



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA
PARA CESTAS DE PLÁSTICO EN
LA EMPRESA KING FISH C.A.**

Autor:

Jesús A. Da Silva Penso

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

**DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA PARA CESTAS DE PLÁSTICO EN LA
EMPRESA KING FISH C.A.**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:

Jesús A. Da Silva Penso

Tutor:

Dr. Fredy Barragán Suescún

San Diego, abril de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA PARA
CESTAS DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA KING
FISH C.A.

Realizado por el (la) Br. JESÚS DA SILVA

C.I. N° 24.643.261 cursante de la carrera de ING. MECÁNICA

hace constar, después de haber analizado su contenido y oída la exposición oral, considera que el mismo ha sido:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)

Nombre: FREDDY BARILAGAÑ

C.I.: 11.151.678

Jurado

Nombre: GERMAN FERNÁNDEZ

C.I.: 08.848.220

Jurado

Nombre: WILMER ZAMBRANO

C.I.: 07.130.496

Fecha: 12/04/2024





UNIVERSIDAD
JOSÉ ANTONIO PÁEZ

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI-N-004-2023-2CR-TG

San Diego, 01 de diciembre de 2023

Ciudadano(s):
DA SILVA PENSO, JESÚS ANDRÉS
C.I.: 24643261

Presente. -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería, en su reunión N° 17-2023 de fecha 3/11/2023, aprobó el proyecto de grado titulado:

**DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA PARA CESTAS DE
PLÁSTICO EN LA EMPRESA KING FISH C.A.**

Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto al profesor Barragán Suescún, Fredy, titular de la cédula de identidad V-11151678.



Atentamente,

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

A mi mamá, a mi papá y a mi hermana, por el apoyo incondicional.

A mis hermanos de guerra, Omar Eduardo, Carlos Eduardo, Fernando Gabriel, Ramón, Alba y Williannys. por haber vivido juntos esta larga etapa sin habernos rendido.

A la Sra. María de Alvarado y a Fernando Alvarado, por tantos días de estudio que dieron como resultado este logro.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación.....	5
1.5 Alcance.....	6
1.6 Limitaciones.....	6
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	7
2.2. Teoría Central de la investigación.....	10
2.2.1 Teoría ambientalista.....	10
2.2.2 Teoría de la energía de distorsión de Von Mises.....	10
2.2.3 Teoría de control.....	11
2.3 Bases Teóricas.....	12
2.3.1. Aceros inoxidable.....	12
2.3.2. Motores eléctricos.....	13
2.3.3. Caja reductora.....	14
2.3.4. Relación de transmisión.....	15
	16

2.3.5 Bombas centrifugas.....	16
2.3.6 Válvulas.....	17
2.3.7 Trampa grasa.....	18
2.3.8 Esterilización	18
2.3.9 Cinta transportadora.....	19
2.3.10 Controlador lógico programable (PLC).....	
2.4 Bases Legales.....	
2.4.1. COVENIN 3802:2002.....	19
2.4.2. ISO 14159:2002.....	20
2.5 Definición de Términos.....	20

III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Paradigma de la investigación.....	21
3.2 Tipo de Investigación.....	21
3.3 Diseño de la Investigación.....	22
3.4 Nivel de la Investigación.....	22
3.5. Población y Muestra.....	23
3.5.1 Población.....	23
3.5.2 Muestra.....	23
3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	23
3.6.1 Instrumentos de recolección de datos.....	23
3.6.2 Lista de cotejo.....	24
3.6.3 Guion de preguntas.....	24
3.6.4 Técnicas de recolección de datos.....	24
3.6.5 Observación directa.....	24
3.6.6 Entrevista estructurada.....	24
3.7. Técnicas de análisis de resultados.....	24
3.7.1 Diagrama de Ishikawa.....	24
3.8. Validez de los instrumentos.....	25
3.9. Fases Metodológicas.....	25

2.10. Cuadro de Operacionalización de Variables.....	26
--	----

IV RESULTADOS

4.1 Fase I, Diagnostico del proceso actual de lavado de las cestas de plástico.....	30
4.2 Fase II, Análisis de las variables que intervienen en el proceso de lavado y esterilizado de las cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.....	33
4.2.1 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).....	33
4.2.2 Población de cestas	37
4.3 Fase III, Selección de la mejor alternativa de solución para el proceso de lavado y esterilizado de cestas de plástico.....	38
4.3.1 Modelo n°1, Transporte aéreo o elevado con sistema de inyección.....	40
4.3.2 Modelo n°2, Lavado por inmersión.....	41
4.3.3 Modelo n°3, Cinta transportadora con sistema de inyección.....	42
4.3.4 Modelo n°4, Cámara de lavado hermética con eje rotatorio.....	43
4.3.5 Proceso de selección de propuestas.....	44
4.3.6 Aplicación de restricciones.....	44
4.3.7 Ponderación de criterios.....	45
4.3.8 Ponderación según cada criterio.....	45
4.3.9 Ponderación total.....	47
4.4 Fase IV, Diseño de la lavadora y esterilizadora de cestas de plástico seleccionada.....	47
4.4.1 Diseño general.....	47
4.4.2 Diseño de la estructura principal.....	48
4.4.3 Sistema de transporte.....	50
4.4.3.1 diseño de la cadena transportadora.....	50
4.4.3.2 Potencia.....	61
4.4.3.3 Velocidad angular.....	61
4.4.3.4 Selección del conjunto motorreductor.....	61
4.4.3.5 Rodamientos.....	65
4.4.3.6 Ejes.....	65

4.4.4 Sistema de aspersión.....	67
4.4.4.1 Aspersores.....	68
4.4.4.2 Tuberías y distribución del sistema de aspersión.....	71
4.4.4.3 Tanque.....	72
4.4.4.3.1 Calculo de NPSHd.....	72
4.4.4.4 Selección del sistema de bombeo.....	74
4.4.4.5 Bandeja.....	79
4.4.4.6 Trampa grasa.....	79
4.4.4.7 Tanque	81
4.4.4.7.1 Dimensiones y estructuras del tanque.....	81
4.4.4.8 Resistencia.....	82
4.4.4.9 Aislamiento.....	84
4.4.4.10 Estudio de flujo.....	84
4.4.5 Sistema eléctrico.....	86
4.4.6 Sistema de control del equipo.....	89
4.4.6.1 Sensores.....	89
4.4.6.1.1 PT100.....	89
4.4.6.1.2 Sensor fotoeléctrico.....	89
4.4.6.1.3 Sensor de nivel por presión.....	90
4.4.6.2 Pseudo-Código.....	90
4.4.6.3 Diagrama escalera.....	91
4.5 Fase V, Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental y económica	95
4.5.1 Viabilidad técnica.....	95
4.5.2 Viabilidad operativa.....	95
4.5.3 Viabilidad ambiental.....	96
4.5.4 Viabilidad económica.....	96
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS.....	105
APENDICES.....	119

LISTA DE CUADROS

DESCRIPCIÓN

CUADRO		pp.
1	Cuadro de variables.....	29
2	Lista de cotejo.....	29
3	Cuadro de entrevista.....	31
4	Restricciones.....	45
5	Importancia de criterios.....	46
6	Criterio 1.....	46
7	Criterio 2.....	47
8	Criterio 3.....	47
9	Criterio 4.....	47
10	Criterio 5.....	48
11	Ponderación total.....	48
12	Datos del motorreductor SEW.....	65
13	Características de la bomba Movitec.....	79
14	Consumos eléctricos.....	92
15	Variables del sistema de control.....	
16	Costos de estructura.....	102
17	Costos de sistema de aspersión.....	102
18	Costos de control y potencia.....	103
19	Costos de sistema de cadena.....	103
20	Costos de instalación y desarrollo	103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PP.
1	Elementos y maquinaria de cocina industrial hechos con acero inoxidable...	13
2	Motor eléctrico para ambientes húmedos.....	14
3	Familia de cajas reductoras.....	14
4	Partes principales de una bomba centrífuga.....	16
5	Bomba centrífuga KSB MegaCPK.....	16
6	Tipos de válvulas check,	17
7	Esquema de un trampa grasa.....	17
8	Sistema de cinta transportadora de malla.....	19
9	PLC LOGO.....	20
10	Diagrama Ishikawa.....	34
11	Cesta con robalos.....	35
12	Acumulación de cestas.....	36
13	Rampa de recepción	36
14	Plano de cesta grande.....	38
15	Carrusel de lavado de cestas.....	40
16	Bosquejo PS1.....	41
17	Lavadora de frutas.....	42
18	Bosquejo PS2.....	42
19	Bosquejo PS3.....	43
20	Lavadora de contenedor.....	43
21	Bosquejo PS4.....	44
22	Armazón principal.....	49
23	Armazón del andamio.....	50
24	Cadena de tabletilla mod. 815.....	51
25	Materiales disponibles del modelo 815.....	52
26	Diagrama de cuerpo libre de la cesta.....	52
27	Tamaños disponibles 815.....	53
28	Dimensiones del modelo 815.....	53

29	Diseño global del sistema de transporte.....	55
30	Modelo de guía de polietileno.....	57
31	Modelo de catalina NS815.....	57
32	Medidas disponibles NS815.....	58
33	Guías del sprocket con la cadena.....	58
34	Sugerencia de holgura.....	59
35	Modelo DNR motorreductor SEW.....	62
36	Motorreductor siendo acoplado en un eje.....	63
37	Brazo anti torque.....	64
38	Motorreductor seleccionado en su soporte.....	64
39	Modelo UCF 205.....	65
40	Detalles de los rodamientos y el eje conductor.....	66
41	Sistema conductor sin cadena.....	66
42	Sistema de aspersión vista aislada.....	68
43	Aspersor modelo 490 Dimensiones.....	69
44	Tabla de flujo volumétrico del modelo 490.....	70
45	Aspersor modelo 632.....	70
46	Tabla de flujo volumétrico del modelo 632.....	71
47	Tabla de densidades del agua a presión atmosférica.....	73
48	Calculo de perdidas en la succión	74
49	Ficha técnica del modelo Movitec.....	75
50	Modelo Movitec.....	76
51	Curva característica del modelo seleccionado.....	77
52	Detalles del trampa grasa.....	78
53	Detalles de la bandeja.....	79
54	Trampa grasa sin tapa.....	80
55	Sección transversal del trampa grasa.....	81
56	Modelo 2284.66.....	83
57	Recubrimiento con paneles de poliuretano.....	84
58	Sección trasversal del flujo.....	85
59	Sección longitudinal del flujo.....	85

60	Sensor fotoelétrico.....	90
61	Diagrama escalera.....	94



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA PARA CESTAS DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA KING FISH C.A.

Autor: Jesús Andrés Da Silva Penso

Tutor: Dr. Fredy Barragán Suescún

Fecha: abril 2024

RESUMEN

La implementación de los procesos automatizados en las empresas manufactureras se ha convertido en una norma que define la posibilidad de alcanzar el éxito económico. La búsqueda del aumento en la eficiencia del tiempo y producción llevó a la empresa King Fish C.A. a buscar una opción en sistemas automatizados que se ajustara a su plan de crecimiento y le permitiera mejorar sus métodos productivos. Este trabajo de investigación tiene como objetivo general el diseño de una lavadora automatizada para cestas de plástico acompañado de un modelado en SolidWorks, ya que, tal elemento presenta un papel crucial en las labores diarias de la empresa y es menester definir una solución para el tiempo de lavado y nivel de higiene requerido. Para la parametrización del diseño se tomó en cuenta variables como tiempo y calidad de lavado, que dieron como resultado el desarrollo de un sistema de esterilización por calor húmedo en donde las cestas se desplazan a través de una cámara de lavado mediante una cadena transportadora. La entrega final del proyecto consta del estudio de los distintos sistemas que componen el equipo, el modelo de SolidWorks, un diagrama escalera para ser adaptado al sistema de control, planos y catálogos de equipos seleccionados. Esta investigación está enmarcada en la línea de investigación Avances tecnológicos en tecnologías de información y comunicación, de la mano del paradigma tecnológico y de tipo proyecto factible, con diseño documental y de campo; y nivel descriptivo. Para la recolección de información se utilizarán las técnicas de observación directa junto a entrevistas estructuradas.

Descriptor: Lavadora, Higiene, Eficiencia, diseño, SolidWorks.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DESIGN OF AN AUTOMATED WASHING MACHINE FOR PLASTIC CRATES
FOR KING FISH C.A. COMPANY.**

Author: Jesús Andrés Da Silva Penso
Tutor: Dr. Fredy Barragán Suescún
Date: April 2024

ABSTRACT

The implementation of automated processes in manufacturing companies has become a norm that defines the possibility of achieving economic success. The search for increased time and production efficiency led the company King Fish C.A. to look for an option in automated systems that would fit their growth plan and allow them to improve their production methods. This research work has as its general objective, the design of an automated washing machine for plastic baskets accompanied by modeling in SolidWorks, since such an element plays a crucial role in the daily work of the company and it is necessary to define a solution for the time of washing and level of hygiene required. For the parameterization of the design, variables such as washing time and quality of the process were taken into consideration, which resulted in the development of a moist heat sterilization system where the baskets move through a washing chamber using a conveyor chain. The final delivery of the project consists of the study of the different systems that make up the equipment, the SolidWorks model, a ladder diagram to be adapted to the control system, blueprints and catalogs of the selected equipment. This research is framed in the research line Technological advances in information and communication technologies, hand in hand with the technological paradigm and feasible project type, with documentary and field design; and descriptive level. To collect information, direct observation techniques will be used along with structured interviews.

Keywords: Washing machine, Hygiene, Efficiency, design, SolidWorks

INTRODUCCIÓN

La higiene industrial en el siglo XXI, dejó de consistir en una actividad optativa para posicionarse como una necesidad y una norma. En el mundo del procesamiento de alimentos la higiene juega un factor crucial para poder manufacturar un producto que tenga las condiciones idóneas para el consumo humano y cumpla con los estándares internacionales.

Sobre la higiene alimentaria se establece que son el conjunto de condiciones y medidas que deben estar presentes en todas las etapas de producción, almacenamiento, transformación, transporte, conservación y cocinado doméstico del alimento, para garantizar la salubridad de los alimentos. Para el caso de este proyecto de investigación, el problema plantea un tema de salubridad con elementos utilizados en el procesamiento de diversos productos del mar y derivados. Este rubro tiene la principal característica de ser sumamente delicado, ya que los pescados y mariscos son bastantes sensibles a los cambios de temperatura y al tiempo, y virus y bacterias como la salmonella, anisakis y otros tantos.

El proyecto nace de la necesidad de aumentar el nivel y profundidad del lavado de las cestas de plástico que se utilizan como transporte de estos productos en la empresa, no obstante, el tiempo de lavado se plantea como el principal requerimiento a tomar en cuenta, y presenta como destino la creación de un diseño de lavadora automatizada para estas cestas.

La investigación se concentra en cuatro capítulos:

Capítulo I: El Problema, en donde se define el objetivo de la investigación, y su posterior desglose en donde se pretende dar respuesta a las variables e incógnitas del planteamiento, y donde también, se define la motivación del proyecto

Capítulo II: Marco Teórico, espacio para especificar las distintas bases científicas que soportan y dan cabida al proyecto, el cual se desarrolla a partir de trabajos previos como lo son los antecedentes que fundamentan el área de investigación.

Capítulo III: Marco Metodológico, se define el diseño de la investigación, se especifica que tipo de instrumentos se utilizara para recolectar información y como se procesa o valida esos datos.

Capítulo IV: Resultados, indica todo el proceso de cálculo, diseño y comprobación del modelo de maquina propuesto, como también su evaluación económica y viable.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El tiempo y la eficiencia suelen ser los términos que más interés causa a una empresa cuando de una línea de producción se trata, esto debido a que en ellos se encuentra la posibilidad de aumento en la ganancia económica y la factibilidad de un negocio. Estos términos suelen resaltar mucho más cuando se habla de la industria alimentaria, en donde existen factores que juegan un papel muy importante, como la caducidad de los alimentos y las condiciones sanitarias.

La industria moderna de los alimentos, es el resultado de siglos de avances y desarrollos tecnológicos. Con el objetivo de crear una cadena alimentaria cada vez más eficiente y productiva, el mundo de la ingeniería se ha centrado en aportar diversas herramientas para la evolución del mismo. En función a ello, se establece que un hito sumamente importante en la historia de la humanidad, es cuando se dejó atrás el estilo de vida de cazador-recolector por uno sedentario, propiciado por el inicio de la agricultura primitiva y la crianza de animales domesticados. Es allí cuando aparecen los primeros retos para las comunidades humanas, los cuales son el transporte, manejo, control y almacenamiento de los alimentos sobrantes. Los objetivos del desarrollo de la industria moderna, luego de 12.000 años, siguen siendo mejorar y perfeccionar esos mismos elementos.

En el caso de la actividad pesquera, su antigüedad se remonta la prehistoria, cuando los humanos comenzaron a buscar fuentes de alimentos en cuerpos de agua como ríos, lagos y en la costa. Las principales herramientas utilizadas fueron las manos, pasando por la creación de redes y arpones primitivos. Un hito a resaltar fue la invención de la canoa, ya que esta le permitió al ser humano distanciarse de la costa y aumentar las posibilidades de pesca como también conseguir otros tipos de alimentos. Desde ese momento, este rubro no ha hecho más que crecer y desarrollarse. El uso de embarcaciones más grandes permitió no solo un alcance mayor en el ámbito marítimo, si no una capacidad de almacenaje mayor adentro de la nave.

En el pasado, la práctica del ensayo y error llevo a los marineros y comerciantes a inventar y descubrir distintos métodos que permitieron la conservación y mejoraron el transporte de los alimentos provenientes del mar, entre ellos se tiene:

- Salazón y salmuera
- Secado y ahumado

- Vinagreta y fermentación

En el presente, la refrigeración y congelación, son los principales sistemas de conservación utilizados en la industria marítima, y el cuidado de la cadena de frío se vuelve prioridad para las personas que trabajan este rubro.

