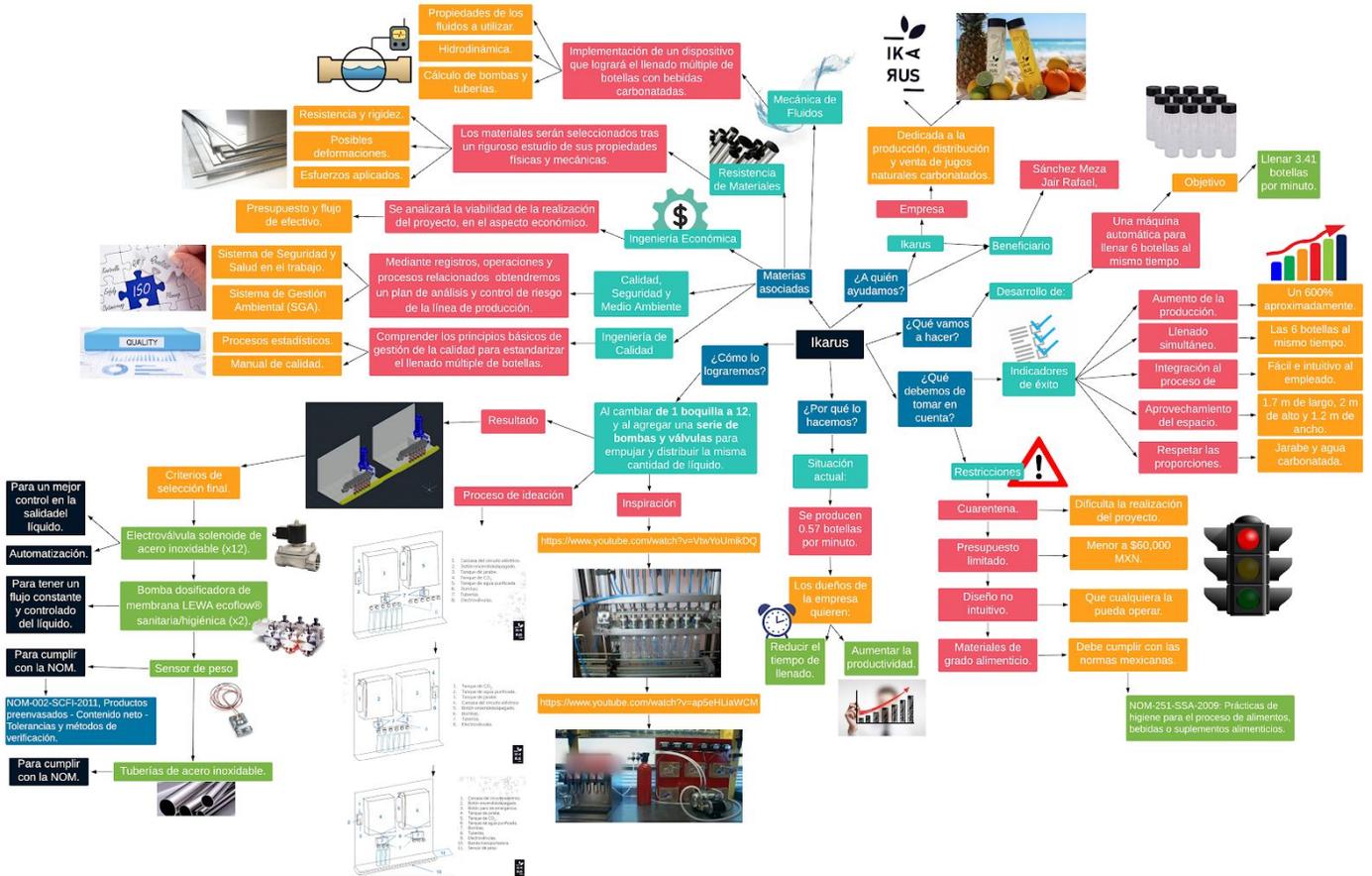
Cautín económico tipo lápiz de 35 Watts con accesorios. (2020). Steren.com.Mx. https://www.steren.com.mx/cautin-economico-tipo-lapiz-de-35-watts-con-accesorios.html?gclid=Cj0KCQiA-rj9BRCAARIsANB_4AC7o5I6HGIRkV_rSYnt0vOV1r_xPq9X24M9c0S1g5mEYoYzS2jATIUApGREALw_wcB

Resultados para la búsqueda: “estaño” Steren Tienda en Línea. (2020). Steren.com.Mx. <https://www.steren.com.mx/catalogsearch/result/?q=esta%C3%B1o>

Cable Jumpers Dupont Macho/macho 30cm 40pzas Arduino. (2020). Mercadolibre.com.Mx. https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-830183600-cable-jumpers-dupont-machomacho-30cm-40pzas-arduino-_JM

Mapa mental.