En el país, esta industria es una importante fuente de ingreso económico, ya que Venezuela cuenta con 2.800 Km de costa con el mar Caribe y el océano Atlántico, y una Zona Económica Exclusiva muy importante en el Caribe que rebasa los 370 Km mar adentro desde el litoral. La pesca ha visto poca inversión en cuanto a infraestructura en las últimas décadas, y la actividad se sigue realizando en gran medida de forma bastante artesanal, aunque también se encuentra actividad industrializada en criaderos de camarones y pesca de arrastre.

En Venezuela se encuentra la empresa King Fish C.A., ubicada en el C.C. Portachuelo, Valencia, Edo. Carabobo, y comenzó como un pequeño emprendimiento de productos del mar, ahumados y empacados al vacío. Hoy en día, la empresa está en constante desarrollo y sus actividades se centran en el procesamiento de pescados, moluscos y afines, tanto como para la venta al detal, en su tienda y pescadería, como para la distribución y venta a nivel nacional de la materia prima y sus productos finales.

La empresa ha tenido como objetivo principal mantener un estándar de calidad alto en sus productos, para ello, hacen un enfoque en las condiciones sanitarias y en los retos que estas proponen. Es menester entender, que, entre las materias primas alimenticias, los productos provenientes del mar suelen necesitar más control, cuidados e inversión que otros, esto se debe a múltiples factores, como lo son:

- Susceptibilidad al medio ambiente
- Seguimiento de la cadena de frío
- Higiene de equipos a utilizar
- Rapidez de descomposición
- Manejo de desechos y merma.

El problema en cual se centra este trabajo, es en el transporte y manejo interno de los productos en el almacén, ya que estos se realizan con cestas de plástico de al menos tres tipos de medidas, que tienen un rango de entre 1,2 kg hasta 2,7 kg. Estas cestas funcionan como una moneda de intercambio en el almacén, ya que son utilizadas desde el momento de recepción de la mercancía por parte de los proveedores, en donde son depositados de forma directa los pescados, crustáceos

y moluscos. Pasando luego al sector de procesos y sobre todo en el almacenamiento en las distintas cavas-cuartos. Adicionalmente, son utilizadas también para el transporte de mercancías hacia la tienda y pescadería, y para la distribución de mercancía en la ciudad.

Actualmente, la empresa cuenta con aproximadamente 250 cestas de plástico, las cuales tienen que ser lavadas a mano cada vez que se utilizan o cumplen su función, pero en vista del aumento de las unidades, como también de la actividad en la línea de producción, ahora se convierte en un obstáculo en la eficiencia del trabajo en la empresa.

El lavado de una cesta de plástico para manejo de este tipo de alimentos y productos, tiene que ser extenso y cuidadoso, ya que los mismos tienen como particularidad el derrame de sustancias biológicas que, en caso de que no se limpie, pueden proporcionar los siguientes efectos:

- Existencia de mal olor.
- Aparición de bacterias y parásitos, propios de este tipo de rubro.
- Posibilidad de nacimiento de hongos, ya que son ambientes altamente húmedos.
- Proliferación de plagas.

Y es allí, que nace la necesidad de una solución al problema planteado en los párrafos anteriores.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede mejorar el proceso de lavado y esterilizado de cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una lavadora automatizada de cestas de plástico para la empresa King Fish C.A.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Diagnosticar el proceso actual de lavado de cestas de plástico en la empresa King Fish C.A.
- Analizar las variables que intervienen en el proceso de lavado y esterilizado de cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.
- Seleccionar la mejor alternativa de solución para el proceso de lavado y esterilizado de cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.
- Diseñar la lavadora y esterilizadora de cestas plásticas seleccionada.
- Evaluar la viabilidad técnica, operativa, ambiental y económica de la propuesta diseñada.

1.4 Justificación de la investigación

La empresa King Fish C.A. es un negocio de mediano tamaño que ha visto un crecimiento bastante rápido en los últimos seis meses, en vista de las características del comercio de los productos del mar en el estado Carabobo, este emprendimiento resulta ser una solución para las necesidades del sector gastronómico y alimentario. El espacio vacío dejado por la crisis del país y el abandono de antiguos comercios de este rubro, presenta un futuro próximo favorable para el crecimiento de la empresa.

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una propuesta de mejoría en la eficiencia del lavado de las cestas de plásticos, la cual es una operación que se realiza a diario en el proceso productivo de la empresa, como también, supondrá un avance en el nivel de higiene de las mismas.

La adquisición de esta tecnología creará un avance en el desarrollo que puede tener el personal obrero de la empresa, ya que, con cada equipo o sistema nuevo adquirido, elevan su productividad y se vuelven más hábiles en el ámbito tecnológico.

Por otro lado, el empleo de este tipo de maquinaria traerá beneficios en ahorro de agua y traerá una mejoría para el medio ambiente y las zonas residenciales aledañas, ya que el lavado se realiza normalmente en la rampa de entrada del galpón y el agua sucia termina en la calle pudiendo crear molestias entre los vecinos. Su uso permitirá la recolección de sólidos producto del lavado, como también la correcta desviación y manejo de las aguas residuales del proceso.

La propuesta de la maquinaria, tiene como norte tener un diseño modular, de fácil ensamblaje y que cuente con elementos disponibles en el mercado venezolano. Esto, puede ser de sumo interés para la empresa, ya que aumentará el nivel de factibilidad del proyecto y la posibilidad de adquirir más unidades, o en otro caso, aumentar las capacidades del equipo construido.

1.5 Alcance

La ruta propuesta para esta investigación presenta varias etapas, comenzando por el análisis de la situación en la empresa referente a la logística interna y la eficiencia de los métodos utilizados para el lavado de las cestas, incluyendo también, una pequeña parada en las condiciones y normas higiénicas en la que se debe trabajar el pescado y los productos alimenticios. Teniendo como punto final la entrega de los planos de la lavadora automatizada para cestas de plástico.

La entrega del diseño debe contar con planos, simulación en SolidWorks y los datos de los equipos específicos para el prototipo, incluidos en catálogos de empresas. Como también el método sugerido de construcción y estándares para su manejo e instalación.

1.6 Limitaciones

El proyecto presentará un solo diseño del prototipo de lavadora, que contendrá los elementos y planos. El cual contará con un nivel de automatización y estructura acorde con el proyecto y sus necesidades.

Al mismo tiempo, para que el proyecto sea viable, deberá tener un costo, tanto de fabricación, como de mantenimiento, igual o menor que los productos similares que se pueden encontrar a nivel nacional e internacional.

En función a lo antes descrito, el proyecto no posee limitaciones,

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los antecedentes de un proyecto investigativo conforman una parte fundamental del desarrollo del mismo, y se consideran como la revisión de la literatura más relevante para el tema de la investigación. Arias, F. (2006) dice que los antecedentes son “investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con nuestro proyecto, por lo que no deben confundirse con lo historia del objeto en cuestión.”

Cumana, Y y Encalada, M. (2012), desarrollaron un proyecto llamado **“Diseño y construcción de una máquina de uso doméstico para lavar frutas y verduras de consumo sin cocción previa”** En este trabajo se diseñó, construyó y evaluó una máquina doméstica lavadora de ciertas frutas y verduras que se consuman sin previa cocción. Probó mejorar la limpieza y desinfección en comparación a métodos domésticos convencionales. Se determinaron los parámetros de diseño en base a entrevistas a profesionales especializados y a encuestas a amas de casa y a estudiantes de último año de Ingeniería Mecánica de la U.C.V. Se utilizaron metodologías de diseño asociadas a la construcción de un bien de consumo. Se obtuvo una solución basada en el uso de centrifugado y gas ozono disuelto en agua como métodos de limpieza físico y químico respectivamente. Se diseñó utilizando las teorías expuestas en textos de diseño de elementos de máquinas. Para la construcción se utilizaron máquinas-herramientas como tornos, fresadoras y dremel. Se probó su funcionamiento con ciertas frutas y verduras escogidas probando funcionar sin problemas con todas a excepción del melón, la patilla y la lechosa debido a sus semillas y la dificultad de aplicarles el centrifugado. Su eficacia desinfectante se evaluó por medio de un análisis microbiológico realizado en un laboratorio comercial especializado, probando eliminar coliformes totales de una muestra de hojas de lechuga lavadas durante 5 minutos en el agua ozonizada.

Este trabajo de grado propone el principio de lavado para comida de una máquina, y aunque respetando las diferencias entre los proyectos, son varios los parámetros que comparten.

Los bachilleres Gómez, D. y Fava, S. (2008), en **“Diseño, construcción y automatización de una cinta transportadora para la simulación mecánica de un proceso industrial”**, trabajo con el cual obtuvieron el título de ingeniero mecánico, desarrollaron el diseño y selección de un sistema de transporte por cadena, y realizaron los cálculos y planos necesarios para su construcción. El sistema se encuentra sobre unas vías de acero inoxidable, el movimiento del

mismo se genera gracias a un piñón acoplado mediante un eje al motor. Las vías se encuentran apoyadas sobre unos soportes de madera que le dan la altura necesaria para acoplarse al eje del motor directamente. Para accionar el motor se instaló un gabinete de potencia, el cual está conformado por un variador de frecuencia, que tienen la finalidad de controlar la velocidad de la cinta transportadora, así como el tipo de arranque del sistema, según se desee.

En este también se encuentran un disyuntor seccionador el cual proporciona protección al sistema. Para controlar el sistema se colocó un PLC dentro de un gabinete, que contiene en su tapa frontal un interfaz humano-máquina, este consta de pulsadores y luces pilotos las cuales se programaron con la finalidad de realizar diferentes prácticas de automatización, como cambio de sentido de giro, jogging y configuración del sistema de arranque. Después de la instalación física de cada uno de los componentes se procedió a cablear eléctricamente todos los dispositivos, incluyendo el PLC y los sensores, para su funcionamiento en conjunto. Así mismo se realizaron los ajustes necesarios con el fin de poner en marcha el sistema.

Con esta tesis se obtiene las bases teóricas para el cálculo y diseño de la cinta transportadora de la lavadora para King Fish C.A., también se observan los elementos y métodos que utilizaron para la automatización del proceso, y el enfoque que tiene en la creación de interfaces para accionar los distintos sistemas.

Sería interesante recalcar que Charalambous, M. (2011) llevo a cabo el estudio *“Implementation of Food Safety Management Systems in Small Enterprises in Cyprus”* en la Universidad de Birmingham, en donde la investigación se enfocó en evaluar la seguridad e higiene alimentaria en pequeñas empresas de alimentos en Chipre. Se recopilaron datos a través de auditorías, cuestionarios, pruebas, muestras ambientales, análisis de alimentos y agua. Se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas para analizar los datos. La investigación abordó múltiples aspectos, incluyendo la aplicación de sistemas de gestión de seguridad alimentaria, pruebas de conocimiento del personal, costos de implementación y la actitud de los gerentes hacia el sistema. Este proyecto de investigación dio como resultado que la implementación de PRPs y una forma simple de sistema HACCP mejoró la higiene y la seguridad alimentaria en estas empresas. Sin embargo, cuando el sistema se volvía más complejo, las mejoras disminuían y el personal desarrollaba actitudes negativas hacia el sistema. Además, el costo de implementación fue una barrera significativa.

Se entiende en el desarrollo de esta investigación, la importancia de resaltar los puntos débiles o críticos en el mantenimiento e higiene en los establecimientos donde se procesan

alimentos, y mediante técnicas varias, llegar a la conclusión del objetivo, como también los puntos de enfoque en el proceso del lavado del proyecto del diseño de la lavadora.

Un aporte importante a esta investigación se encuentra con Apolo, D. (2018), quien desarrollo en su trabajo de grado ***“Reingeniería del mantenimiento de una máquina lavadora de botellas para industria cervecera”***, Para la fábrica cervecera de guayaquil de Cervecería Nacional (Ecuador) a la cual se unió AB InBev (Anheuser-Busch InBev N.V./S.A.), se realizó un estudio de la reingeniería del mantenimiento de una lavadora de botellas, haciendo un análisis desde su situación actual de mantenimiento junto a una auditoria de la máquina en donde se obtendrán los requerimientos técnicos de mejora. Se identificaron los problemas que ocasionaban un bajo rendimiento de la gestión del mantenimiento, como también el historial de fallos correctivos para poder identificar las falencias según sus variables como tipo de mantenimiento, líder, producto, y tipo de fallo. El proyecto desarrolló un modelo de plantilla para el plan mantenimiento preventivo y correctivo, además se hizo una plantilla para el registro de los eventos de correctivos. Como resultado del estudio, el retorno de la inversión con la implementación de las mejoras propuestas en función del porcentaje de reducción de los tiempos de parada fue de 6 meses, siendo un proyecto viable y productivo para la empresa.

Con este trabajo de investigación le se adhiere al proyecto una base sustentada sobre la implementación tanto de un nuevo recurso como de su manejo adecuado, y que nivel de productividad puede suponer para la pescadería. También el estudio abarca el tiempo de retorno, un factor muy importante para las empresas a la hora de realizar una inversión.

También, Cadena, J (2015), propuso el siguiente estudio, ***“Rediseño, automatización y control para una lavadora industrial en agua para tejidos en la empresa “lavanderías modernas”***, en donde El proyecto desarrolló el rediseño mecatrónico de una lavadora industrial en agua de baja capacidad con 25 años de servicio en la empresa “Lavanderías Modernas” con el fin de agilizar su proceso de lavado en agua de tejidos mediante la automatización y control de las variable involucradas como son: ciclos de lavado, cantidad de detergente, cantidad de agua, cantidad de suavizante, velocidad de giro del motor, presión neumática para drenaje de sustancias, establecidos en 4 programas para: ropa de cama, ropa liviana, ropa pesada y enjuague de tinturados que han sido procesados artesanalmente en la empresa mencionada y necesitan ser enfriados en un tiempo establecido para una adecuada fijación del químico colorante, la máquina cuenta con una pantalla HMI en la parte frontal la cual permite al usuario: seleccionar un programa de lavado, restablecer el sistema en caso falla, acceder al sistema con contraseña, mostrar tiempos y

accionamiento de variables, visualizar alarmas por baja presión de agua, aire, compuerta abierta, o paro de emergencia; también se ofrece la posibilidad de monitorear y operar la máquina a distancia desde una PC supervisora, o desde cualquier dispositivo con sistema operativo Android (Smartphone, Tablet, etc.) dentro de la misma red de área local (LAN).

El equipo ha sido cubierto por láminas de tol, los gabinetes eléctricos se encuentran cerrados con llave, las tuberías se encuentran en la parte superior y posterior, el espacio físico se encuentra debidamente rotulado advirtiéndose cualquier clase de riesgo de accidente para brindar al usuario un ambiente seguro y confiable, previamente se realizaron estudios de transmisión de potencias mecánicas y estudios eléctricos para justificar la capacidad del motor seleccionado, más los esfuerzo máximos que soporta el eje con el fin de establecer una carga de trabajo máxima permisible de 25 Kg en tejidos; finalmente se implementaron nuevos sistemas para: desagüe mediante un cilindro neumático, control de velocidad del motor mediante un variador de frecuencia y aislamiento de componentes eléctricos a tierra.

Este proyecto se encuentra alineado con la investigación y desarrollo de la lavadora para cestas de plástico, ya que propone diversos sistemas a implementar para lograr el nivel de automatizado que se necesita.

2.2 Teoría central de la investigación

2.2.1 Teoría ambientalista

La teoría ambientalista es una teoría de la salud que sostiene que el medio ambiente es un factor importante en la salud y la enfermedad. Esta teoría fue desarrollada por Florence Nightingale en el siglo XIX, quien creía que las condiciones ambientales insalubres podían contribuir a la propagación de enfermedades.

Nightingale basó su teoría en sus observaciones de las condiciones sanitarias en los hospitales militares durante la Guerra de Crimea. Ella notó que los soldados que estaban alojados en condiciones insalubres tenían más probabilidades de enfermarse y morir.

La teoría ambientalista de Nightingale ha sido respaldada por investigaciones científicas. Se ha demostrado que la exposición a la contaminación ambiental puede aumentar el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer, asma y otras enfermedades

2.2.2 Teoría de la energía de distorsión de Von Mises

El criterio de máxima tensión de von Mises se basa en la teoría de von Mises-Hencky, también conocida como teoría de la energía de cortadura o teoría de la energía de distorsión máxima.

En cuanto a las tensiones principales σ_1 , σ_2 , σ_3 , la tensión de von Mises se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma_{\text{vonMises}} = \{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2] / 2\}^{1/2} \quad (1)$$

La teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión. Sin embargo, el software le permite utilizar el límite de tensión de tracción/ruptura o establecer su propio límite de tensión.

$$\sigma_{\text{vonMises}} \geq \sigma_{\text{limit}}$$

El límite elástico es una propiedad dependiente de la temperatura. Este valor especificado del límite elástico debe considerar la temperatura del componente. El factor de seguridad en una ubicación se calcula a partir de:

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \sigma_{\text{limit}} / \sigma_{\text{vonMises}}$$

2.2.3 Teoría de control

La teoría de control es un campo interdisciplinario de la ingeniería y las matemáticas, que tiene que ver con el comportamiento de sistemas dinámicos. Un sistema dinámico es aquel cuyo estado cambia con el tiempo. La teoría de control se ocupa de cómo diseñar sistemas que mantengan un estado deseado o deseado en presencia de perturbaciones.

La teoría de control se basa en los siguientes principios:

- **Modelado:** El primer paso en el diseño de un sistema de control es modelar el sistema dinámico. Esto se puede hacer mediante un modelo matemático o un modelo físico.
- **Diseño:** Una vez que se ha modelado el sistema, se puede diseñar un controlador. El controlador es un dispositivo que toma medidas para mantener el estado deseado del sistema.
- **Implementación:** El controlador diseñado se debe implementar en un sistema real.

2.3 Bases teóricas

Para Arias. F. (2006) las bases teóricas cumplen con varios aspectos relevantes para el proceso de investigación, uno de ellos, “Ubicación del problema en un enfoque teórico determinado”, nos explica que el contexto científico del trabajo llega a ser la herramienta principal del investigador para poder desarrollarlo. Otro aspecto a resaltar es el de “Relación entre la teoría y el objeto de estudio”, que en este caso puede representar la importancia proporcional que tiene la fundamentación científica y teórica con el proyecto de investigación.

2.3.1 Aceros Inoxidables

Los materiales usualmente utilizados en equipos y maquinarias que trabajan o procesan alimentos tienen como finalidad promover la higiene, hacer más fácil la limpieza de los equipos y ser resistentes a la corrosión, entre ellos, uno de los más utilizados son los elementos con Acero Inoxidable. Se puede describir este material de la siguiente manera:

El término *acero inoxidable* caracteriza al alto nivel de resistencia a la corrosión que ofrecen las aleaciones en este grupo. Para ser clasificada como acero inoxidable, la aleación debe tener al menos 10% de contenido de cromo. En su mayor parte tienen entre 12% y 18% de cromo. (Mott, 1995, p. 39)

Entre los tipos de aceros más utilizados en la industria alimentaria:

- AISI 304: También conocido como acero 18/8 o A2, este tipo de acero inoxidable está catalogado como austeníticos, cuya estructura se consigue por medio de una aleación de hierro, manganeso, carbono, fósforo, silicio, sulfuro, níquel y un alto contenido en cromo (18%). Una composición que le hace muy resistente a la corrosión y a la oxidación
- AISI 316: es un acero inoxidable austenítico con un contenido de cromo del 16-18%, níquel del 10-12% y molibdeno del 2-3%. Se utiliza en aplicaciones que requieren una excelente resistencia a la corrosión, como equipos de procesamiento de alimentos que entran en contacto con alimentos ácidos o alimentos que se procesan en entornos salinos (ver Figura 1).



Figura 1. Elementos y maquinaria de cocina industrial hechos con acero inoxidable.
Fuente: Firex (2023)

2.3.2 Motores Eléctricos

El motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor (ver figura 2). Chapman, S (2012) especifica uno de los conceptos por el cual el motor eléctrico es altamente utilizado cuando dice que “Un motor eléctrico no requiere de ventilación ni combustibles constantes, a diferencia de los motores de combustión interna, por esta razón es adecuado en ambientes donde no se desea tener residuos contaminantes” (p. 1).

A niveles industriales, el tipo de motor eléctrico más empleado es el de corriente alterna, el cual se encuentra con dos configuraciones: Monofásico y Trifásico



Figura 2: Motor eléctrico para ambientes húmedos, marca SIEMENS.
Fuente: Siemens (2023)

2.3.3 Caja reductora

Son sistemas mecánicos cuyo objetivo es disminuir la velocidad de rotación en un eje de entrada proveniente de un motor y aumentar el torque en la salida del mismo (Ver Figura 3). Se utilizan como medio para controlar y adecuar el movimiento dado de un motor según el uso en el sistema que se esté diseñando. Están compuestas por un sistema de engranes dispuestos de forma tal que se cumpla la relación de transmisión deseada.



Figura 3. Familia de cajas reductoras, marca WEG.
Fuente: WEG (2023).

2.3.4 Relación de transmisión

Es una relación entre las velocidades de rotación de dos o más engranajes o poleas conectados entre sí, donde un componente ejerce fuerza sobre el/los otro/s. Esta relación se debe a la diferencia de diámetros de las dos ruedas, que implica una diferencia entre las velocidades de rotación de ambos ejes, esto se puede verificar mediante el concepto de velocidad angular.

La fórmula general para calcular la relación de transmisión entre dos ruedas dentadas:

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad (2)$$

Donde:

- i es la relación de transmisión.
- ω_1 es la velocidad angular de la rueda de entrada.
- ω_2 es la velocidad angular de la rueda de salida.
- z_1 es el número de dientes de la rueda de entrada.
- z_2 es el número de dientes de la rueda de salida.
- D_1 es el diámetro de la rueda de entrada.
- D_2 es el diámetro de la rueda de salida.

2.3.5 Bombas centrifugas

Una bomba centrifuga es una turbomáquina generadora que utiliza fuerza centrífuga para transferir velocidad y presión a líquidos o gases y en función a ello White, F. (2004), expresa:

Esta bomba está constituida por un rotor dentro de una carcasa. El fluido entra axialmente a través del ojo, en el eje de la carcasa, los álabes del rotor la fuerzan a tomar un movimiento tangencial y radial hacia el exterior del rotor, donde es recogido por una carcasa que hace de difusor. El fluido aumenta su velocidad y presión cuando pasa a través del rotor. La parte d la carcasa, de forma toroidal, o voluta, decelera el flujo y aumenta más la presión. (p. 728)

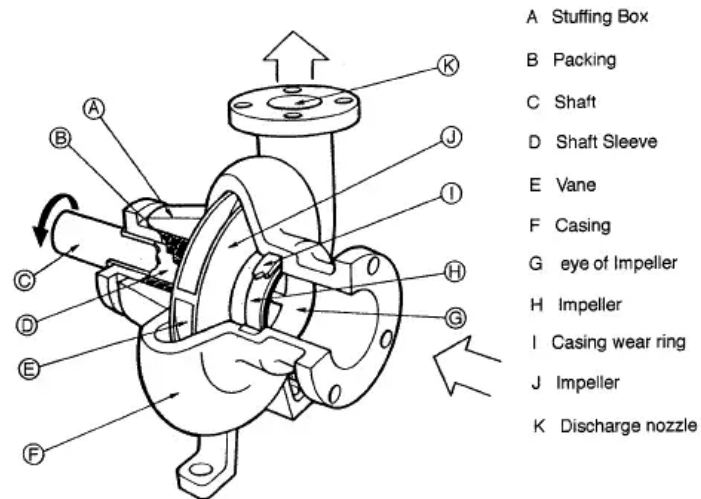


Figura 4. Partes principales de una bomba centrífuga.
Fuente: thermal-engineering (2023)



Figura 5. Bomba centrífuga KSB MegaCPK.
Fuente: KSB

2.3.6 Válvulas

Son dispositivos mecánicos que suelen estar instalados en sistemas de transporte de líquidos o gases cuya función es controlar o interrumpir el flujo de los mismos, pueden tener distintas configuraciones y propósitos.

Las más utilizadas en sistemas hidráulicos son:

- **Válvulas check o antirretorno:** Permiten el flujo de fluido en una sola dirección, impidiendo el paso del fluido en sentido contrario al flujo, existen con distintos mecanismos internos.
- **Válvulas mariposa:** controla el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada "mariposa", que gira sobre un eje.
- **Válvulas de compuerta:** controla el flujo de fluido mediante una compuerta que se mueve verticalmente para bloquear o permitir el paso del fluido.

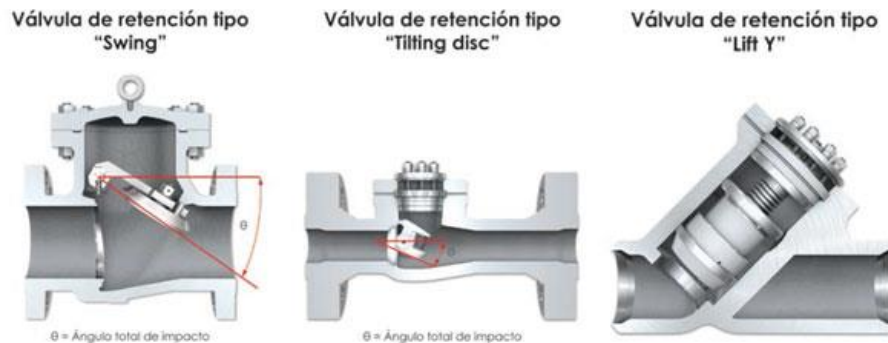


Figura 6. Tipos de válvulas check, PETROQUIMEX.
Fuente: Petroquimex (2019)

2.3.7 Trampa grasa

Una trampa grasa es un dispositivo o accesorio instalado en tuberías cuya función suele ser la de separar fluidos viscosos y poco densos de un flujo de agua, añadiendo la posibilidad de crear las condiciones para la decantación de sólidos. Estos dispositivos se encuentran en la industria y el comercio en muchos tamaños y tipos de presentaciones, y son instalados en tuberías de desagüe de lugares que tengan un alto índice de desechos grasos y aceites.

El objetivo principal de estas instalaciones es la de desviar el aceite y las grasas contenidas en las aguas residuales, ya que estos componentes pueden crear grandes problemas cuando estas aguas van a ser tratadas en plantas de tratamientos, o en un caso distinto crear un dano directo a la naturaleza.

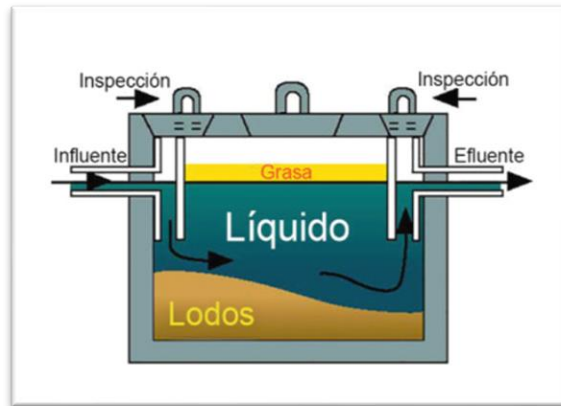


Figura 7. Esquema de un Trampa grasas.

Fuente: GSA (2023)

2.3.8 Esterilización

La esterilización es un proceso que consiste en eliminar la carga microbiana que se encuentra en la superficie de un objeto. Existen diversos métodos para crear tales condiciones, y varían según lo que se desee eliminar, ya sea hongos o bacterias.

El proceso de esterilizado a nivel industrial no es comprobable al 100%, ya que por diversos factores pudiera seguir existiendo formas de vida luego de la esterilización propiamente, en ese caso se considera que un producto crítico es estéril, cuando la probabilidad de que un microorganismo esté presente en forma activa o latente es igual o menor de 1 en 1 000 000 (coeficiente de seguridad de esterilidad 10^{-6}). Para los sistemas de desinfección se toman en cuenta los siguientes conceptos

- **Calor húmedo** La desinfección por calor húmedo implica el uso combinado de calor y humedad para eliminar microorganismos dañinos. Este método se emplea en diversas industrias, como la alimentaria y la médica, utilizando equipos como autoclaves para generar vapor a altas temperaturas y presiones controladas. La efectividad del proceso depende de la temperatura y el tiempo de exposición adecuados, pero es a partir de los 65°C aproximadamente que las bacterias y microorganismos suelen morir.
- **Hipoclorito de sodio:** El hipoclorito es un compuesto químico que se presenta en forma de sal y contiene el ion hipoclorito (OCl^-). Su nomenclatura química es hipoclorito de sodio cuando está disuelto en agua, y su fórmula química es NaClO . Se utiliza ampliamente como desinfectante en el agua potable, piscinas, industria alimentaria y limpieza del hogar debido

a sus propiedades antimicrobianas. Suele dosificarse en un compuesto al 12%, aproximadamente 2 l por cada 10000 l de agua, a tanques y piscinas.

2.3.9 Cinta transportadora

Las cintas transportadoras son mecanismos cuya función es trasladar material mediante fricción o anclaje de un punto a otro. Son sistemas de transporte continuo, los cuales están formados por tambores o rodillos, y una banda o cadena en donde se deposita el objeto.

En su disposición más simple, uno de los rodillos o tambores es acoplado a un motor (Conductor), y el otro queda libre (Conducido), entre ellos existe una estructura que dará soporte a la banda o cinta, la cual estará tensada entre los tambores y se moverá en la dirección del tambor conductor (ver figura 7). El material, depositado en la superficie de la banda, mediante gravedad y fuerza de fricción o en otros casos, anclaje, va a seguir el movimiento de la misma.

Estos sistemas poseen un rango bastante amplio de aplicaciones, y su configuración, extensión, materiales, y tipo de banda variara según su objetivo.



Figura 8. Sistema de cinta transportadora de malla.
Fuente: Aceros Continental (2015)

2.3.8 Controlador Lógico Programable (PLC)

Es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción (Ver Figura 8).

Los PLC se utilizan para una variedad de funciones, entre ellas:

- Control de procesos secuenciales
- Control de movimiento
- Control de procesos continuos
- Monitoreo de datos
- Comunicación con otros dispositivos

El Controlador Lógico Programable recibe información de sensores conectados o dispositivos de entrada, procesa los datos y dispara salidas basadas en parámetros preprogramados.

Dependiendo de las entradas y salidas, puede monitorear y registrar datos de tiempo de ejecución, como la productividad de la máquina o la temperatura de operación, iniciar y detener procesos automáticamente, generar alarmas si la máquina funciona mal y más. Los controladores lógicos programables son una solución de control flexible y robusta, adaptable a casi cualquier aplicación.



Figura 8. PLC LOGO
Fuente: SIEMENS (2023)

2.4 Bases legales

2.4.1 Norma COVENIN 3802:2002. Directrices generales para la aplicación del sistema HACCP en el sector alimentario

La norma COVENIN 3802:2002 establece las directrices generales para la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para ser utilizadas en la cadena alimentaria a fin de asegurar la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano. El HACCP es un sistema preventivo de gestión de la seguridad alimentaria que se basa en la identificación y evaluación de los peligros que pueden afectar a la inocuidad de los alimentos, y en la aplicación de medidas de control para eliminar o reducir dichos peligros a un nivel aceptable.

La norma COVENIN 3802:2002 establece los siguientes requisitos para la aplicación del HACCP:

- Descripción del producto y uso propuesto: Se debe realizar una descripción detallada del producto, incluyendo sus características, ingredientes y uso propuesto.
- Diagrama de flujo del proceso: Se debe elaborar un diagrama de flujo del proceso de producción, incluyendo todas las etapas desde la recepción de las materias primas hasta la distribución del producto terminado.
- Análisis de peligros: Se debe identificar y evaluar todos los peligros que pueden afectar la inocuidad del producto, incluyendo peligros biológicos, químicos y físicos.
- Determinación de los puntos críticos de control (PCC): Se deben identificar los puntos en el proceso donde se pueden controlar los peligros identificados.

2.4.2 Norma ISO 14159:2002. Seguridad de la maquinaria. Requisitos de higiene para el diseño de la maquinaria.

Esta norma internacional especifica los requisitos de higiene de las máquinas y proporciona información para el uso previsto que debe proporcionar el fabricante. Se aplica a todo tipo de máquinas y equipos asociados utilizados en aplicaciones donde pueden ocurrir riesgos de higiene para el consumidor del producto.

Principales puntos establecidos en la norma:

- Definición de términos clave.
- Requisitos de diseño para prevenir atrapamientos y cortes.
- Normas de seguridad eléctrica.
- Directrices para el uso de materiales apropiados.
- Procedimientos de evaluación de riesgos.
- Requisitos de marcado y etiquetado de equipos.
- Directrices para el mantenimiento y la documentación.

2.5 Definición de términos

- **Acero:** Metal fuerte y resistente, compuesto principalmente de hierro y carbono.
- **Bomba:** Dispositivo que transfiere un fluido de un lugar a otro.

- **Caudal:** Cantidad de fluido que pasa por un punto en un tiempo determinado.
- **Corrosión:** Proceso de deterioro de un material por acción de agentes externos, como el oxígeno o los ácidos.
- **Eficiencia:** Relación entre el rendimiento deseado y el rendimiento real.
- **Lavadora:** Máquina que se utiliza para lavar un objeto en específico.
- **Presión:** Fuerza que ejerce un fluido sobre una superficie.
- **Revoluciones por minuto (rpm):** Número de veces que un objeto completa un giro con respecto a un eje en un minuto.
- **Tubería:** Conducto que transporta fluidos.
- **Vibración:** Movimiento oscilatorio de un cuerpo.
- **Volumen:** Espacio ocupado por un cuerpo.
- **Higiene:** Condiciones que permiten mantener la salud y evitar la propagación de enfermedades.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Paradigma de la investigación

Sobre el proyecto de investigación, Tamayo y Tamayo, M (2003) explica que “La investigación, por ser sistemática, genera procedimientos, presenta resultados y debe llegar a conclusiones, ya que la sola recopilación de datos o hechos y aun su tabulación no son investigación, sólo forman parte importante de ella. La investigación tiene razón de ser por sus procedimientos y resultados obtenidos.”

La presente investigación se enmarca en un enfoque o paradigma tecnológico. Se tiene que el paradigma tecnológico:

“define contextualmente las necesidades que se han de satisfacer, los principios científicos utilizados para la tarea, el material tecnológico a utilizar. (...) se puede definir como un ‘esquema’ de solución de determinados problemas tecnoeconómicos basados en principios muy selectos derivados de las ciencias naturales, juntamente con reglas específicas orientadas a la adquisición de nuevos conocimientos y a salvaguardarlos, cuando sea posible, de una rápida difusión a los competidores” (Dosi, 1988, p. 277).

Este tipo de paradigma se basa en la idea de que el conocimiento científico debe ser objetivo, verificable y generalizable

3.2 Tipo de Investigación

El proyecto de trabajo de grado que se pretende desarrollar se cataloga como un proyecto factible, considerando que, es un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar un problema o requerimientos de una persona, empresa o entidad.

En las especificaciones de este tipo de investigación Palella y Martins (2006) comentan que “Para desarrollar esta modalidad, lo primero que se debe hacer es un diagnóstico; el segundo paso consiste en plantear y fundamentar teóricamente la propuesta y establecer tanto el procedimiento metodológico como las actividades y recursos necesarios para su ejecución. Por último, se realiza análisis sobre la factibilidad del proyecto y, en caso de que el trabajo incluya el desarrollo, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación, tanto del proceso como de los resultados.”

Para que un proyecto sea factible, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Viabilidad técnica: El proyecto debe ser técnicamente posible de realizar, teniendo en cuenta los recursos disponibles.

- Viabilidad económica: El proyecto debe ser rentable, es decir, debe generar beneficios suficientes para cubrir los costos de su ejecución.
- Viabilidad social: El proyecto debe ser aceptado por la comunidad, es decir, debe responder a sus necesidades y expectativas.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se define como el plan que el investigador elabora para llevar a cabo el estudio. Este plan incluye los métodos y técnicas que se utilizarán para recopilar y analizar los datos, así como los procedimientos que se seguirán para garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados. El diseño de la investigación es un elemento fundamental de cualquier estudio científico, ya que ayudará al investigador a obtener resultados que puedan ser utilizados para responder a las preguntas de investigación planteadas.

A instancias de este proyecto, se plantea una investigación con un diseño documental y de campo. Como bien dice Arias. F (2006) “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar alguna variable”.