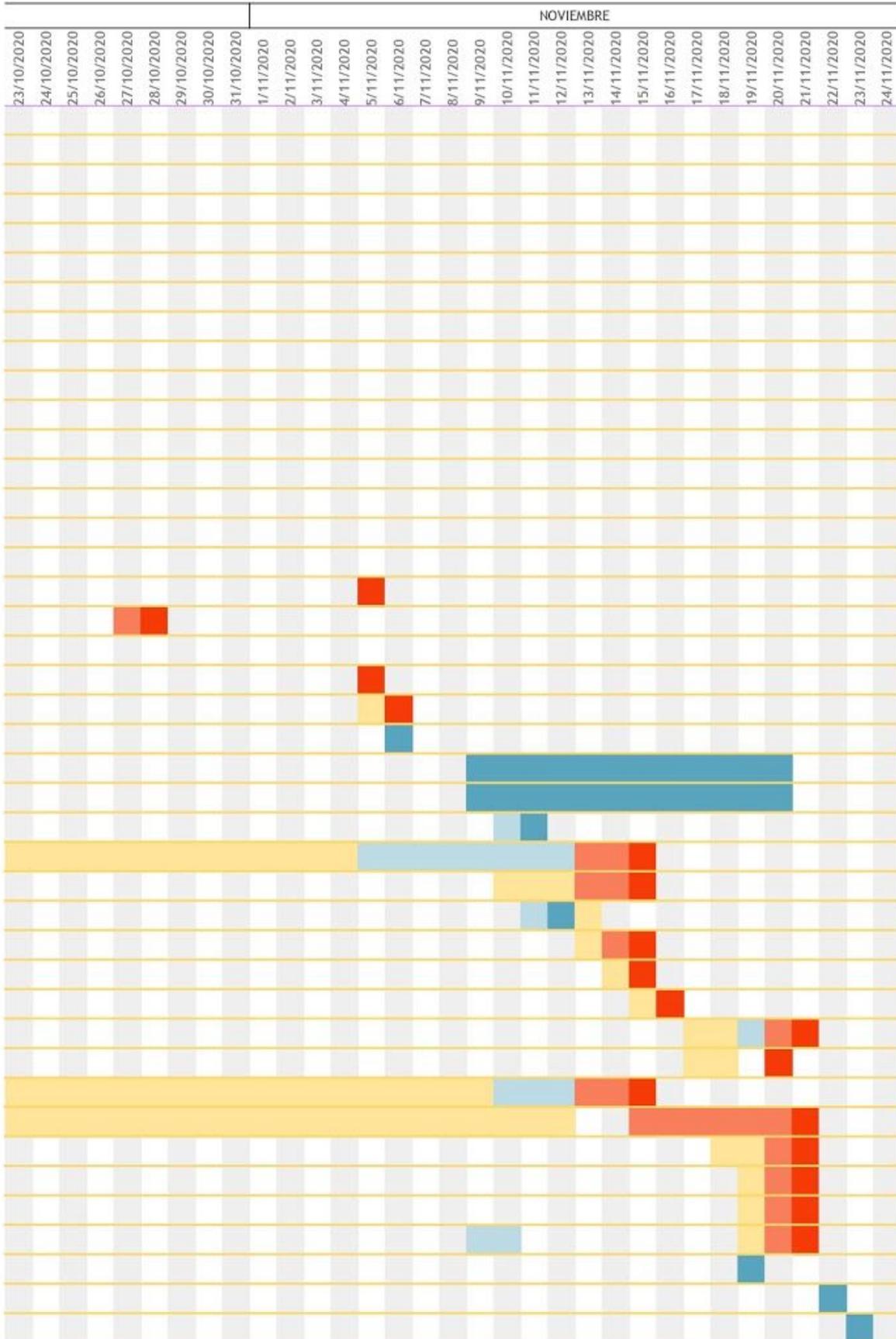
<https://lucid.app/invitations/accept/7b7f7989-8112-46a3-b6a1-045e1b1b7db6>



Cronograma.

Hitos principales

Fecha	Hito
15/08/2020	Registro de equipos
29/08/2020	Definición del Proyecto Fin de Semestre
14/09/2020	Elaboración del 'Contrato con el beneficiario'
14/09/2020	Creación del 'Cronograma'
9/10/2020	Segunda presentación en Tutoría
6/11/2020	Tercera presentación de Tutoría
9/11/2020	Programar las tutorías con los profesores
17/11/2020	Elaboración del póster
23/10/2020	Creación del prototipo digital
14/11/2020	Grabación de la presentación de avance
15/11/2020	Entrega de los avances por Classroom
22/11/2020	Grabación de la presentación final
23/11/2020	Entrega final de los documentos por Classroom



Manual de usuario.

Equipo de seguridad necesario para operar el dispositivo:



- Cofia.
- Tapones para los oídos.
- Lentes de seguridad.
- Cubrebocas.
- Guantes de látex.
- Bata.
- Zapatos cerrados.

Pasos a seguir:



1. Conectar el dispositivo a una fuente de CA.
2. Presionar el botón de encendido.
3. Colocar 2 hileras de 3 botellas sobre la banda transportadora.
4. Una vez pasan por la estación de llenado de jarabe y de agua gasificada se deben de tapar las botellas.
5. Apartar las botellas.
6. Repetir paso 3, 4 y 5 hasta que se termine el contenido de ambos tanques.

Nota: en caso de algún inconveniente se debe presionar el botón que se encuentra debajo del botón on/off, este hará que el sistema pare por completo.

Advertencia:



- Se debe desconectar la máquina para limpiarla.
- La limpieza debe realizarse cada vez que se cambie el sabor del lote que va a ser preparado, esto para no afectar el sabor de la bebida o correr el riesgo de un cultivo de bacterias.
- Se debe de dar mantenimiento al equipo cada mes, para evitar descalibración de los sensores, la cavitación de la bomba o creación de sedimentos en las tuberías.
- No introduzca ninguna extremidad u objeto dentro de ningún compartimento del dispositivo mientras se encuentre operando.
- Mantenga el dispositivo en un ambiente limpio, a una temperatura constante y no húmedo.

Cualquier inconformidad favor de contactarse al siguiente número: [+52 442 286 7574](tel:+524422867574).

Batería de pruebas realizadas.

<https://drive.google.com/file/d/1KJFRq4ZIr0tEXaLQ1U84ouQ2iNoa7UUB/view?usp=sharing>

Manual de calidad.

MANUAL DE CALIDAD

<input type="checkbox"/>	COPIA CONTROLADA	N° COPIA	<u>1</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	COPIA NO CONTROLADA		

TABLA DE REVISIONES		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN
0	20/11/2020	Revisión inicial

ELABORADO Y REVISADO: Equipo Ikarus		APROBADO: DIRECCIÓN	
FECHA:	20/11/2020	FECHA:	21/11/2020
FIRMA:		FIRMA:	

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	41
2. PRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	41
3. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	41
4. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	42
4.1. Requisitos generales	42
4.2. Requisitos de la documentación	42
4.2.1. Generalidades	42
4.2.2. Manual de la calidad	43
4.2.3. Control de los documentos	43
4.2.4. Control de los registros	43
5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	43
5.1. Compromiso de la dirección	43
5.2. Enfoque al cliente	44
5.3. Política de la calidad	44
5.4. Planificación	44
5.4.1. Objetivos de la calidad	44
5.4.2. Planificación del sistema de calidad	44
5.5. Responsabilidad, autoridad y comunicación	50
5.5.1. Responsabilidad y autoridad	50
5.5.2. Representante de la dirección	51
5.5.3. Comunicación interna	52
5.6 Revisión por la dirección	52
6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS	52
6.1. Provisión de recursos	52
6.2. Recursos humanos	52
6.3. Infraestructuras	52
6.4. Ambiente de trabajo	53
7. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO	53
7.1. Planificación de la realización del producto	53
7.2. Procesos relacionados con el cliente	53
7.4. Compras	53
7.5. Producción y prestación del servicio	54
7.5.1. Control de la producción y de la prestación del servicio	54