En el caso del diseño documental, Arias. F (2006) resalta que “Se basa en la consulta de documentos de cifras o datos cuantitativos, pero una vez que se identifican los valores de las variables en estudio, se procede a determinar la correlación entre éstos”, concepto importante en el área correlacional de este tipo de diseño.

3.4 Nivel de la investigación

En los proyectos investigativos, es necesario definir el nivel con el que se abordará el objeto o fenómenos a estudiar, para efectos de esta investigación, será elaborada a nivel descriptivo. Este nivel tiene como finalidad la búsqueda de lo que define o caracteriza a una población o fenómeno.

Como Palella y Martins (2006) establecen, “El acopio de estadísticas con su correspondiente interpretación, los estudios de casos y de opinión, la observación y comprensión de los procesos de aprendizaje, figuran entre las iniciativas más recurridas en este tipo de investigación”, ya que este nivel, propiamente dicho, busca interpretar realidades de hecho, enfocado en cómo una población, entidad, fenómeno o proceso funciona en el presente.

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Para el concepto de población encontramos que Palella y Martins (2006) proponen que “La población de una investigación es el conjunto de unidades de las que se desea obtener información y sobre las que se van a generar conclusiones. La población puede ser definida como el conjunto finito o infinito de elementos, personas o cosas pertinentes a una investigación y que generalmente suele ser inaccesible” (Pag 115).

La población en este proyecto de trabajo de grado son los distintos tipos de sistemas de lavado industrial.

3.5.2 Muestra

En estadística, se puede definir una muestra como aquel elemento o subconjunto, participe de un conjunto, el cual comparte su contexto y posee características definibles y medibles. Una muestra debe tener representatividad para que sus resultados sean adecuados y puedan ser generalizados, como también, debe tener el tamaño o magnitud necesario para que sus resultados sean fiables.

Es por eso que Arias F (2006) dice que “Una muestra representativa es aquello que por su tamaño y características similares a los del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población” (Pag 83).

En función a lo descrito en los párrafos anteriores, la muestra serán los sistemas de lavado industrial a chorro.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Instrumentos de recolección de datos

Arias F (2006). Define este punto cuando comenta “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.”, son de suma importancia para la recopilación de información, engloban de manera general la aplicación de las técnicas de recolección de datos.

Entre ellos se encuentran:

- Computadora
- Teléfono celular con grabadora

3.6.2 Lista de cotejo

Palella y Martins (2006) “Es un instrumento muy útil para registrar la evaluación cualitativa en situaciones de aprendizaje. Permiten orientar la observación y obtener un registro claro y ordenado de todo cuanto acontece. Sirven para sistematizar los distintos niveles de logro de cada investigado, mediante el uso de proposiciones, ítems, indicadores (o criterios de evaluación) y de una escala cualitativa previamente seleccionados”

3.6.3 Guion de entrevista

Este instrumento reúne las preguntas que tendrá la estructura de la entrevista que se realizará para obtener la información de campo.

3.6.4 Técnicas de recolección de datos

Se establecen como un conjunto de técnicas, métodos y herramientas que le permiten al investigador recopilar los datos necesarios para el proyecto investigativo y pueden variar y adaptarse, según sean los requerimientos del mismo.

3.6.5 Observación directa

Palella y Martins (2006) la definen de la siguiente manera, “La observación es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar” (Pag 129), ya que el proyecto amerita de una toma de datos *in situ*.

3.6.6 Entrevista Estructurada

Arias, F (2006) propone sobre la entrevista que “Es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas, aunque también puede emplearse el grabador o la cámara de video”. Este método presenta varias ventajas y cumple con los requisitos de la investigación de este proyecto, ya que la entrevista mostrara la realidad con el problema de las cestas de plástico. Para este trabajo se efectuó el diseño de una guía de entrevista en la cual se establecieron las preguntas más idóneas para levantar la mayor cantidad de información (ver apéndice A).

Con esta técnica se pretende establecer también, los puntos críticos del sistema de lavado investigado, mediante el uso de proposiciones, ítems, indicadores (o criterios de evaluación) y de una escala cualitativa previamente seleccionados”

3.7 Técnicas de análisis de resultados

3.7.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa (también llamado diagrama de espina de pescado o diagrama causa y efecto) es un diagrama basado en el modelo causal creado en 1943 y perfeccionado luego por Kaoru Ishikawa que muestra de manera esquemática las posibles causas de un problema o efecto específico. Su finalidad es organizar racionalmente el análisis de un problema prioritario en diferentes tipos de procesos, especialmente los relacionados con la producción industrial más no limitados a ellos. Se le conoce como diagrama de espina de pescado debido a su forma, similar a la vista lateral de un esqueleto de pez.

Se construye con mayor frecuencia utilizando factores o grupos principales de factores de influencia. En función al tipo de proceso y sector productivo, se utilizan diferentes métodos que agrupan los factores en cuatro, cinco, seis o siete componentes, es así que sale los métodos de 4M, 5M, 6M o 7M. El más utilizado es el Método de las 6M: que son: mano de obra, maquina, materiales, método, medición y medio ambiente.

3.8 Validez de los instrumentos

la validez de un instrumento es la capacidad de medir lo que se pretende medir. Es decir, que el instrumento debe ser capaz de recoger información precisa y relevante sobre el constructo que se está estudiando. Palella y Martins (2006) hacen una propuesta sobre el sistema de validez de los instrumentos, “En la mayoría de los casos se recomienda determinar la validez mediante la técnica del juicio de experto, que consiste en entregarle a tres, cinco o siete expertos (siempre números impares) en la materia objeto de estudio y en metodología y/o construcción de instrumentos un ejemplar del (los) instrumento(s) con su respectiva matriz de respuesta acompañada, de los objetivos de la investigación, el sistema de variables y una serie de criterios para calificar las preguntas.” (Pag 173).

En este trabajo se realizará la validación del instrumento de la entrevista estructurada por tres expertos en el área de la ingeniería mecánica (Ver apéndice B).

3.9 Fases metodológicas

Fase I, Diagnostico del proceso actual de lavado de las cestas de plástico.

Esta primera etapa se centrará en definir el problema, y como este, afecta a la empresa y que efectos causa, y si se resolviese, que beneficios obtendría la misma. Se establecerá el origen del problema y se identificará los puntos críticos en los procesos internos.

Fase II, Análisis de las variables que intervienen en el proceso de lavado y esterilizado de las cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.

En esta parte se utilizarán los diversos instrumentos de recopilación de información antes descritos para obtener los datos necesarios para el levantamiento del proyecto. Los puntos u objetivos principales de la recopilación serán sobre los tiempos y métodos de limpieza de las cestas, espacio disponible y parámetros constructivos generales, y disponibilidad económica de la empresa.

Fase III: Selección de la mejor alternativa de solución para el proceso de lavado y esterilizado de las cestas plásticas.

En esta fase, se llevará a cabo un estudio de los elementos que compondrán la máquina, no obstante, se realizará los respectivos cálculos para que estos elementos tengan un punto de trabajo ideal y puedan formar parte de la máquina. No obstante, se determinará si existe algún elemento o sistema adicional que necesite el diseño.

Fase IV: Diseño de lavadora y esterilizadora de cestas de plástico seleccionada.

Se presentarán opciones de diseño las cuales serán puestas a prueba para optar por el modelo más idóneo. Se especificará todos los elementos mecánicos, eléctricos, hidráulicos, electrónicos y constructivos que requerirá el diseño, como también, la escala y alcance de los mismos. También se llevará a cabo la construcción de los planos y el modelado.

Fase V: Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental y económica de la propuesta diseñada.

Esta etapa tendrá como objetivo simular el proyecto en computadora y generar los planos del mismo, también se recopilará, manuales, folletos y catálogos que contemplen los elementos utilizados en el diseño propuesto. Aquí, se realizará el estudio pertinente de la maquina con su futuro entorno, y se obtendrá también, los puntos a favor y en contra de la propuesta final.

3.10 Cuadro de operacionalización de variables

Cuadro 1: Operación de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEMS	FUENTE DE INFORMACIÓN
Diagnosticar el proceso actual de lavado de cestas de plástico en la empresa King Fish C.A.	Sistema de lavado	Logística	Frecuencia	2, 5	Entrevista Estructurada
		Tiempo de trabajo	Duración	2, 3	
		Metodología y recursos	Método	1, 2, 3, 4	
			Materiales	4	

Da Silva, J. (2023)

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se muestra el desarrollo de las cinco fases del proyecto investigativo, donde las mismas han sido planteadas y planificadas para dotar a la investigación de los recursos necesarios para llevarla a cabo.

Siguiendo un orden lógico, las siguientes fases se disponen de tal manera que las primeras dos contribuyen con la construcción de las bases que se necesitan para dar forma y estudio a el diseño final, en donde se muestran los datos recaudados en la pescadería por parte del personal, incluyendo también, las medidas físicas pertinentes, tanto de las cestas como del espacio de instalación y los servicios necesarios para la misma. También se dispone a resaltar las variables que forman parte del problema y que supondrá los puntos clave para realizar el diseño.

Con las tres últimas fases se desarrollan las propuestas de diseño, y se elige la que presente mejor prospección según los parámetros propios del proyecto, en donde se establecen los criterios de diseño y construcción del equipo para lavar las cestas de plástico.

4.1 Fase I, diagnóstico del proceso actual de lavado de las cestas de plástico.

Desde el planteamiento del problema, al principio de este ensayo, se da a conocer como este afecta negativamente a la empresa, y como el diseño de la lavadora puede suponer una mejoría y optimización de la limpieza y pulcritud del sitio de trabajo, como también contribuir positivamente al manejo de los desechos y en la logística en general.

Para el desarrollo de la fase I, se propone establecer los puntos claves del problema, y como el nombre lo propone, diagnosticar tanto la gravedad como el origen del mismo. Esta fase es sumamente importante ya que genera y organiza los datos que se obtienen mediante la investigación en el sitio. Con la obtención de estos datos se establecen las bases para realizar los análisis propuestos en la fase II.

Antes de haber establecido la forma en la que se obtuvo los datos del problema se utilizó una lista de cotejo en el área de trabajo para poder determinar qué puntos serían los importantes resaltar a la hora de hacer una investigación directa. La lista de cotejo permitió al proceso de recolección de datos tener un visión general y objetiva de la situación con el lavado de las cestas, ya que sin interactuar con el personal se obtienen datos de la observación directa en la empresa.

Cuadro 2. Lista de cotejo

	Si	No
Se siente mal olor en el área	Si	
Se observa desorden en el área de lavado	Si	
Se observa sucio y desechos en la rampa de descarga	Si	
Hay acumulación de cestas en el área de la rampa	Si	
Las cestas se encuentran limpias luego del lavado		No
Las cestas carecen de olor		No
El proceso de lavado se da de forma fácil y sin esfuerzo		No

Fuente: Da Silva, J (2024)

En este proyecto se utilizó la entrevista como técnica de recolección de datos, se establecieron las preguntas según las variables que se consideran esenciales para la parametrización del diseño de la lavadora, de tal forma que fueran congruentes y la información no fuera redundante.

En la visita a la empresa, se efectuó una entrevista con tres (3) operadores, los cuales son los encargados, a parte de las actividades propias de la pescadería y la elaboración de los distintos productos, de la limpieza del sitio de trabajo y el lavado de las cestas, y una entrevista con un encargado de producción. Se tomaron también las mediciones y pesos de las distintas cestas que se utilizan en el proceso.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro de entrevistas:

Cuadro 3. Cuadro de entrevista

Cuadro de entrevista				
Pregunta	Operador n°1	Operador n°2	Operador n°3	P. Administrativo
Desde su experiencia en el área de procesamiento de pescados, ¿Cuáles considera Ud. que son las variables a tomar en cuenta para considerar que una cesta se encuentra limpia y lista para ser utilizada?	-Que no tenga mal olor -Que no esté babosa	-Parte de abajo limpia -Sin machas ni escamas o conchas -Sin olor	-Sin baba y sin escamas -Sin manchas -Sin suciedad	-Que se vea limpio y no tenga olor -Que cumpla con los estándares de limpieza

Continuación cuadro 3

Cuadro de entrevista				
Pregunta	Operador n°1	Operador n°2	Operador n°3	P. Administrativo
Desde su óptica, ¿Con que frecuencia se realiza una sesión de lavado, y cuantas cestas tienen que acumularse para tomar la decisión?	Cesta usada, cesta lavada. Al final del día se lavan si se acumularon por alguna razón.	Se pueden acumular de 10 a 20 cestas. No hay una hora exacta para lavar.	Hasta 20 en días de producción, se suelen lavar cuando hay tiempo libre.	No se deberían acumular cestas
Según su práctica, ¿Cuánto tiempo le toma dejar una cesta totalmente limpia?	2 minutos un lavado simple con solo agua, 5 minutos un lavado más completo.	5 minutos para dejarla limpia.	5-6 minutos para lavar cada cesta.	<i>Sin contestar.</i>
En su opinión ¿Describa usted qué materiales y que métodos se utilizan para el proceso de lavado de la cesta?	Si es simple con agua de la maguera y con la mano, pero un lavado más completo con cepillo y jabón.	Agua, jabón y cloro, pero depende del nivel de suciedad. Se cepilla y se enjuaga con agua	Agua y jabón, y se lava con agua a presión y con la mano y el cepillo.	Se debería lavar con agua, jabón y cloro.
En función de su experiencia ¿En qué otras actividades de la empresa se enfocarían usted en caso implementarse el sistema de lavado automatizado?	Se enfocaría en dejar la zona de trabajo más limpia.	Se pudiera salir antes, y dejar todo listo más rápido. Se utilizaría más tiempo en producción.	Nos ahorraría trabajo y tiempo que pudiéramos usar para seguir con la producción.	Mejoraría el desarrollo de las actividades en producción ya que habría más tiempo libre.

Fuente: Da Silva, J (2024).

Se puede observar en los resultados obtenidos que las respuestas de cada operador según la pregunta, son coherentes y tienen similitud entre ellas.

Para la pregunta n° 1, se busca establecer el criterio que tiene tanto el operador como el encargado para saber o decidir si una cesta de plástico está limpia y lista para ser utilizada nuevamente, se nota que las respuestas están centradas en los mismos criterios:

1. Olor
2. Inexistencia de fluidos sobre la cesta
3. Inexistencia de manchas o acumulación de material orgánico.

En la pregunta n° 2 y n° 3, se obtienen unos datos muy importantes, los cuales son necesarios para saber si el diseño de la lavadora puede ser viable o no. En este caso se tiene tiempo de lavado y numero de cestas acumuladas necesarias para comenzar a realizar la actividad.

El análisis de las respuestas de la pregunta n° 2 y n° 3 se puede realizar en el mismo espacio, ya que las dos están centradas en el enfoque logístico del problema, y va a plantear a lo largo del desarrollo del proyecto los parámetros para el funcionamiento del equipo. Se observa que las respuestas son similares, y que el tiempo de lavado ronda los 5 minutos. Mas adelante en la investigación se analiza de forma más precisa los datos aquí suministrados.

Con la pregunta n° 4 se da a conocer la metodología de lavado existente en la pescadería, en ella se observa que el proceso es meramente manual y que es necesario realizar un cepillado, esto supone un gran reto para el desarrollo del diseño de la máquina, ya que imitar este proceso puede ser engorroso. Para este proceso es ideal utilizar agua a presión para poder remover los restos solidos de la cesta, herramienta que no tienen disponible los operadores. Se obtiene también una visión de la cantidad de elementos que se utilizan en el lavado, en este caso el agua es integral, pero también los agentes detergentes como el jabón y el cloro.

Y con la pregunta n° 5 se busca conocer el punto de vista de los empleados con respecto a la implementación del equipo, y cual mejoría pudiera proponer a las actividades diarias de la empresa. Se obtiene respuestas que dan un enfoque útil al proyecto, y cuya finalidad puede suponer un punto de gran interés para la empresa.

4.2 Fase II, Análisis de las variables que intervienen en el proceso de lavado y esterilizado de las cestas plásticas utilizadas en la empresa King Fish C.A.

En esta segunda etapa del proyecto, se dispuso a encontrar y definir todos aquellos elementos que juegan un rol crucial para dar forma al problema, y a su vez crear la data necesaria para poder diseñar la solución. Este proyecto utiliza algunos elementos propios de la metodología de la investigación y que su función cumple con la de clarificar puntos claves que nos muestran un camino a seguir en este estudio, también se clasifica la información recogida en la pescadería.

4.2.1 Diagrama Causa-Efecto (Ishikawa).

Esta herramienta de optimización de los procesos productivos, es en la actualidad, ampliamente utilizada por innumerables empresas alrededor del mundo, ya que mediante un esquema en donde se definen las causas de un problema en concreto es posible visualizar la estructura del mismo y se convierte en un método de uso practico a la hora de buscar una solución.

Fue creado en 1943 por Kaoru Ishikawa, como alternativa para mostrar y organizar las causas de los problemas, para esta investigación, es una herramienta fundamental. A continuación, el diagrama realizado para el proyecto:

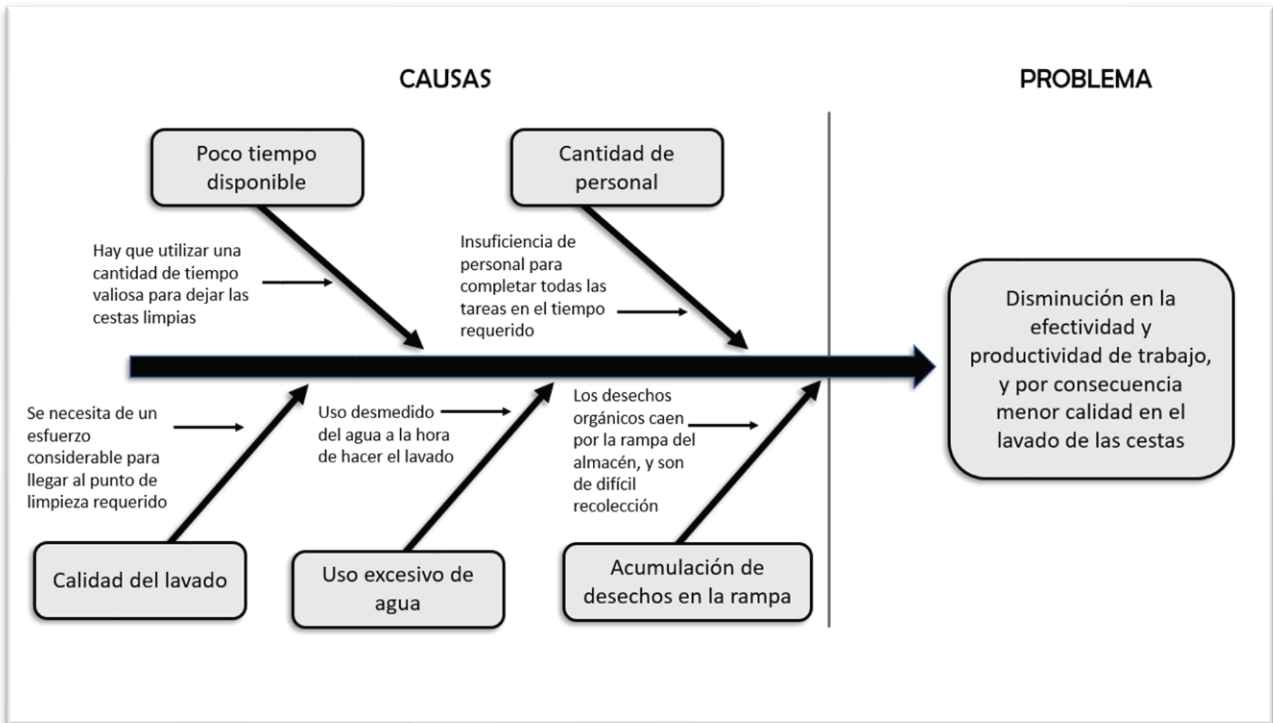


Figura 10. Diagrama Ishikawa.
Fuente: Da Silva, J (2024).

Para la construcción del diagrama, fue necesario una visita al establecimiento, y mediante la observación directa, fue posible definir y separar los distintos elementos, que en combinación producen el problema objeto de esta investigación. Para ello, fue necesario observar la actividad del lavado, en contraposición a las actividades pertinentes de cada operador de la empresa.

Con los datos recaudados, más los que pudo proporcionar la entrevista estructurada, fue posible sintetizar y definir cinco (5) causas que se establecen como el origen del problema.

La primera y la más llamativa, el tiempo, aquí se pudo observar que, en la dinámica de la jornada, es necesario invertir una cantidad de tiempo considerable para realizar el correcto lavado de las cestas. Este proceso de lavado, si es estudiado de forma aislada, es llevado a cabo en un promedio de 5 minutos por cesta, lo cual, puede llevar a realizar un cálculo rápido de cuánto puede durar un operador en una sesión de lavado, entre 15 y 45 minutos.

Luego, y siguiendo la línea lógica del diagrama, se encuentra la segunda causa, la calidad del lavado. Para definirla, se establecieron los pasos con los cuales comúnmente se realiza la actividad, los cuales son:

1. Primer enjuague, uso de la mano en ocasiones, para remover a gran escala los fluidos y los desechos sólidos.
2. Lavado con cepillo y jabón, en donde se remueve la baba, el olor, y las manchas.
3. Segundo enjuague, para remover el jabón y dejarla lista.
4. En ocasiones cuando es necesario una lavada más exhaustiva se utiliza cloro.



Figura 11, Cesta grande con robalos
Fuente: Da Silva, J (2024).

Se puede ver que las actividades que se hacen en el lavado, están ligadas directamente a la primera causa, en donde se puede tantear la cantidad de tiempo promedio que lleva realizar cada paso, según la complejidad de estos.

Para la tercera causa, se estableció que el uso desmedido del agua para el lavado, considerando la situación del país donde este servicio escasea, la empresa se mantiene a flote con varios tanques en serie que le proporcionan continuidad a la operatividad en la jornada laboral, y se hace hincapié en el hecho de que se necesita un volumen notable de agua para poder realizar totalmente el lavado, esto gracias al método manual que se usa.

Se establece que la acumulación de las cestas como la cuarta causa-origen, en donde el fenómeno puede variar según la actividad en curso, ya sea recepción de mercancía o actividades de producción, pero suele rondar entre 5 y 15 cestas (véase figura 12.). Es importante acotar, que la toma de decisión para iniciar el proceso de lavado no suele estar ligada directamente al número de cestas acumuladas como tal, sino más bien, al final e inicio de una actividad en concreto,

encontrando así el espacio más idóneo para la tarea. De igual manera, el exceso de acumulación también puede ser el detonante para cesar actividades e iniciar el lavado.



Figura 12. Acumulación de cestas sucias.
Fuente: Da Silva, J (2024).

En el quinto y último lugar, se tiene la acumulación de residuos y desechos en la rampa de recepción, que da como resultado malos olores, daño en las paredes de la instalación y necesidad de realizar una limpieza exhaustiva al lugar de forma periódica. También se añade, el malestar causado a los vecinos, y la alta probabilidad de que se genere un ambiente atractivo para todo tipo de plagas.



Figura 13. Rampa de recepción.
Fuente: Da Silva, J (2024).

Con este diagnóstico fue posible sintetizar las principales variables que entran en juego para crear el diseño del equipo capaz generar la solución, las cuales son:

1. El tiempo
2. Personal (Mano de obra)
3. Calidad del lavado
4. N° de cestas del proceso
5. Manejo de los recursos y desechos

4.2.2 Población de cestas.

En el proceso de toma de datos en el almacén, se recopilaron las características de las cestas que están en posesión de la empresa, y que juegan un papel titular en el diseño de la lavadora. Entre los datos más importantes se tiene que la empresa cuenta con 250 cestas, las cuales están divididas en tres tipos de cestas.

Para instancias de este proyecto los tres tipos de cestas se denominarán pequeña, mediana y grande. Estas cestas carecen de cualidades extraordinarias si se le compara con otras cestas que se encuentren en el mercado o en otras partes del mundo, ya que son de fabricación genérica y no fueron diseñadas para un proceso en específico.

Una característica clave que tiene la población de cestas de la empresa es que son apilables entre los diferentes tipos (véase figura 13 , rampa de recepción), ya que cumplen con el mismo estándar o norma de diseño. Las dimensiones de las mismas, son iguales en el área de la base, siendo estas de 59 cm x 40 cm, en donde se encuentra en las equinas unos tacos, que tienen doble función, servir de base cuando se colocan en una superficie lisa, o de guía cuando se necesita apilar los distintos tipos de cesta. La diferencia primordial entre ellas yace en la altura, y en menos importancia patrón de orificios y color.

Aquí se presentan los planos de la cesta más grande, a partir de la cual se parametriza dimensionalmente el equipo:

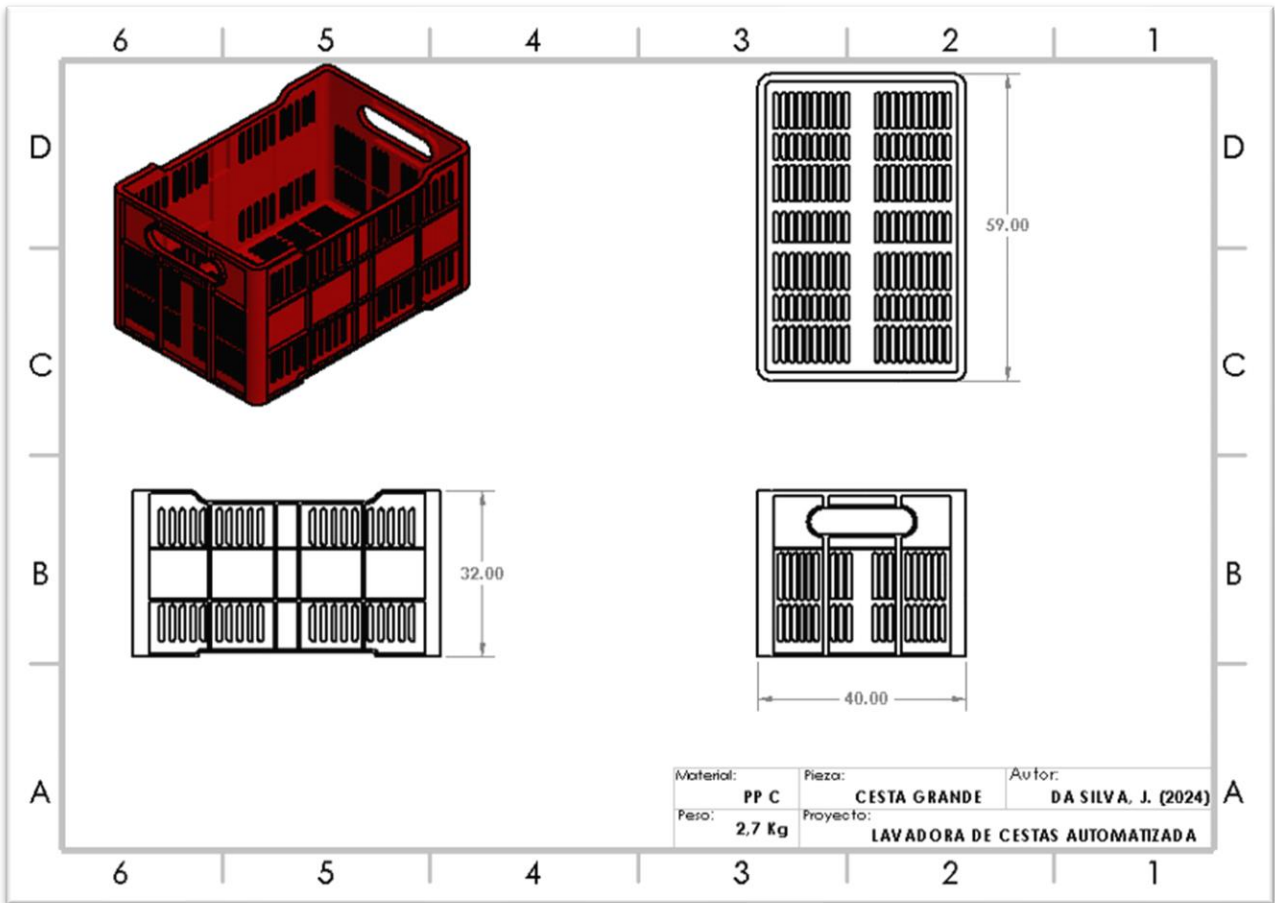


Figura 14. Modelo en SolidWorks de la Cesta grande (medidas en cm).
Fuente: Da Silva, J. (2024)

4.3 Fase III, Selección de la mejor alternativa de solución para el proceso de lavado y esterilizado de las cestas plásticas.

Luego de realizar una evaluación de las variables que están contenidas en el proceso de lavado, en la fase anterior, el proyecto necesita de una parametrización a partir del estudio de estas. El objetivo de la tercera fase será la de exponer y a su vez seleccionar el mejor modelo de diseño de la lavadora de cestas de plástico, para luego ser parametrizado y ajustado a la necesidad del proyecto.

Para comenzar a diseñar y realizar los primeros bosquejos del equipo de lavado es necesario definir los pasos y parámetros de todo el proceso, para ello en el proyecto se define el objetivo que se desea alcanzar, que en este caso es lavar las diferentes cestas de plástico que la empresa posee.

En la recaudación de los datos, hecho realizado en la empresa, se puede establecer que se tiene una población de tres (3) distintos tipos de cajas, y como en la fase anterior se definió, estas

están estandarizadas en sus medidas de base, lo cual hace que sean apilables entre ellas, sin importar el origen, marca o fecha de adquisición de las mismas.

Para realizar un proceso de lavado, sea cual sea el método a seleccionar, está implícito en el diseño temprano del equipo, que este debe contener o albergar una cámara de lavado, o una cavidad cerrada en donde ocurra el proceso, ya que el mismo va a utilizar agua en mayor o menor medida y es necesario contenerla y evitar que esta salga y caiga a los espacios adyacentes, también se buscaría reutilizarla para minimizar el gasto del servicio. También controlar y redireccionar el flujo de los desechos sólidos es un punto importante.

Una de las primeras variables a tomar en cuenta es la altura de las cestas, ya que el dimensionamiento de la cámara estará influenciado directamente con este parámetro, para ello se utiliza las medidas de la cesta más grande, ósea 32 cm de altura.

Luego de establecer el primer parámetro, ósea, unas dimensiones mínimas de la cámara de lavado, es necesario seleccionar el tipo de lavado que tendrá el proceso. En esta investigación se llegó a la conclusión de que pueden existir tres (3) métodos factibles para realizar dicha actividad, y en combinación con otras herramientas, definen el diseño básico de cada propuesta.

En este caso, los métodos son:

1. Lavado con aire presurizado
2. Lavado con agua presurizada
3. Lavado por inmersión

El caso n°1 es descartado en la primera etapa de diseño, ya que este método es encontrado en muchas instalaciones industriales y es utilizado para remover polvo o restos sólidos, pero solo para aplicaciones secas. Para efectos de este proyecto, la aplicación del sistema debe ser en condiciones húmedas, necesarias para remover restos y fluidos orgánicos provenientes de la actividad cotidiana de la pescadería.

Para el tercer parámetro de diseño se encuentra el método de transporte de la cesta, partiendo de la idea de que los distintos sistemas de presurización de agua o en caso del segundo diseño, la batea, son de carácter fijo o estacionario, así que, se convierte en una necesidad que la cesta se desplace a través de ellos para realizar el lavado.

Es necesario poner en claro entendimiento que los siguientes modelos que se expondrán aquí carecen de estudio mecánico exhaustivo y cálculos de diseño. Son bosquejos simples y que no cumplen con normas internacionales para dibujo de piezas mecánicas, ya que su objetivo es el de mostrar gráficamente los rasgos más relevantes de los modelos propuestos Para la selección del

diseño se tomará el criterio de Vílchez para poder facilitar de forma lógica y cuantitativa el modelo más óptimo y eficiente para el diseño del proyecto.

Las posibles soluciones o modelos propuestos son los siguientes:

4.3.1 Modelo n°1: Transporte aéreo o elevado con sistema de inyección (PS₁)

En este modelo, el método de transporte de la cesta sucede gracias a una cadena aérea que contiene unos ganchos en donde se sujeta la cesta de plástico, y como si de un teleférico se tratase, la cesta viajaría a través de la cámara de lavado, en donde será rociada con inyectores de agua.

En la siguiente imagen se puede observar una maquinaria de finalidad similar, que utiliza un sistema de transporte aéreo por cadena.



Figura 15. Carrusel de lavado de cestas.
Fuente: ASERAGRO (2015)

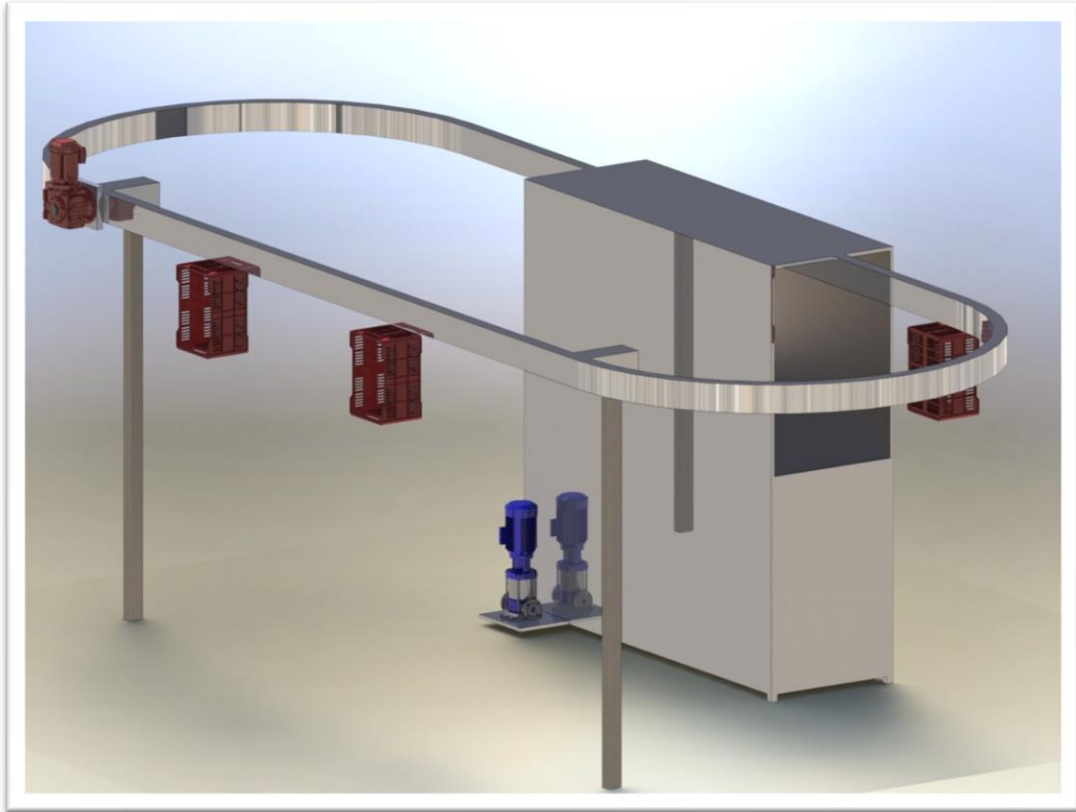


Figura 16. Bosquejo de la posible solución n°1
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.2 Modelo n°2: Lavado por inmersión (PS₂)

En este modelo de diseño temprano, se tiene por elemento central una batea o tanque que contiene un nivel fijo de agua por donde va a pasar la cesta y allí ocurriría el proceso de lavado. El agua del tanque estaría frecuentemente filtrándose por una retroalimentación para evitar la sobre carga de sólidos y suciedades.

El método de transporte más óptimo para este modelo, es el de una cadena con ganchos que arrastrara la cesta a través del tanque para que ocurra el lavado.

Esta clase de sistema es encontrado recurrentemente en la industria alimenticia, en donde el método suele ser eficaz para realizar el lavado de distintos tipos de frutas y tubérculos, siendo estos materiales a granel.