7.5.2. Validación de la prestación del servicio	54
7.5.3. Identificación y trazabilidad	54
7.5.4. Propiedad del cliente	54
7.5.5. Preservación del producto	55
7.6. Control de los equipos de seguimiento y medición	55
8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA	56
8.1. Generalidades	56
8.2. Seguimiento y medición	56
8.2.1. Satisfacción del cliente	56
8.2.2. Auditoría interna	56
8.2.3. Seguimiento y medición de los procesos	57
8.2.4. Seguimiento y medición del producto	57
8.3. Control del producto no conforme	57
8.4. Análisis de datos	57
8.5. Mejora	57
8.5.1. Mejora continua	57
8.5.2. Acción correctiva	58
8.5.3. Acción preventiva	58

1. INTRODUCCIÓN

El contenido y el formato del presente documento van de acuerdo a la norma ISO 9001:2015. En **Ikarus** establecimos el Sistema de Gestión de la Calidad de manera eficaz; al describir los procedimientos con el mayor detalle pero a la vez de la manera más sencilla y entendible posible. Para poder garantizar el cumplimiento de la norma y por ende la consecución de los certificados correspondientes.

El Manual de Calidad de **Ikarus** y los documentos derivados del mismo son de vital importancia para llevar el buen funcionamiento de la organización, por lo que el cumplimiento de estos es obligatorio para todos los participantes. Los cuales a su vez deben de procurar el control y la confidencialidad.

Dentro del Manual de Calidad se encuentran los ocho apartados coherentes con los requisitos de la norma ISO 9001:2015, la cual describe los Sistemas de Gestión de Calidad.

2. PRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Ikarus es una organización dedicada a las siguientes actividades:

- Investigación,
- Planificación,
- Desarrollo y
- Fabricación de un dispositivo que aumente la producción de botellas por minuto dentro de la empresa *Ikarus soda*, pasando de 0.53 a 3.41 botellas por minuto.

Los datos de contacto de la organización son los siguientes:

Dirección: Anillo Vial III Pte. No. 172, Col, 76240 Saldarriaga, Qro.

Teléfono: 442 402 1000

e-mail: 201800438@mondragonmexico.edu.mx

3. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Ikarus, el implantar un Sistema de Gestión de Calidad que va conforme a la norma ISO 9001:2015 se ha realizado con el objetivo de demostrar nuestra capacidad de proporcionar un servicio que satisfaga los requisitos de nuestros cliente (*Ikarus soda*, y aumentar la satisfacción del mismo; a

través de lo establecido en el presente documento (y a los que se hagan referencia) y la promesa de una mejora continua.

El alcance de nuestro sistema de calidad es el siguiente:

Investigación, planificación, desarrollo y fabricación de un dispositivo que aumente la producción de botellas por minuto dentro de la empresa Ikarus soda, pasando de 0.53 a 3.41 botellas por minuto.

4. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

4.1. Requisitos generales

Ikarus, mantiene el Sistema de Gestión de Calidad bien establecido, documentado, implementado y actualizado; para la mejora continua. Y de acuerdo los requisitos establecidos por la norma ISO 9001:2015.

El Sistema de Gestión de Calidad ha sido implementado en la organización con los siguientes propósitos:

- Identificar y aplicar los procesos que sean necesarios para el buen funcionamiento de la organización.
- Disponer de la información de los diferentes procesos de la manera más apropiada para poder utilizarla en la toma de decisiones.
- Describir y estandarizar los criterios y métodos para cada uno de los procesos.
- Establecer una secuencia y relación lógica entre los diferentes procesos.
- Dar seguimiento, medición y análisis de los procesos.
- Establecer acciones preventivas y correctivas para alcanzar los resultados planificados sin tener pérdidas significativas.
- Mejorar continuamente los procesos.

4.2. Requisitos de la documentación

4.2.1. Generalidades

Ikarus, incluye en la documentación del Sistema de Gestión de Calidad lo siguiente:

- Una declaración documentada de la política y objetivos de la calidad.
- Un manual de gestión de calidad.
- Los procedimientos documentados requeridos por la ISO 9001:2015.

4.2.2. Manual de la calidad

Ikarus, incluye lo siguiente en el Manual de Calidad:

- El alcance del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Referencias a los procedimientos documentados y algunas descripciones de cómo la empresa se adapta a los requisitos de la norma ISO 9001:2015.
- La descripción de la interacción entre los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad.

4.2.3. Control de los documentos

Ikarus posee control total sobre los documentos que son necesarios para el procedimiento *P-1 Control de documentos y registros* del Sistema de Gestión de la Calidad. En el cual se definen las pautas para:

- Aprobar la adecuación del documento previo a la emisión del mismo.
- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario aprobarlos nuevamente.
- Facilitar la identificación de los cambios y su estado de revisión.
- Asegurar la disposición de los documentos (la versión pertinente) necesarios en los puestos de trabajo.

4.2.4. Control de los registros

Para asegurar la conformidad con los requisitos; Ikarus establece y mantiene los registros de acuerdo al procedimiento *P-1 Control de documentos y registros*, del Sistema de Gestión de la Calidad.

En P-1 se establece que todos los documentos y los registros deben de ser digitalizados y guardados con un nombre identificable dentro de su carpeta correspondiente, dentro de una carpeta llamada 'PFS 5.0' en la plataforma de Drive. Para que de esta forma los registros sean legibles, identificables y se puedan recuperar.

5. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN

5.1. Compromiso de la dirección

El responsable del desarrollo, implementación y mejora continua del sistema de gestión de la calidad es la dirección de **Ikarus**. Estos son los encargados de comunicar a todo el personal (por el canal preestablecido) los diferentes métodos y los recursos necesarios para determinar y satisfacer las necesidades del cliente. A su vez estos realizarán de manera periódica una revisión

al sistema para asegurar el buen funcionamiento de este, o bien, si no es el caso el de idear nuevas técnicas para mejorarlo.