Figura17. Lavadora de frutas por principio de inmersión.
Fuente: Agrimaquinas.com (2023)

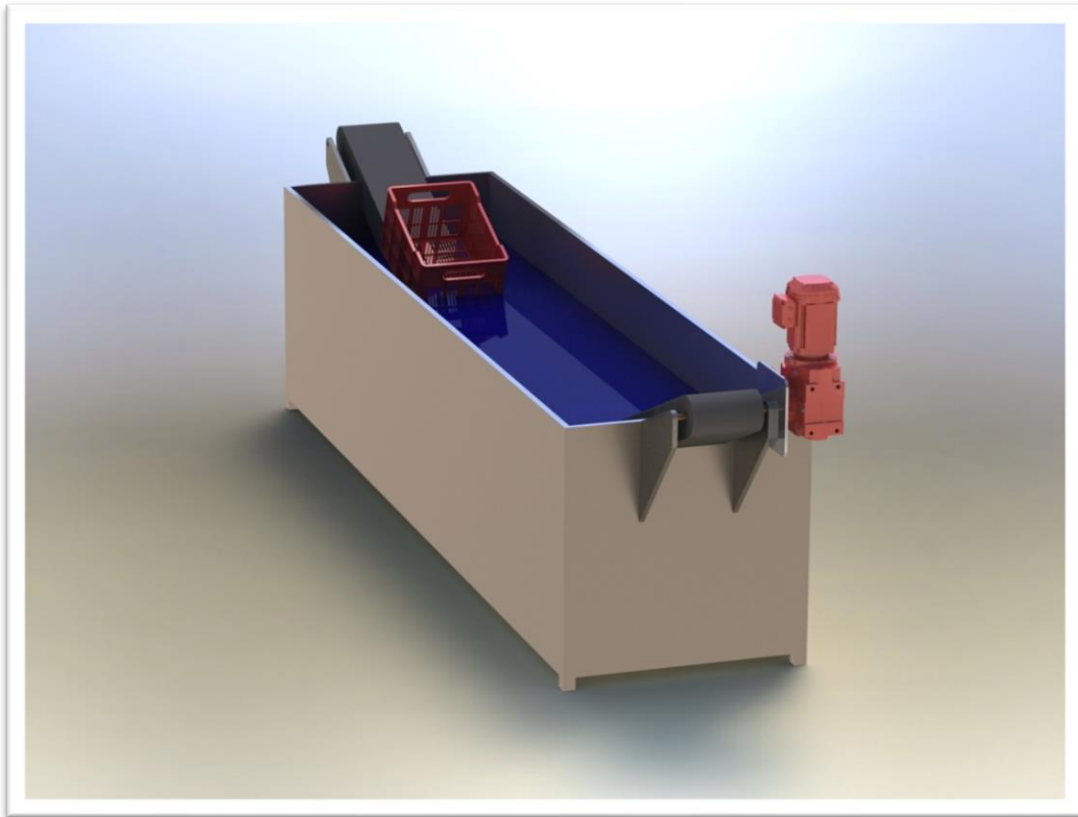


Figura 18. Bosquejo de la posible solución n°2
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.3 Modelo n°3: Cinta transportadora con sistema de inyección (PS₃)

El tercer modelo consta de una cadena transportadora de paletillas, la cual transporta la cesta mientras completa su ciclo, a través de la cámara de lavado.

Adentro de la cámara, la cesta es rociada con inyectores de agua para remover sólidos y líquidos, el agua recuperada del lavado, cae en un tanque y alimenta nuevamente luego de filtrarse el sistema de inyección.

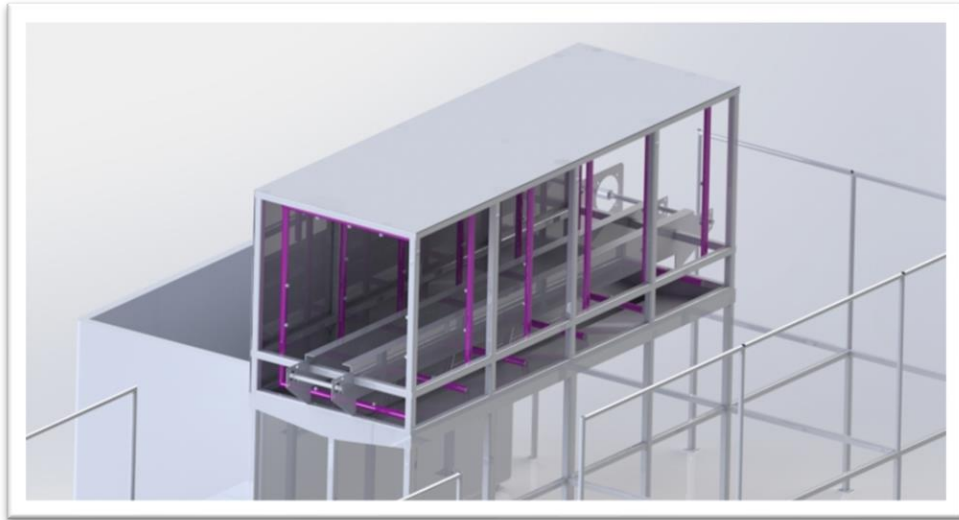


Figura 19. Bosquejo de la posible solución n°3
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.4 Modelo n°4: Cámara de lavado hermética, con eje rotatorio (PS₄)

En esta propuesta de modelo esta como eje central del diseño una cámara de lavado cerrada, que muy similar a una pequeña cava, contaría de una puerta que el operador abre y deposita varias cestas y luego de cerrarla, comenzaría el proceso de lavado en donde estas, depositadas en bandejas giraran alrededor de un eje siendo a su vez rociadas por el sistema de aspersión.



Figura 20. Lavadora de contenedor.

Fuente: EquipNet (2024)

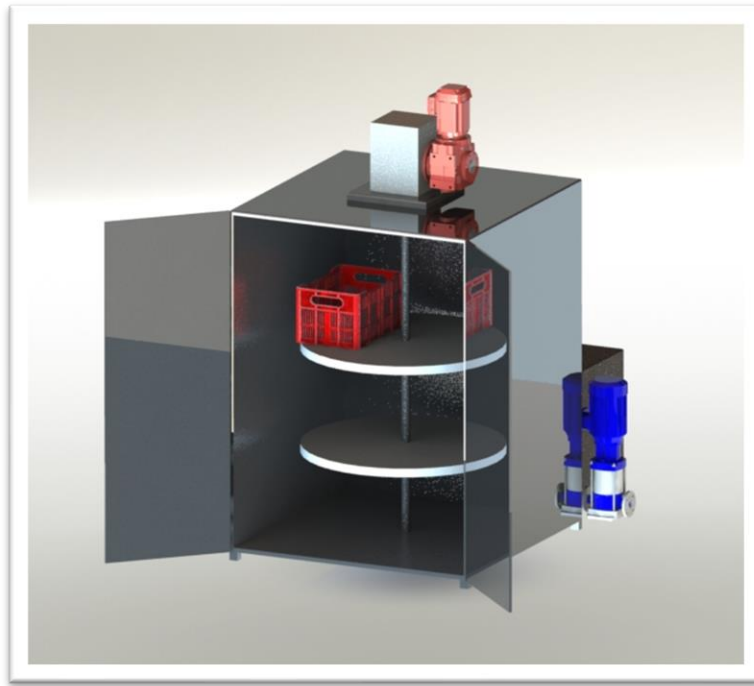


Figura 21. Bosquejo de la posible solución n°4
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.5 Proceso de selección de propuestas

Este sistema de selección, pretende otorgar a los distintos modelos previamente propuestos un valor cuantificable, que según una serie de normas preestablecidas se pueden medir de varias maneras y hace posible la clasificación de las propuestas, en donde se seleccionara de forma objetiva la opción con mejor ponderación. Se encuentra en su libro una acotación le da un objetivo a este proceso, donde Vílchez, N (2016) comenta:

La resolución de los problemas de diseño tiene como fin último la satisfacción de necesidades de un determinado grupo de individuos. Toda acción del diseñador gira alrededor de estas necesidades, con la intención de sus creaciones sean compatibles con el comportamiento de las personas afectadas (p. 45).

4.3.6 Aplicación de restricciones

En esta etapa del proceso de selección realizamos un cuadro o tabla de aplicación de las restricciones que deben considerarse en el diseño de la maquina

Las restricciones son:

- R_1 : Método de transporte para las cestas de plástico
- R_2 : Método de lavado activo o directo
- R_3 : Cámara cerrada

Cuadro 4. Restricciones

	PS_1	PS_2	PS_3	PS_4
R_1	Sí	Sí	Sí	Sí
R_2	Sí	No	Sí	Sí
R_3	Sí	No	Sí	Sí

Para efectos de la investigación, concluida la aplicación de las restricciones del diseño, se tomarán como soluciones la PS_1 , PS_3 y la PS_4 en donde:

- PS_1 pasa a ser S_1
- PS_3 pasa a ser S_2
- PS_4 pasa a ser S_3

4.3.7 Ponderación de criterios

Para poder realizar un orden de importancia en los criterios para la evaluación de la mejor solución, estos se definen de la siguiente manera en el proyecto:

- C1: Eficiencia del lavado
- C2: Recuperación del agua
- C3: Eficiencia del transporte de las cestas
- C4: Estética de la maquinaria
- C5: Versatilidad del equipo

Cuadro 5. Importancia de criterios

Criterios		Importancia	PC
Eficiencia del lavado	C1	1ero	5
Recuperación del agua	C2	3ro	3
Eficiencia del transporte de las cestas	C3	2do	4
Estética de la maquinaria	C4	5to	1
Versatilidad del equipo	C5	4to	2

Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.8 Ponderación de soluciones según cada criterio propuesto

En este paso del estudio se procede a estimar la relación existente entre cada criterio y el valor obtenido con cada posible solución, también se realiza la comparación de cual modelo puede ser el más óptimo para el desarrollo del proyecto, y se enfatiza en obtener datos cuantitativos de las respuestas, en este caso a modo de ponderación directamente.

Cuadro 6. Criterio 1, Eficiencia del lavado

C1	S1	S2	S3	N° de veces	Px1 = N
S1				1	P11 = 2
S2	S2			2	P21 = 3
S3	S1	S2		0	P31 = 1
	2do	1ero	3ero		

Fuente: Da Silva, J (2024)

Cuadro 7. Criterio 2, Recuperación del agua

C2	S1	S2	S3	N° de veces	Px2 = N
S1				0	P12 = 1
S2	S2			2	P22 = 3
S3	S3	S2		1	P32 = 2
	3ero	1ero	2do		

Fuente: Da Silva, J (2024)

Cuadro 8. Criterio 3, Eficiencia del transporte de las cestas

C3	S1	S2	S3	N° de veces	Px3 = N
S1				1	P13 = 2
S2	S2			2	P23 = 3
S3	S1	S2		0	P33 = 1
	2do	1ero	3ero		

Fuente: Da Silva, J (2024)

Cuadro 9. Criterio 4, Estética de la maquinaria

C4	S1	S2	S3	N° de veces	Px4 = N
S1				0	P14 = 1
S2	S2			1	P24 = 2
S3	S3	S3		2	P34 = 3
	3ro	2do	1ero		

Fuente: Da Silva, J (2024)

Cuadro 10. Criterio 5, Versatilidad del equipo

C5	S1	S2	S3	N° de veces	Px5 = N
S1				0	P15 = 1
S2	S2			2	P25 = 3
S3	S3	S2		1	P35 = 2
	3ero	1ero	2do		

Fuente: Da Silva, J (2024)

4.3.9 Ponderación total

En el cuadro de ponderación total, se utilizan todos los resultados que fueron obtenidos en los 5 cuadros de criterio, para definir de forma numérica cual solución es la más favorable según el estudio. Para efectos de este proyecto, la solución con mayor valoración es la n°2, el diseño de lavadora con cinta transportadora e inyección de agua a presión.

Cuadro 11. Ponderación total

	PCx	P1x	PCx * P1x	P2x	PCx * P2x	P3x	PCx * P3x
PC1	5	2	10	3	15	1	5
PC2	3	1	3	3	9	2	6
PC3	4	2	8	3	12	1	4
PC4	1	1	1	2	2	3	3
PC5	2	1	2	3	6	2	4
			24		44		22

Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4 Fase IV, Diseño de lavadora y esterilizadora de cestas de plástico seleccionada.

A esta altura de la investigación, los parámetros y requerimientos del proyecto ya fueron establecidos en las fases anteriores, por ende, esta fase se centra en la demostración matemática, modelación, y selección de los componentes de los distintos sistemas que forman parte del equipo.

En esta etapa se utilizan las distintas herramientas aprendidas y desarrolladas a lo largo de la carrera, centradas sobre todo en el área del diseño de partes mecánicas y dispositivos eléctricos que componen la lavadora, para así realizar la comprobación y simulación de lo establecido en esta fase

4.4.1 Diseño general

Para poder diseñar el equipo, es menester definir los sistemas que lo componen, para así poder realizar un estudio más centralizado y específico de cada uno, para ello se parte de lo idealizado y seleccionado en la tercera fase, que luego del proceso de ponderación, la opción más viable fue la n°2, el diseño de lavadora con cinta transportadora e inyección de agua a presión.

Para este diseño, los distintos sistemas se caracterizan por tener bien definidas sus funciones y componentes, siendo sencillo categorizar y separar los mismos unos de otros, por lo consiguiente se tiene de una maquina compuesta por múltiples elementos que en conjunto dan un resultado en concreto.

Los sistemas en los que se divide el equipo son los siguientes:

1. Estructura principal de la maquina
2. El sistema de transporte de las cestas
3. El sistema de aspersion de agua, incluyendo tanque y accesorios
4. Sistema eléctrico
5. Sistema de control

Esta lista se realiza por orden de prioridad para el dimensionamiento y elección de los distintos elementos de la máquina, funcionando como eje central del diseño el sistema de transporte, ya que luego de que se establece su diseño, se define las características del sistema aspersion y el diseño estructural que forma el esqueleto del equipo.

4.4.2 Diseño de la estructura principal

Este equipo cuenta con un esqueleto o armazón de donde estructuran los distintos sistemas que componen el equipo, teniendo como principal objetivo crear la cámara de lavado por donde va a ocurrir la esterilización de las cestas de plástico.

La estructura principal está diseñada con tubería rectangular de 40mm x 40mm de acero al carbono, su longitud es de 2,64 m, por donde va a sobresalir el sistema de transporte de cadena por los extremos para facilitar la inserción y salida de las cestas, y anchura de 0,94 m para soportar distribuir el sistema de aspersión.

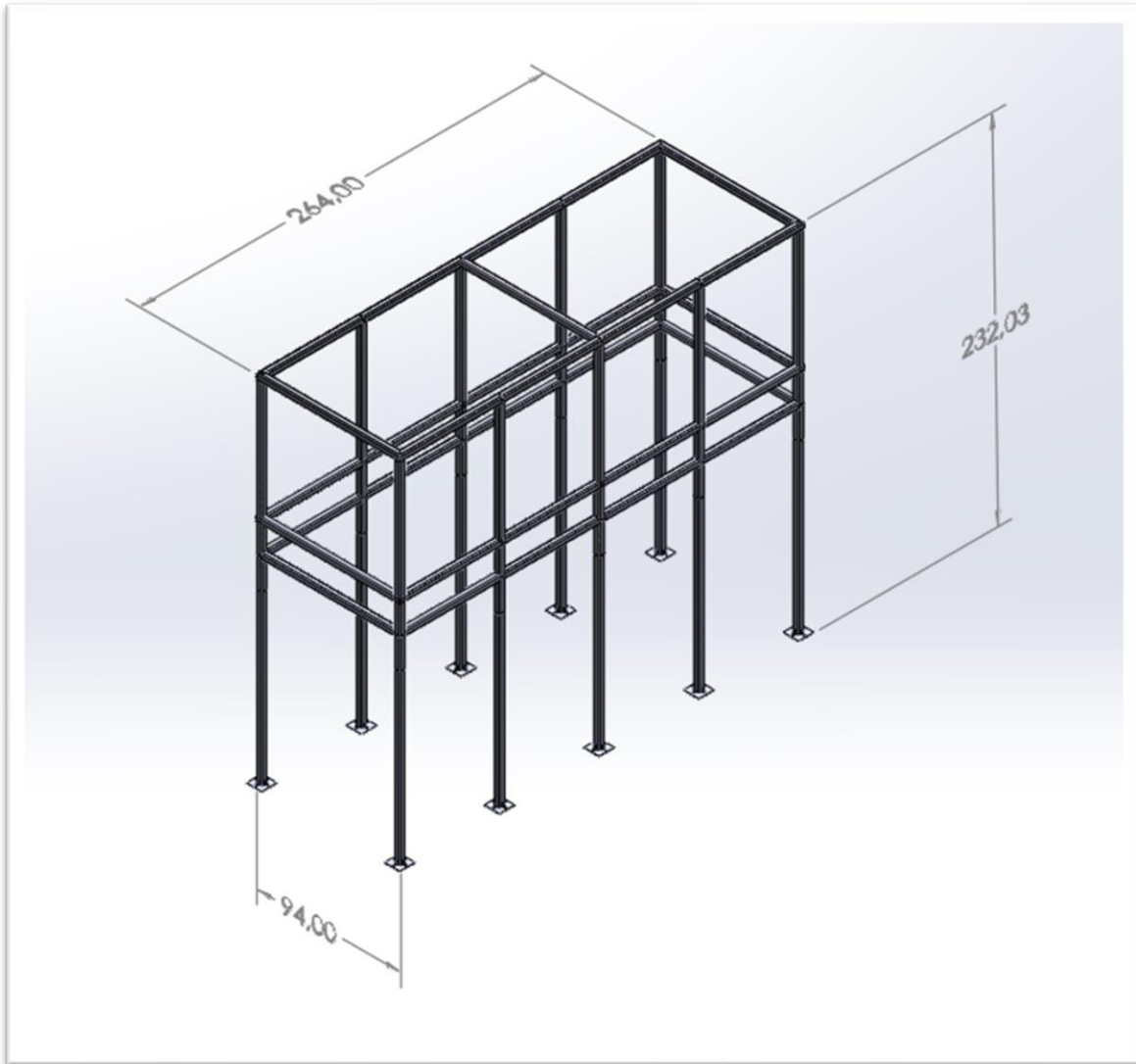


Figura 22. Armazón principal de la lavadora (Medidas en cm)
Fuente: Da Silva, J (2024)

m

El sistema de aspersión presenta ciertos límites para el diseño global del equipo, más específicamente con el sistema de bombeo y retroalimentación del tanque, ya que para evitar un sistema más complicado o en otro caso, una bomba adicional, el llenado de tanque del agua utilizada en el lavado sucede por efectos de la gravedad. Para que el sistema de gravedad funcione el diseño del equipo se elevó 70 cm desde su estructura base inicial, y se propuso una plataforma

o andamio (*Grating*), que aparte de solucionar el problema de la retroalimentación ofrece algunas ventajas extra al equipo, como lo son el de darle robustez y estabilidad a toda la instalación y ofrecerle un suelo libre de fluidos resbaladizos a los operadores, este último motivo es una de las principales razones de muchas instalaciones tipo andamio en la industria.

Para que el proceso ocurra de forma fluida, el diseño del andamio fue ampliado en unos de sus extremos para poder dotar al sistema de un espacio logístico de acumulación y organización de las cestas

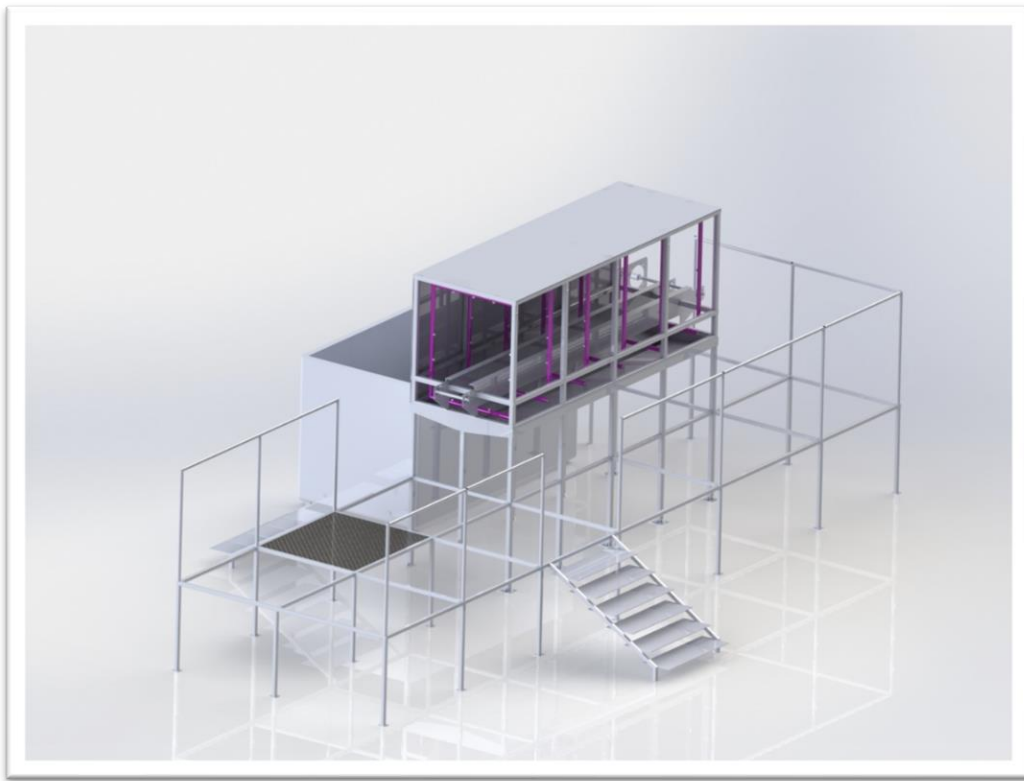


Figura 23. Armazón del andamio del equipo
Fuente: Da Silva, J (2024).

4.4.3 Sistema de transporte

4.4.3.1 Diseño de la cadena transportadora

Procediendo a diseñar el sistema de transporte y entendiendo los requerimientos para parametrizar el equipo, se opta por establecer los criterios principales. El factor principal a tomar en cuenta será el material que se quiere transportar, en este caso cestas de plástico, y tomando en cuenta para el cálculo el tipo de cesta más grande con un peso de 2,7 kg, se supone también, unos

300 g aproximados de material residual de la pescadería, que estas pueden contener a la hora de ser ingresadas en la lavadora, en ese caso unos 3 Kg por cesta en el caso de mayor peso.

Para transportar la cesta de plástico se va a optar por utilizar una cadena de tabletillas (*Tabletop chain*), de la marca *REXNORD*. En sus catálogos se encuentra el modelo 815, el cual está especializado para esta clase de trabajos, húmedos y de grado alimenticio, y en su disponibilidad de materiales, se encuentra la de algunos tipos de aceros inoxidable. Este material puede ser beneficioso para aumentar al ciclo de vida de los componentes y enfocar el diseño para un campo laboral alimentario.



Figura 24. Cadena de tabletilla modelo 815.
Fuente: REXNORD (2023)

Para la selección del material de la cadena, se elige el acero inoxidable ferrítico (SSC), el cual a diferencia de algunos pocos parámetros proporciona los mismos beneficios que el acero inoxidable austenítico (SSA), pero a un mejor costo. El objetivo de elegir un acero inoxidable como material de la cadena es el de aumentar su ciclo de vida, y evitar existencia de corrosión a largo plazo.

Available Materials

Prefix	Chain Material	Standard Pin Material	Temperature						Chain Strength		FDA Approval
			Fahrenheit			Celsius					
			min	max		min	max				
				dry	wet		dry	wet	lbs	N	
Standard Materials											
S	Carbon Steel	Carbon Steel	-40	350	NR	-40	177	NR	625	2,780	No
SSA	Stainless Steel Austenitic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes
SSC	Stainless Steel Ferritic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes
Non-Standard Materials											
SSB	Stainless Steel Low Magnetic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes

Figura 25. Materiales disponibles del modelo 815.
Fuente: REXNORD (2023).

Para diseñar la cadena, es necesario entender cómo se va a comportar lo que se desea transportar, en este caso una cesta que, para el escenario más complicado, se transporta de forma invertida. Para ello hacemos el siguiente diagrama:

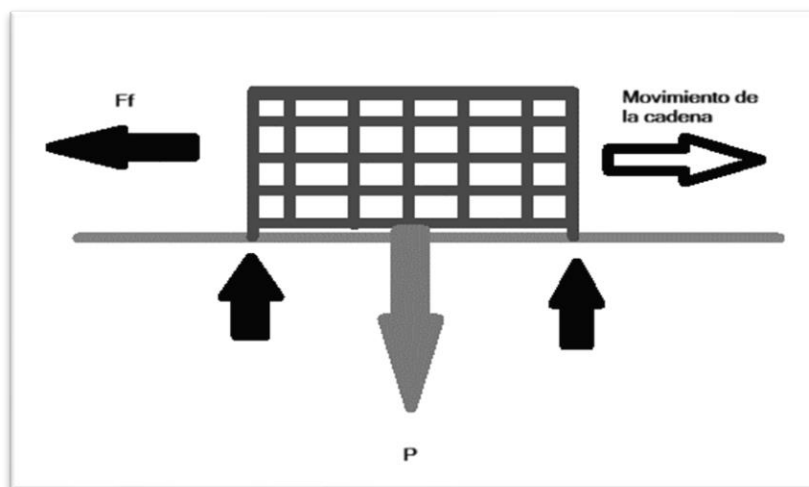


Figura 26. Diagrama de cuerpo libre de la cesta
Fuente: Da Silva, J (2023).

En el diagrama se visualiza lo que ocurre con la cesta en la cadena transportadora, si es puesta boca abajo va a tener dos áreas de contacto con la cadena que se calculan para verificar la fuerza de fricción entre el acero inoxidable y el polietileno de la cesta.

Previamente se selecciona el tamaño de la cadena de paletilla, para ello en el catálogo se nos especifican los modelos disponibles:

Chain Information

desc	Chain Width		Min. Side-flex Radius		Approximate Weight	
	in	mm	in	mm	lbs/ft	kg/m
2 1/4	2.25	57.2	-	-	1.43	2.13
2 5/8	2.63	66.7	-	-	1.60	2.38
3 1/4	3.25	82.6	-	-	1.84	2.74
4	4.00	101.6	-	-	2.14	3.19
4 1/2	4.50	114.3	-	-	2.34	3.49
6	6.00	152.4	-	-	2.94	4.38
7 1/2	7.50	190.5	-	-	3.54	5.27

Figura 27. Tamaños disponibles para el modelo 815.
Fuente: REXNORD (2023).

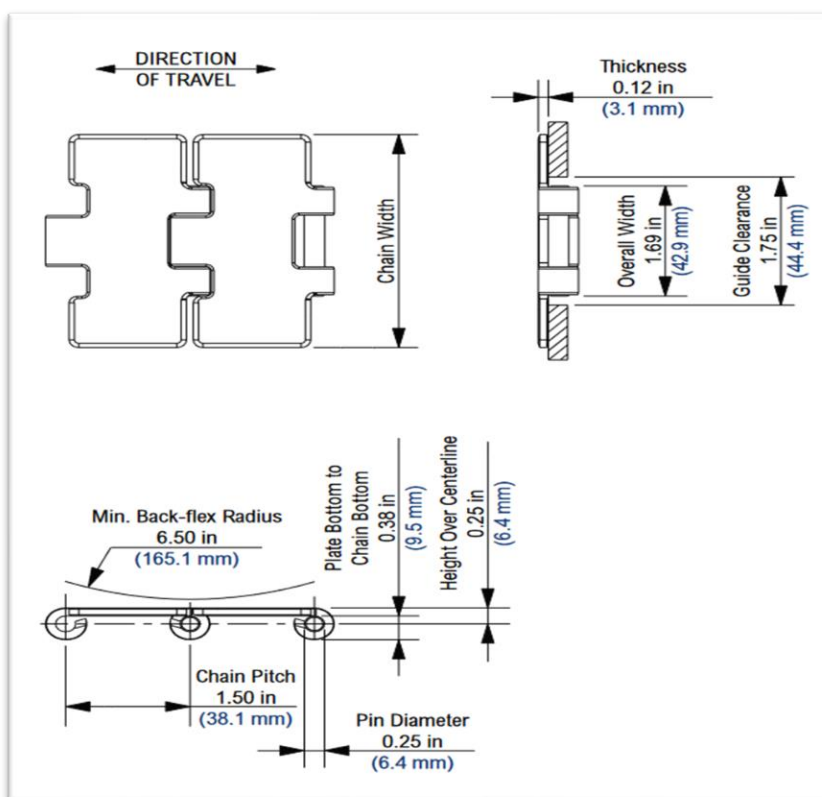


Figura 28. Dimensiones del modelo 815.
Fuente: REXNORD (2023).

La selección más viable es la que proporciona mayor área de contacto con la cesta, específicamente la de 190,5 mm, el borde de la cesta que recae en la cadena es de 40 cm, con ello se tienen dos áreas de contacto aproximada de 21 cm cada una. Para calcular el peso de la caja tenemos la siguiente expresión que simplifica la segunda ley de Newton:

$$F = m \cdot a \quad (3)$$

Que para efectos del cálculo del peso se tiene:

$$P = m \cdot g \quad (4)$$

Resolviendo:

$$P = 3 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$
$$P = 29,43 \text{ N}$$

El peso es dividido entre las dos áreas de contacto equitativamente, en ese caso se tiene que:

$$P_1 = P_2 = 14,71 \text{ N}$$

Para el cálculo de la fuerza de fricción, tenemos un coeficiente de fricción estático entre el acero inoxidable y el polietileno de alta densidad de 0.4 aproximadamente, ya que posee un rango de variación según las condiciones de trabajo y peso de los elementos.

Para ello se define la siguiente formula:

$$F_f = \mu_e \cdot N \quad (5)$$

Resolviendo:

$$F_f = 0.3 \cdot 14,71 \text{ N} = 4,41 \text{ N} \text{ En cada extremo de la cesta}$$

$$F_{f \text{ Total}} = 8,82 \text{ N}$$

Con la ecuación n° 3, se define el comportamiento de la cadena transportadora. Esta va a moverse a una velocidad constante durante el tiempo que esté operando, por consiguiente, la aceleración de la misma es nula, o solo va a existir de manera despreciable cuando se encienda o apague en cortos periodos, en donde es posible que el proceso experimente un deslizamiento. Con lo que tenemos que la fuerza es igual a 0.

Con ello podemos establecer que para que la caja deslice sobre la cadena tiene que existir una fuerza externa mayor a 8,82 N que se ejerza en dirección contraria al movimiento de la cadena y que por la misma condición de trabajo de la cadena, la inclinación o el material no van a producir un deslizamiento.

El diseño del resto del equipo evita que en todos sus sistemas se generen fuerzas que disminuyan o ralenticen el paso de la cesta por la cámara de lavado.

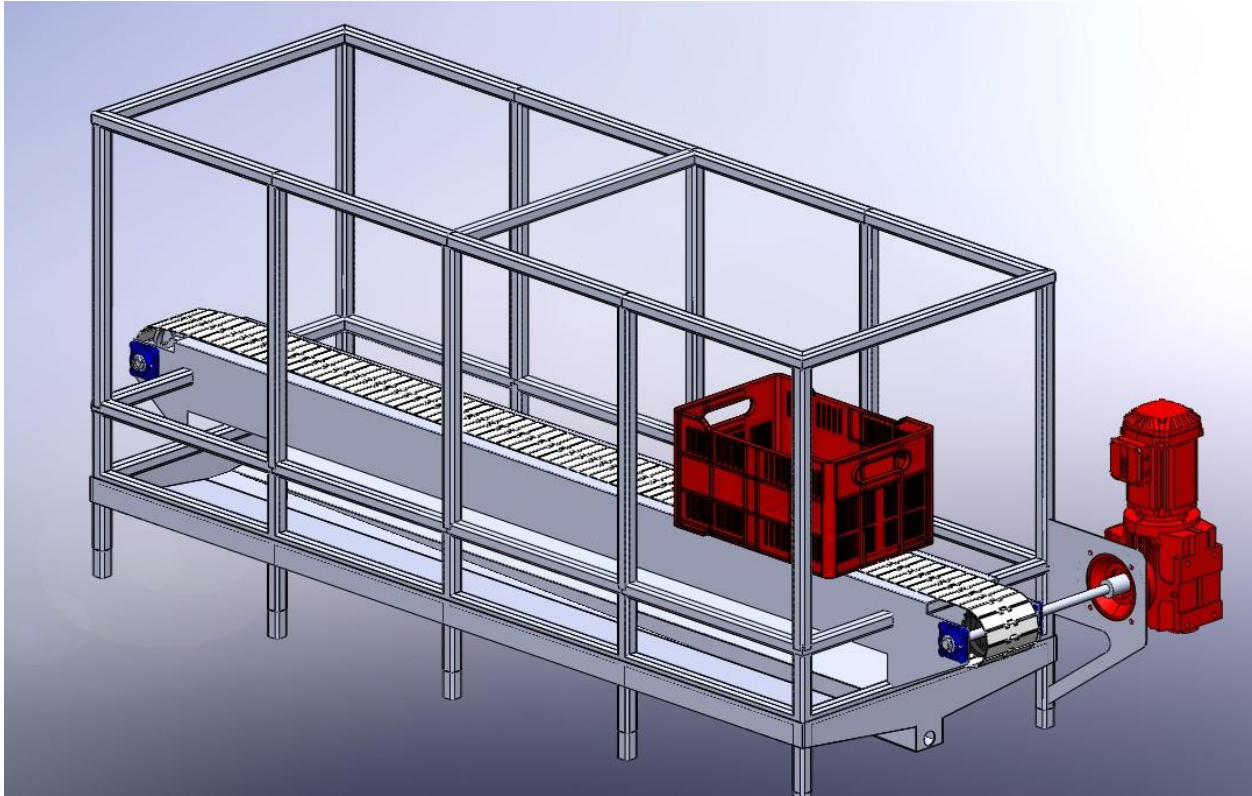


Figura 29. Diseño global del sistema transportador.

Fuente: Da Silva, J (2024)

Prosiguiendo con la modelación de la cadena, se propone que el trabajo que va a tener este equipo es bastante ligero, ya que en teoría debería funcionar máximo dos veces al día, según la jornada laboral y el nivel de acumulación de cestas que pueda existir en la zona de carga de la empresa. En día de producción alta, se suelen acumular hasta 20 cestas en la zona de la rampa, y ese pudiera ser el detonante para comenzar el proceso de lavado. En ese caso pudiéramos definir un flujo de lavado de 20 cestas por operación.

Se tendría lo siguiente:

2,7 kg por caja + aproximadamente 300 g de material orgánico residual

Peso aproximado por caja = 3 kg

Para transportar objetos, o cajas embalándose, tenemos:

La capacidad (Q):

$$Q = 60 * N1 * V \quad (6)$$

Donde:

- N1 = N° de artículos por unidad de longitud.
- V = la velocidad de la cadena en unidad de longitud por minuto.

Para la velocidad se selecciona 0.25 m/s, que le ofrece a la operación un movimiento adecuado para que ocurra el correcto lavado y a su vez exista el tiempo suficiente para lavar todas las cestas. Para llevarla a la ecuación se establece como 15 m/min, para el número de cestas incluidas en un metro sabemos que la longitud máxima de la cesta es de 0,6 m, lo cual da 1,66 cestas por metro de cadena, entonces se dice que:

$$Q = 60 * 1,66 \text{ cestas/m} * 15 \text{ m/min}$$

$$Q = 24,9 \text{ cestas por minuto o } 1494 \text{ cestas por hora}$$

Para la mayoría de las cadenas transportadoras que cargan con el peso del material sobre ella se establece la siguiente relación:

$$\text{Cadena transportadora de carga } (15 < P < 30) \text{ kg/m}$$

Para el caso de este diseño, vamos a tener un aproximado de 5 kg/m de carga sobre la cadena, muy poco en comparación a la relación de la mayoría de las cadenas que se encuentran en la industria. Seleccionamos el grupo “A” de cadenas, en donde el material es cargado directamente sobre la cadena o sus accesorios y la cadena se desliza sobre guías.