5.2. Enfoque al cliente

El sistema de gestión de la calidad se ha ideado de tal manera que siempre se tomen en cuenta los requisitos del cliente, se mantenga una buena comunicación con el mismo y se pueda medir su nivel de satisfacción en cada etapa del desarrollo de **Ikarus**. Esto último para ir mejorando cada vez más la experiencia con el mismo.

5.3. Política de la calidad

La política de calidad de **Ikarus** es la siguiente:

- Como empresa nos comprometemos a que el dispositivo a desarrollar cumpla con las expectativas y los requisitos establecidos por el beneficiario; además de tomar siempre en cuenta las restricciones dadas por el mismo. Cualquier imprevisto o posible cambio se le notificará al beneficiario y viceversa.

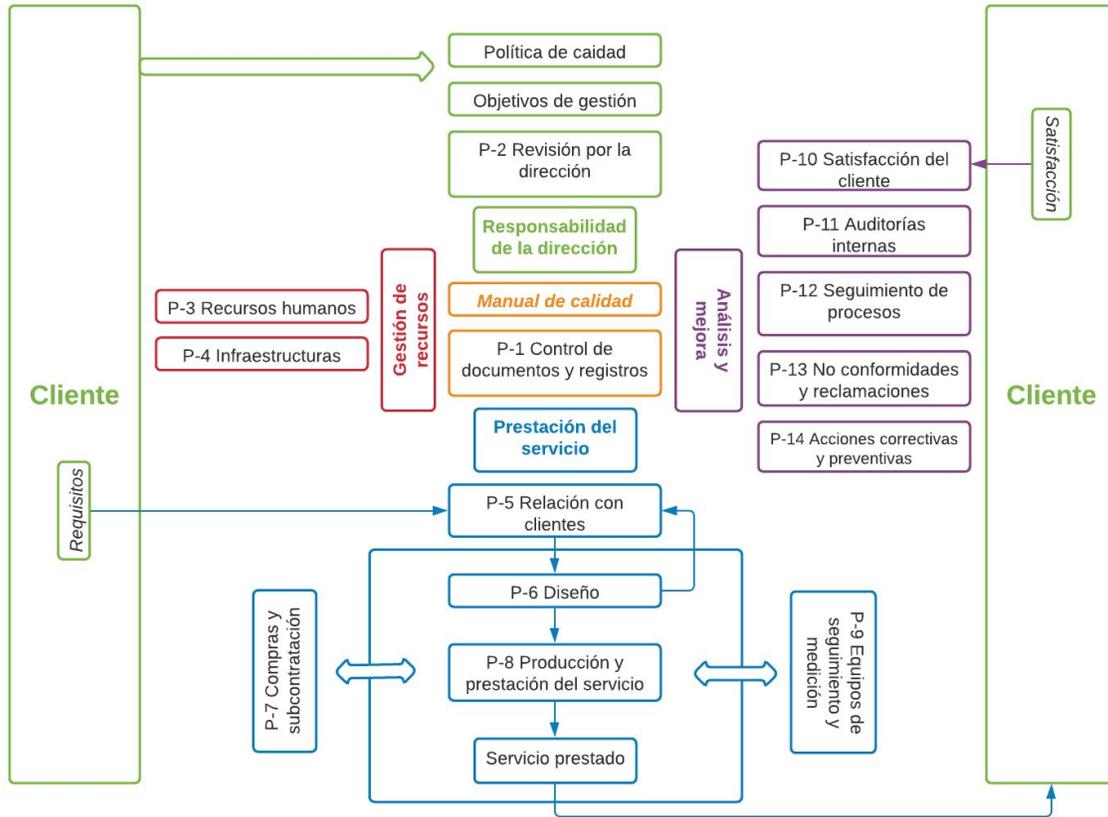
5.4. Planificación

5.4.1. Objetivos de la calidad

- Aumentar la producción de botellas por minuto, pasar de 0.53 a 3.41.
- Mantener una presión constante en todas las salidas para garantizar el llenado simultáneo de las 6 botellas.
- Bien calibrado para respetar las proporciones de jugo de fruta, agua y gas, para no modificar el sabor ni la calidad de las bebidas.
- Los materiales utilizados deben de ser de grado alimenticio.
- El diseño debe de ser intuitivo, para fácil mantenimiento y operación del mismo.
- Integración orgánica al proceso de producción actual.
- Las dimensiones del proyecto no deben de sobrepasar los 2 metros de largo x 1.5 metros de ancho.
- Mantenernos dentro del presupuesto de nuestro beneficiario.

5.4.2. Planificación del sistema de calidad

Para asegurar el que se cumplan los objetivos anteriores y el cumplimiento de la norma ISO 9001:2015. La dirección de **Ikarus** planificó el sistema de gestión de la calidad de la siguiente manera:

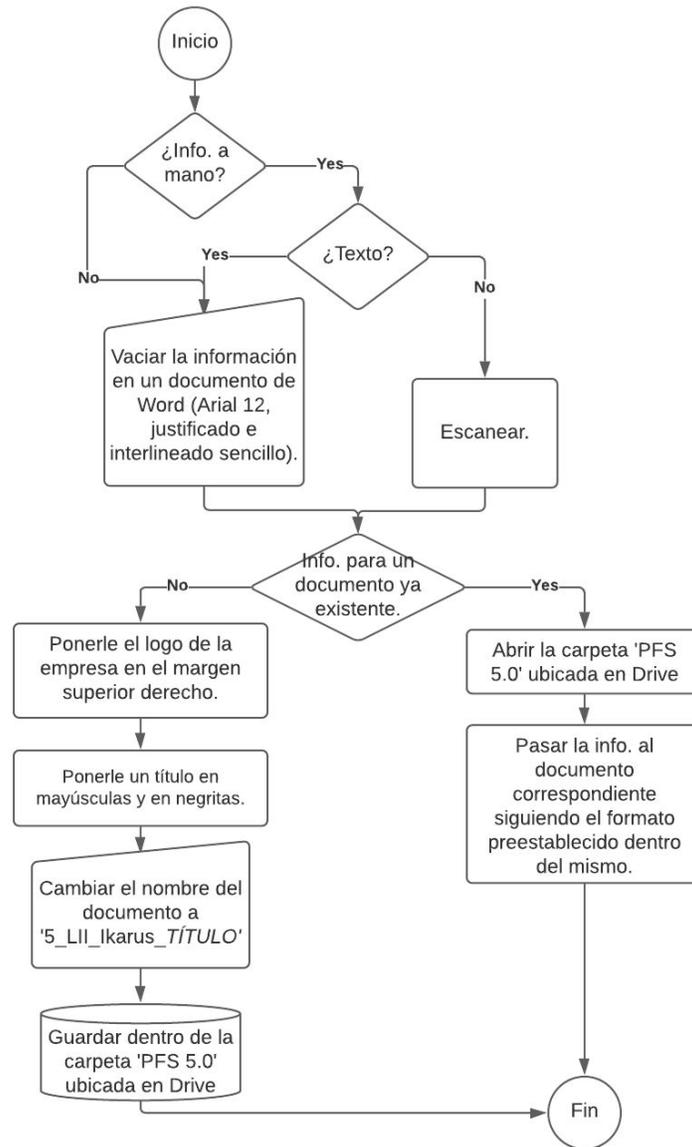


PROCESO PRINCIPAL		
Proceso	Proceso o elementos de entrada	Proceso o elementos de salida
P-5 Relación con clientes	Requisitos del cliente (Ikarus Soda).	Datos de entrada para P-6, contrato y presupuesto para P-8.
P-6 Diseño	Datos de entrada de P-5.	El diseño para incluir en presupuesto de P-8.
P-8 Producción y prestación del servicio	Diseño de P-6.	Servicio prestado a Ikarus Soda.
P-7 Compras y subcontrataciones	Necesidades de recursos para los demás procesos.	Los recursos disponibles para el desempeño de los procesos del sistema.
P-9 Equipos de seguimiento y medición	Los equipos necesarios de seguimiento y medición para los procesos de P-6 y P-8.	Equipos verificados y calibrados listos para su uso.

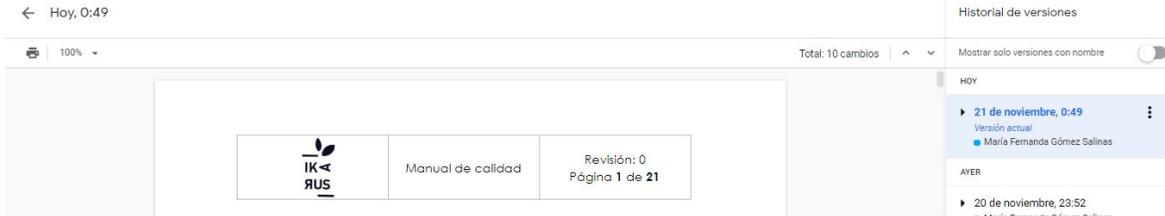
PROCESO DE GESTIÓN		
Proceso	Proceso o elementos de entrada	Proceso o elementos de salida
Política de calidad	Desempeño de procesos y características de Ikarus Soda.	Directrices para objetivos y procesos.
Objetivos de calidad	Política de calidad.	Mejoras en los servicios y en la eficiencia de los procesos.
P-2 Revisión por la dirección	La política y los objetivos de calidad, y todos los procesos del sistema.	Informe de revisión.
P-3 Recursos humanos	Personal de Ikarus.	Personal con las habilidades y la experiencia necesaria para realizar sus tareas.
P-4 Infraestructuras	Equipos y productos necesarios para la realización de nuestro producto.	Equipos y productos en buenas condiciones para su usos en los distintos procesos.
P-10 Satisfacción del cliente	Clientes de P-5 (Ikarus Soda).	Estrategias y acciones de mejora dadas y revisadas por la dirección.
P-11 Auditorías internas	Todos los procesos.	Revisión por la dirección.
P-12 Seguimiento de procesos	Todos los procesos.	Revisión por la dirección.
P-13 No conformidades y reclamaciones	Todos los procesos.	Revisión por la dirección.
P-14 Acciones correctivas y preventivas	Todos los procesos.	Revisión por la dirección.
P-1 Control de documentos y registros	Todos los procesos.	Documentación del sistema aprobada, distribuida y mantenida.

P-1 Control de documentos y registros:

Para llevar un registro adecuado de los documentos se deben de cumplir y seguir los siguientes pasos:

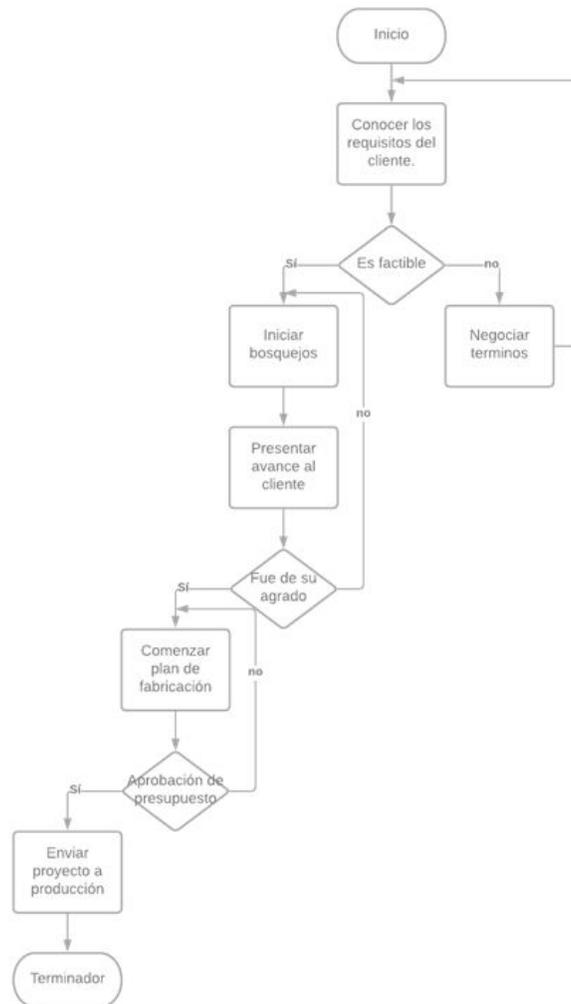


Esto se realiza con el propósito de mantener la información documentada y entendible. Además de que la ventaja de usar Drive es que la información se guarda automáticamente, está al alcance de quien la necesite (con acceso) y también podemos revisar el historial de versiones y quiénes han realizado cambios.



De igual manera, conforme vaya creciendo la organización aumentará el número de carpetas (de y por departamentos), esto hasta que sea insostenible y se requiera de un sistema de gestión de datos más sofisticado.

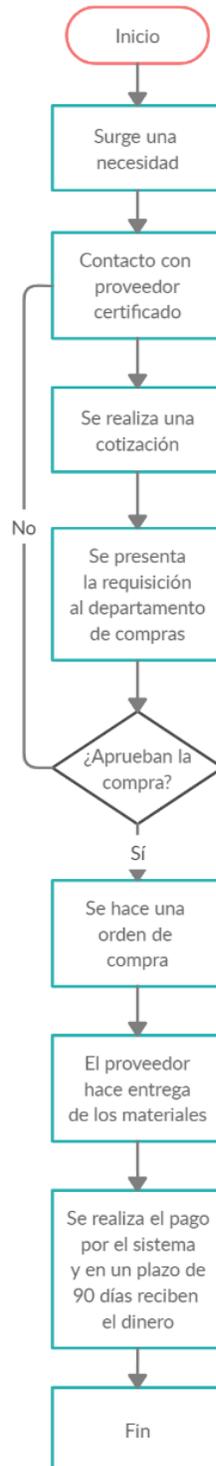
P-6 Diseño



Este diagrama expresa de forma simple y entendible, el proceso de diseño para el proyecto que fue delegado por la compañía Ikarus Soda.

P-7 Compras y subcontrataciones:

Para realizar compras se usa un sencillo proceso, después de haberse hecho la investigación de fondo del proveedor.



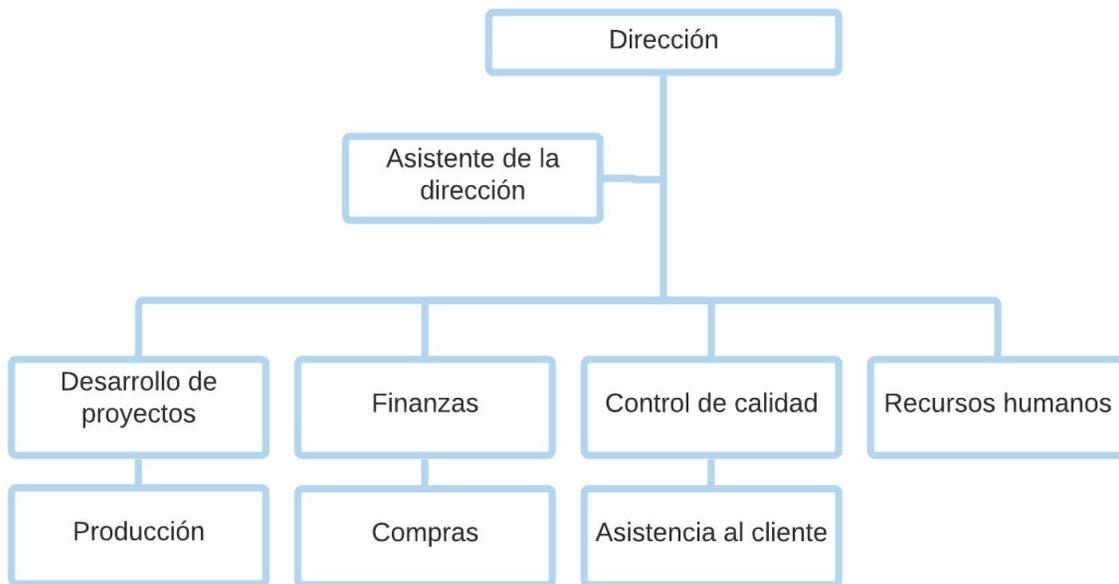
El proceso de compra se realiza después de una rigurosa investigación del proveedor, siempre manteniendo nuestra promesa con ISO 22001 de seguridad alimentaria. Los proveedores que hemos escogido hasta ahorita trabajan con los estándares de calidad alimenticia más altos del mercado.

En estos momentos estamos hablando de una microempresa, pero conforme vaya creciendo la empresa, igual irá creciendo nuestra planta cada vez con mejores máquinas, estándares, etc.

5.5. Responsabilidad, autoridad y comunicación

5.5.1. Responsabilidad y autoridad

En el siguiente organigrama se presentan las relaciones que la dirección ha establecido entre el personal de **Ikarus**:



Descripción a detalle de las actividades que se van a realizar en cada uno de los diferentes puestos de trabajo:

Dirección: está conformada por todos los 5 miembros originales de la organización, en las reuniones se resolverán dudas y se mantendrá al tanto de la situación de la empresa a cada uno de los miembros. También en estas se decidirá sobre diferentes asuntos concernientes a la empresa.

Asistente de dirección: será la encargada de asegurar de que todos y cada uno de los documentos quede debidamente registrado, sea accesible, legible y que pueda ser bien identificado.

Desarrollo de proyectos: se encargará de realizar los diseños de mejora del dispositivo actual, tomando en cuenta los requisitos y las restricciones dadas por el cliente.

Producción: será el encargado de determinar los procesos y las herramientas necesarias para la construcción del dispositivo como para la verificación del mismo. De igual manera, constantemente buscará estrategias para la mejora continua de los mismos procesos.

Finanzas: llevarán registro del capital (gastos, ingresos, egresos, donaciones e inversiones) de la organización.

Compras: buscará diferentes proveedores y realizará una cotización con los mismos para asegurarse de que no nos salgamos del presupuesto de nuestro beneficiario (materiales y herramientas).

Control de calidad: su labor consiste en asegurar que los materiales y herramientas que lleguen se encuentren en un buen estado y que cumplan con nuestros estándares de calidad. A su vez revisará que el dispositivo cumpla con las especificaciones descritas (por medio de herramientas) antes de llegar al usuario final.

Asistencia al cliente: será el responsable de responder cualquier duda o inconveniente de los clientes. De igual manera se encargará de buscar estrategias de mejora para la satisfacción del mismo.

Recursos humanos: creará planes para que las diferentes áreas manejen el personal estratégicamente. También se encargará de reclutar nuevos trabajadores y proveedores de acuerdo a los perfiles que se necesiten

Para cada uno de estos puestos se requiere de personas con gran dedicación y que tengan la experiencia.

5.5.2. Representante de la dirección

Todos los miembros son parte de la dirección, es por eso que cada uno de ellos es responsable de:

- Asegurarse de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad.
- Informar a la alta dirección del desempeño del sistema de gestión de la calidad y de cualquier necesidad de mejora.
- Asegurar la promoción de la toma de conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.

5.5.3. Comunicación interna

Para mantener la eficacia del sistema de gestión de la calidad, la dirección debe de asegurar la comunicación entre los distintos departamentos y procesos de la organización. Para ello esta se debe llevar a cabo por los medios preestablecidos.

En este caso toda la comunicación se realizará por medio de la plataforma de Drive; en la cual se encuentra una carpeta denominada 'PFS 5.0' con toda la información de la organización: política, objetivos, requisitos, restricciones, cálculos, logros y el desempeño de cada miembro.

5.6 Revisión por la dirección

Para asegurar la eficacia continua del sistema de gestión de la calidad la dirección se encargará de darle revisiones cada mes, registrará y publicará los resultados en la carpeta compartida, y se encargará de buscar soluciones en caso de encontrar un problema en el sistema.

6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS

6.1. Provisión de recursos

La dirección de la organización **Ikarus** será la encargada de determinar y proporcionar los recursos necesarios para:

- Desarrollar, implementar, mantener y mejorar el sistema de la gestión de la calidad y cada uno de los procesos,
- Satisfacer al cliente al cumplir con los requisitos del cliente.
- Cumplir con el propósito del PFS.

6.2. Recursos humanos

Actualmente contamos con 5 personas desarrollando este proyecto, los cuales son estudiantes de la carrera de Ingeniería industrial de quinto semestre de la Universidad Mondragón México.

Dentro de este grupo de estudiantes encontramos personas con habilidades de: diseño de sistemas de bombeo, conocimientos básicos de las normas ISO y NOM, optimización de procesos, desarrollo de simulaciones, soldadura, programación de PLC, ventas y finanzas. De acuerdo a sus habilidades se ven involucrados en las diferentes áreas.

6.3. Infraestructuras

Ikarus se encarga de proporcionar la infraestructura necesaria para cumplir con los requisitos del cliente, esta incluye:

- Espacios de trabajo: por el momento es home office.
- Los equipos para los procesos: dispositivos electrónicos y softwares como AutoCAD, SolidWorks y AnyLogic (todo se llevará a cabo de forma digital por el momento).
- Un espacio dentro de la plataforma Drive: una carpeta con toda la información sobre el rediseño a desarrollar.
- Dentro del documento '5_ LII_Ikarus_MEMORIA TÉCNICA' en el capítulo 7. *Lista de piezas, materiales y herramientas*, viene un listado de todos los recursos que se van a requerir para la construcción y validación del dispositivo.

6.4. Ambiente de trabajo

El ambiente de trabajo dentro de **Ikarus** es el adecuado para mantener a nuestros trabajadores y a nuestro cliente satisfecho. Ya que se mantiene un ambiente de respeto y una comunicación fluida entre los participantes, además de que contamos con una serie de recursos que garantizan unas condiciones de trabajo higiénicas y seguras (equipo y medidas de seguridad).

7. REALIZACIÓN DEL PRODUCTO

7.1. Planificación de la realización del producto

Este viene descrito dentro del documento '5_ LII_Ikarus_MEMORIA TÉCNICA' en el capítulo 6. *Plan de fabricación*.

7.2. Procesos relacionados con el cliente

En **Ikarus**, la relación con el cliente incluye:

- Determinación y revisión de los requisitos.
- Comunicación con el cliente, retroalimentaciones constantes.
- Cumplir expectativas.

7.3. Diseño y desarrollo

Todos los aspectos considerados y los cálculos para conocer la viabilidad del proyecto se encuentran desarrollados y documentados dentro del escrito '5_LII_Ikarus_MEMORIA TÉCNICA'.

7.4. Compras

En **Ikarus**, hemos especificado ciertos criterios para poder hacer la compra de los materiales a emplear. Estos deben de ser de grado alimenticio, para que se ajuste a nuestra promesa de actuar bajo los estándares que se determinan en la ISO 22001 de garantía de seguridad alimentaria.

Esto incluye:

- Uso de acero inoxidable 316.
- Proveedores certificados.

7.5. Producción y prestación del servicio

7.5.1. Control de la producción y de la prestación del servicio

Ikarus ha documentado el procedimiento para el control de la producción y llevar a cabo la producción.

- Disponibilidad de información que describa las características del producto (componentes del dispositivo, dimensiones, composición química, potencia mínima y máxima de las bombas, el caudal en cada una de las etapas).
- Uso de equipos apropiados de seguridad: especificados en el capítulo 9 de la Memoria Técnica; en el apartado de *Calidad, Seguridad y Medio Ambiente: Plan de análisis y control de todos los riesgos*.
- Uso de equipos de medición: multímetro y cronómetros.
- Realización de controles o inspecciones como seguimiento y medición del proceso.

7.5.2. Validación de la prestación del servicio

Una vez terminemos de instalar y probar el dispositivo se enviará una encuesta de satisfacción a nuestro cliente *Ikarus Soda*.

<https://forms.gle/eTJWXozbhmFrvvDDA>

7.5.3. Identificación y trazabilidad

El dispositivo a realizar está perfectamente identificado a lo largo del ciclo de vida del mismo. las distintas etapas de este quedan recogidas dentro del documento '5_LII_Ikarus_MEMORIA TÉCNICA'.

7.5.4. Propiedad del cliente

Ikarus no obtendrá información ni divulgará información confidencial del cliente. De igual manera, se protegerán y salvaguardarán los bienes que son propiedad del cliente y que son suministrados para su utilización o incorporación a la prestación del servicio. Si se produjese cualquier deterioro o daño en los bienes del cliente es necesario informar inmediatamente al cliente y solucionar la incidencia.

7.5.5. Preservación del producto

Las pautas de preservación de los materiales y herramientas empleados en la realización de nuestro producto se encuentra descrito dentro del apartado de 15. Anexos de la Memoria técnica, específicamente en el *Manual de usuario*.

7.6. Control de los equipos de seguimiento y medición

En **IKARUS** al ser una empresa de producción de alimentos se necesita un uso de herramientas de metrología para que los productos sean lo más inocuos y estandarizados posible, para esto se necesita implementar una serie de herramientas que cumplan con la función de monitorear el proceso.

Herramientas:

Tecnologías para medición de flujo en el mercado

Los medidores de caudal de placa orificio pertenece al grupo de caudalímetros por pérdida de carga o de presión diferencial. La instalación correcta es esencial y la aplicación de placa orificio para mediciones de caudal está documentada en la Normativa Internacional ISO 5167 .

Tecnologías para medición de masa en movimiento

Se usarán básculas para determinar la masa de las botellas de IKARUS. estas contarán con sistemas electrónicos como una pantalla que muestra la masa de las botellas. Se integran sensores conocidos como celdas de carga que determinan los pesos por medio de la comparación de dos objetos. previamente calibrados

Tecnologías para medición de temperatura

Se usarán artefactos de expansión de fluido, destacando el termómetro, que puede ser de mercurio, alcohol o ciertos gases, además, pueden operar con parcial o total inmersión. Se utilizan de manera rápida, no necesitan fuentes de corriente, sin embargo, la información que brindan no se puede registrar o transmitir directamente.

Para un buen manejo de toda la información que se recolecta con las herramientas de medición, IKARUS tendrá auditorías internas cada semana para verificar el buen funcionamiento de la maquinaria y para mantener una buena calibración de las herramientas de medición se realizarán auditorías internas cada dos semanas.

Todo para cumplir la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-218-SSA1-2011 que se encarga de estandarizar un proceso de salubridad de productos alimenticios pre-empaquetados y la norma ISO 22000 que tiene un apartado de equipos de seguimiento y medición en la industria alimentaria.

8. MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA

8.1. Generalidades

Para la medición, análisis y mejora primero es necesario estandarizar cada uno de los procesos (descritos en el capítulo 6 de la Memoria Técnica). Además, se deben estandarizar también los tiempos de actividades que no son directamente productivas como los tiempos de fallas o aquellos dedicados a recuperar producto no conforme.

Con base a la información que se recaba después de estandarizar los procesos se realizan análisis pertinentes para decidir la dirección en la que se ha de mover el equipo o dicho en otras palabras cuáles son las acciones que se van a llevar a cabo después de analizar minuciosamente la información. Una vez establecidos los estándares y además acciones se puede hacer uso de diversas herramientas de ingeniería industrial tales como: Análisis de causa-raíz, observaciones críticas, observaciones continuas, AMEF, observaciones de fallas inevitables, toma de tiempos y movimientos, 5's, entre otras.

Las mejoras por otra parte se realizan en diferentes tipos de acciones, foros y equipos de trabajo. dependiendo de la importancia del asunto será necesario llevar a cabo acciones, bucles cortos, diferentes tipos de reuniones, eventos, llegando incluso a proyectos de mejora.

8.2. Seguimiento y medición

Una vez implementados los pasos anteriores, los equipos monitorean los efectos y redirigen las acciones que necesitan ser corregidas aún, para ello los siguientes puntos:

8.2.1. Satisfacción del cliente

Para los procesos de satisfacción se realizan encuestas de diversas índoles haciendo referencia a los puntos de los que se desea retroalimentar a la compañía.

8.2.2. Auditoría interna

Las auditorías internas se llevan a cabo de forma cruzada dentro de la empresa, es decir, los departamentos de la empresa se auditan unos a otros, siguiendo un orden aleatorio en fechas específicas. En dichas auditorías se validarán los métodos de trabajo, referenciales, estándares, y respeto al layout.

8.2.3. Seguimiento y medición de los procesos

Se tendrá a algún responsable de dar seguimiento a los procesos y éste dará cuentas al departamento.

8.2.4. Seguimiento y medición del producto

Se tendrá a algún responsable de dar seguimiento a los productos y éste dará cuentas al departamento.

8.3. Control del producto no conforme

Se busca que a toda costa ningún producto no conforme llegue al cliente final, por medio de la revisión rigurosa y la implantación de una cultura de pensamiento crítico en toda la empresa se busca que todos busquen áreas de oportunidad.

Al encontrar un producto no conforme se comienzan los procesos para su respectiva recuperación, dependiendo de la gravedad y del tipo de no conformidad se toman diferentes medidas, a tener problemas en diseño o buen estado en las presentaciones o en las máquinas los equipos de calidad en el caso de producto toman las riendas y se encargan de recuperar producto evitando que se convierta en scrap o desperdicio, y en caso de las máquinas el equipo de mantenimiento se hace cargo.

8.4. Análisis de datos

El análisis de datos en general es una responsabilidad del departamento, de esto se encargan principalmente de los cálculos de eficiencias que se toman a partir del tiempo total que se tiene disponible y el tiempo que se requiere para cada una de las actividades, así como el tiempo que se pierde de las actividades no productivas o tiempos muertos.

En foros como reuniones de equipos de sectores de producción y de cálculos de cargas de producción se reportan y se reparten las acciones que son importantes en el momento y a las que

se dará mayor peso durante el día, y si ese no es el equipo adecuado para cumplir con tal mayordomía se comunicará al siguiente equipo en la jerarquía de la organización.

8.5. Mejora

8.5.1. Mejora continua

La mejora continua es una disciplina que se implanta en una empresa y se encarga de mantener y aumentar la productividad y eficiencia de una planta, para encargarse la mejora continua en **Ikarus** se debe formar un equipo de ingeniería industrial encargado de monitorear las diferentes áreas productivas de la planta.

Al estandarizar los procesos productivos, frecuentes, irregularidades, es sencillo darle un spotlight a los problemas que lo necesitan, como se ha descrito en puntos anteriores se hacen diferentes tipos de análisis y revisan los métodos descritos anteriormente, para más información, revisar puntos anteriores.

8.5.2. Acción correctiva

Para las acciones correctivas de máquina y recuperación de producto no conforme se cuenta con los equipos de mantenimiento y calidad respectivamente.

En las acciones correctivas que ha de llevar a cabo el equipo de mantenimiento se deben tomar en cuenta los procesos establecidos en los métodos y referenciales para resolver el problema adecuadamente.

En acciones correctivas de calidad o producto NC se ha de revisar de la misma forma mencionada en el párrafo anterior.

8.5.3. Acción preventiva

Los mantenimientos preventivos, se hacen de acuerdo a lo estipulado por los fabricantes de los equipos. Es por ello que se realizará una revisión periódica (cada mes) a los equipos de medición. No obstante, los materiales empleados para la construcción del dispositivo serán sometidos a estudios químicos y de resistencia antes de ser empleados.