Las guías de la cadena forman parte del esqueleto de todo el sistema que soporta los rodillos y las catalinas de la cadena transportadora, ya que, a forma de pletina doblada desde el mismo esqueleto, le proporciona base, estabilidad, y guía a la cadena. Un punto importante de la guía es que el peso de la carga recae sobre ella y la cadena solo realiza el trabajo de arrastre, por ello, la tabletilla de la cadena y la guía están en constante rozamiento. Para lograr un correcto funcionamiento del sistema y a su vez, evitar un desgaste excesivo en ambas partes, se selecciona un listón de deslizamiento de *Ultraleno*, un polietileno de alto peso molecular muy utilizado en la industria del transporte y accesible en el mercado, este le ofrece a la cadena un deslizamiento suave y libre de posibles desgastes a largo plazo.



Figura 30. Modelo de guía de polietileno para cadena de plástico curva.
Fuente: HABASIT (2023)

El catálogo de Rexnord ofrece junto a la cadena, un conjunto de catalinas específicamente diseñada para cada modelo, para este proyecto se selecciona el modelo de catalina (*Sprocket*) “NS815” de 25 dientes, el cual está hecho de plástico altamente resistente y posee un cuerpo dividido en dos, que ofrece la oportunidad de desarmar la pieza sin tener que remover el eje, el cual es de 25mm de diámetro.

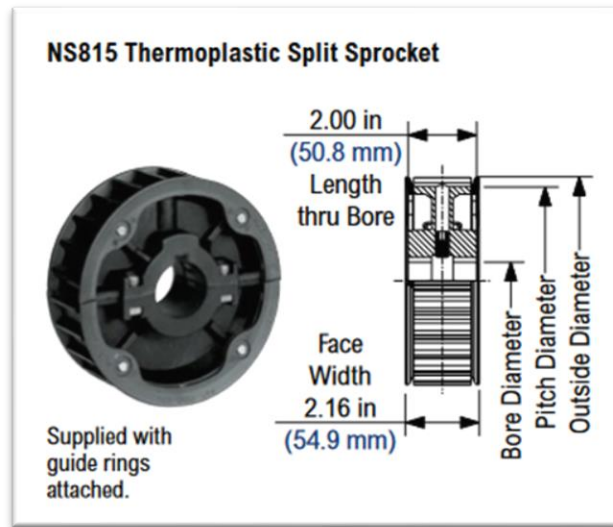


Figura 31. Modelo NS815 de catalina.
Fuente: REXNORD (2023)

NS815 Thermoplastic Split Sprocket Information

Number of Teeth		Pitch Diameter		Outside Diameter		Bore Diameter (Shaft-Ready)								Bore Diameter (Idler)				Approximate Weight	
						Round				Square				in		mm			
						in	mm	min	max	in	mm	min	max	in	mm	min	max		
21	10 1/2	5.089	129.26	5.12	130.0	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.01	0.46
23	11 1/2	5.560	141.22	5.59	142.0	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.19	0.54
25	12 1/2	6.032	153.21	6.07	154.2	1	2	25	50	-	-	-	-	1	2	25	50	1.39	0.63
27	13 1/2	6.504	165.20	6.56	166.6	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.76	0.80

Shaft-ready round bore sprockets are shipped with keyway and setscrew. Metric shaft-ready round bore sprockets are shipped with metric hardware but without setscrews. Idler bores are designed to spin freely on the shaft without keyway or setscrews.

Figura 32. Medidas disponibles del modelo NS815.
Fuente: REXNORD (2023)

La catalina posee en su construcción guías intercaladas entre dientes que tienen como finalidad centrar la cadena en su recorrido y evitar que se pueda salir de su sitio sin necesidad de accesorios adicionales, como podemos ver en la figura 33.

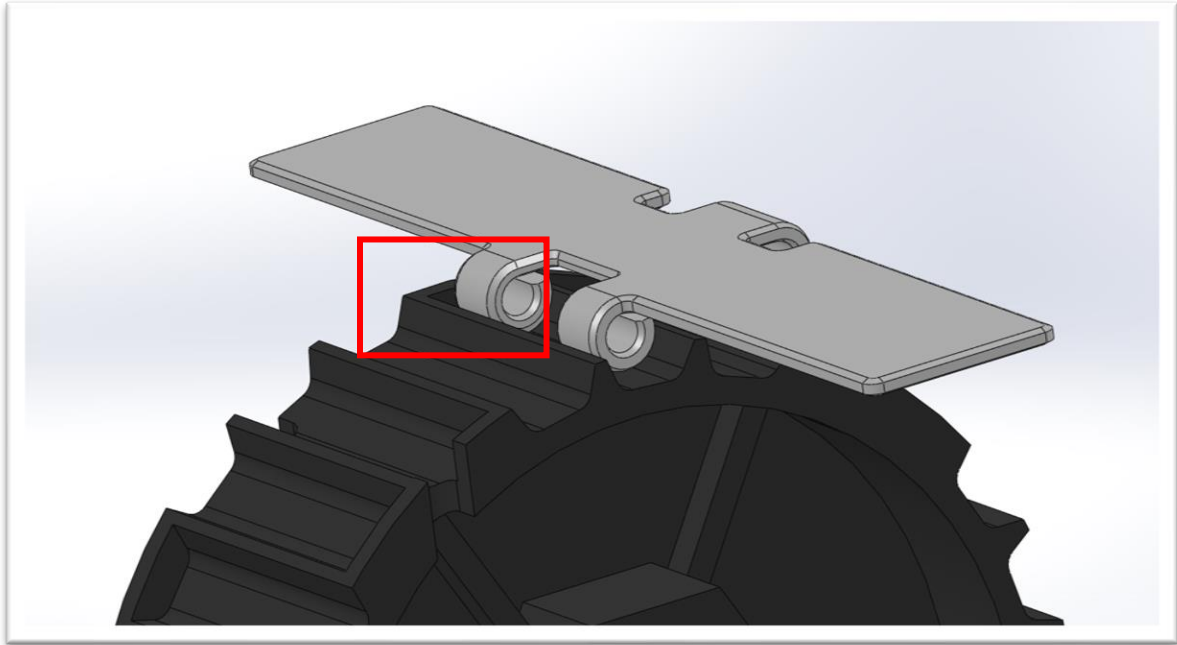


Figura 33. Guías del *sprocket* NS815 junto a una pieza de la cadena
Fuente: Da Silva, J (2024)

Siguiendo con el dimensionamiento del sistema de transporte, para el cálculo de la tracción en el sistema de la cadena, se establece la siguiente relación propia de los transportadores de cadena totalmente horizontales:

$$F = \mu_c \cdot d (2w + q) \quad (7)$$

Donde:

- d = distancia entre ejes de la cadena
- w = Peso de la cadena más los accesorios móviles por metro lineal [Kg por metro lineal]
- q = Peso del material transportado [kg por metro de cadena]
- $\mu_c = \mu_d$ = Coeficiente de fricción entre la cadena y la guía.

En este caso el μ_c es igual a μ_d en el material de la guía, que para materiales como poliamido o polietileno es de 0,15.

Para la distancia de la cadena, se establecerá un aproximado de 3 m de largo, ya que en esta distancia con la velocidad definida previamente (0,25 m/seg) se crea las condiciones para un lavado adecuado.

Se calculó la carga total del sistema:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{cajas}} + Q_{\text{cadena}} \quad (8)$$

Para la cadena se tiene por catálogo un peso de 5 Kg/m , entonces se calcula el peso total según su longitud, la cual es:

$$L_{\text{cadena}} = 2 \text{ Escribe aquí la ecuación.} L_{\text{lineal}} + 2 \text{ Escribe aquí la ecuación.} L_{\text{catalinas}} \quad (9)$$

$$L_{\text{cadena}} = 2 \text{ Escribe aquí la ecuación.} (3 \text{ m}) + 2 \text{ Escribe aquí la ecuación.} (\pi \cdot 0,153 \text{ m}) = 6,48 \text{ m}$$

Por el catálogo del modelo de cadena se conoce el paso, con eso se define el número de eslabones que tiene todo el conjunto:

$$n^{\circ} \text{ eslabones} = \frac{6,48 \text{ m}}{0,0381 \text{ m}} = 170,5 \text{ eslabones}$$

Se redondea la cifra a 171 eslabones, también se le añade a la cuenta un total de 10 eslabones más, ya que la misma según la guía de diseño de REXNORD no debe ir ajustada y esta cantidad adecua la cadena para poseer dicha elongación necesaria, también hace recomendación de los rangos de holgura que puede y debe tener.

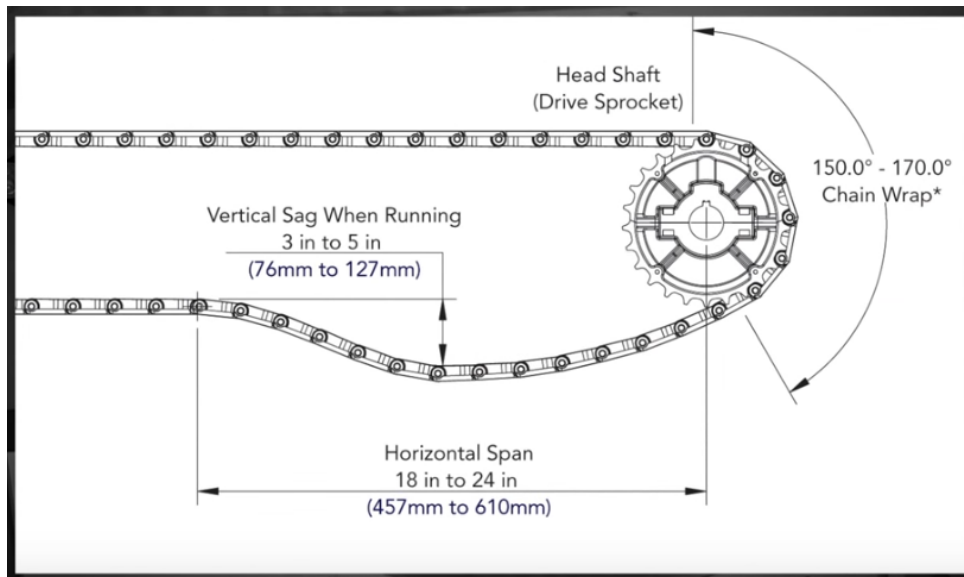


Figura 39. Sugerencia de holgura en la instalación.
Fuente: REXNORD (2023)

Siguiendo con el cálculo se tiene:

$$L_{\text{corregida}} = 181 \text{ eslabones} \cdot 0,0381 \text{ m} = 6,896 \text{ m}$$

Por consiguiente:

$$Q_{\text{cadena}} = 5,27 \text{ kg/m} \cdot 6,896 \text{ m} = 36,34 \text{ Kg}$$

También se determinó el peso de las cajas, sabiendo que en los 3 metros de cadena pueden llegar a estar 5 cajas:

$$Q_{\text{cajas}} = 5 \text{ Cajas} \cdot 3 \text{ Kg} = 15 \text{ Kg}$$

Entonces:

$$Q_{\text{total}} = 15 \text{ Kg} + 36,34 \text{ Kg} = 51,34 \text{ Kg}$$

Con este dato se obtuvo:

$$q = \frac{Q_{\text{total}}}{d} = \frac{51,36 \text{ Kg}}{3 \text{ m}} = 17,12 \text{ kg/m} = 167,89 \text{ N/m}$$

y

$$W = 0,008 \cdot 51,34 \text{ kg/m} = 0,41 \text{ kg/m} = 4,02 \text{ N/m}$$

$$F = 0,15 \cdot 3 \text{ m} [2(4,02 \text{ N/m}) + 167,89 \text{ N/m}]$$

$$F = 79,16 \text{ N}$$

Para calcular el trabajo a tracción de la cadena, se define la siguiente relación:

$$F_{\text{cor}} = F \cdot f_1 \cdot f_2 \quad (10)$$

Donde:

- f_1 = Coeficiente sobre tipo de trabajo y horas de uso del equipo (min 8h/día), de 2 a 10 arranques al día (1,8)
- f_2 = Coeficiente de relación de velocidad y n° de dientes (0,8)

$$F_{\text{cor}} = 79,16 \text{ N} \cdot (1,8) \cdot (0,8) = 113,99 \text{ N} = 114 \text{ N}$$

Ahora, se procede a determinar la carga por rotura de la cadena:

$$F_r = F_{\text{cor}} \cdot S \quad (11)$$

Donde S, es el factor de seguridad sugerido, que para el tipo de condición en la que la cadena trabaja, en este caso, sucio y un ambiente caliente, es de 10. Entonces:

$$F_r = 114 \text{ N} \cdot 10 = 1140 \text{ N} \text{ ó } 114 \text{ daN}$$

Para el dimensionamiento del equipo transportador, se definen las siguientes variables:

4.4.3.2 Potencia

Para determinar la potencia necesaria para poder accionar todo el sistema, se determinó de la siguiente manera la potencia que requiere entregar el motor-reductor al eje, suponiendo también un aumento del 10% para contrarrestar las pérdidas por los accesorios en la rueda dentada y los rodamientos.

$$P = 1,1 \cdot F \cdot \frac{v}{100} \text{ (kW)} \quad (12)$$

Agregando valores se tiene:

$$P = 114 \text{ daN} \cdot \frac{0,25 \text{ m/s}}{100} = 0,285 \text{ KW} = 0,38 \text{ HP}$$

4.4.3.3 Velocidad angular

Para determinar la velocidad angular utilizamos la velocidad lineal de la cadena y el paso diametral del *sprocket*:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (13)$$
$$\omega = \frac{0,25 \text{ m/s}}{0,153 \text{ m}} = 1,63 \text{ rad/s} = 15,6 \text{ rpm}$$

4.4.3.4 Selección del conjunto Motor-Reductor

Luego de establecer los cálculos anteriores de la cadena, se propuso seleccionar el conjunto motor-reductor, para ello se optó por la marca *SEW Eurodrive*, ya que tiene un amplio catálogo y ofrece confiabilidad en sus productos a nivel mundial. Para la operación de la cadena en este proyecto investigativo se utiliza una caja reductora de tornillo sin fin y corona porque son el tipo de cajas menos costosas y se adecuan al tipo de trabajo.

Con asistencia del software de SEW, se seleccionó el modelo SAF77DRN90L4/2W, un motorreductor de tornillo sin fin con un motor de 4 polos y una relación de transmisión muy cercana a lo requerido por la cadena, en este caso 16 rpm. También uno de los puntos importantes para elegir el modelo fue el de conseguir uno que no tuviese eje fijo instalado de fábrica y que tuviera conexión bridada para su instalación en el sistema de la cadena.



Figura 35. Modelo DRN de motorreductores SEW
Fuente: SEW eurodrive (2024)

Los datos del motorreductor son los siguientes:

Cuadro 12. Datos del motorreductor SEW

SAF77DRN90L4/2W		
Velocidad de salida	16 rpm	
Tipo de caja	Tornillo sin fin y corona	
Brida	B5 con eje hueco 25mm	
Motor	Velocidad	4 polos (1767 rpm)
	Potencia	1,5 kW
	Eficiencia	83,84 %
	Corriente nominal	6A

Fuente: Da Silva, J (2024)

La inadecuada instalación de los motorreductores suele ser el origen de innumerables problemas de operación de un sistema de transporte, como vibraciones y desalineamientos, por ello mientras más confiable sea la configuración del soporte a donde va anclado el motorreductor mejor. La elección del eje hueco sucede por motivos de facilidad de mantenimiento y por así se permite crear un eje justo a la medida del sistema.



Figura 36. Motorreductor siendo acoplado en un eje
Fuente: YouTube (2024)

Por lo general, en la instalación de estos equipos se le suele adicionar un brazo de torque, los cuales existen de muchos tipos de configuraciones, En la figura 37, vemos uno de tornillo. Estos equipos tienen como función evitarle un esfuerzo excesivo a la catalina y al eje al momento

de encender, donde el motor tiene que ejercer un mayor torque para romper con la inercia de todo el sistema. Para el caso de este proyecto no es necesario una instalación parecida ya que los esfuerzos son muy pequeños y el sistema no tiene riesgo de este tipo de daños.

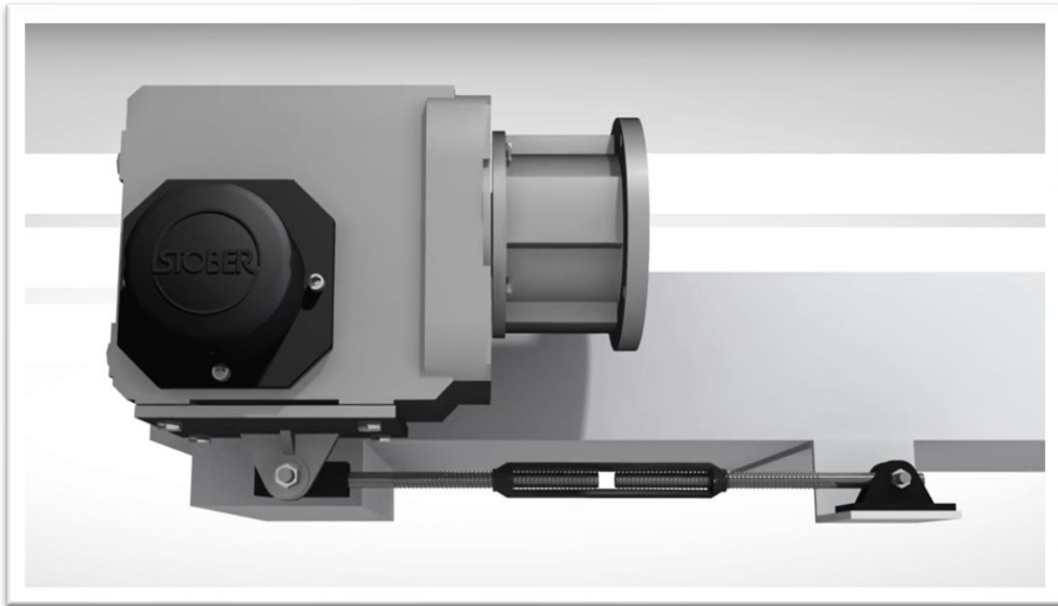


Figura 37. Brazo anti torque en motorreductor
Fuente: STOBER (2024)

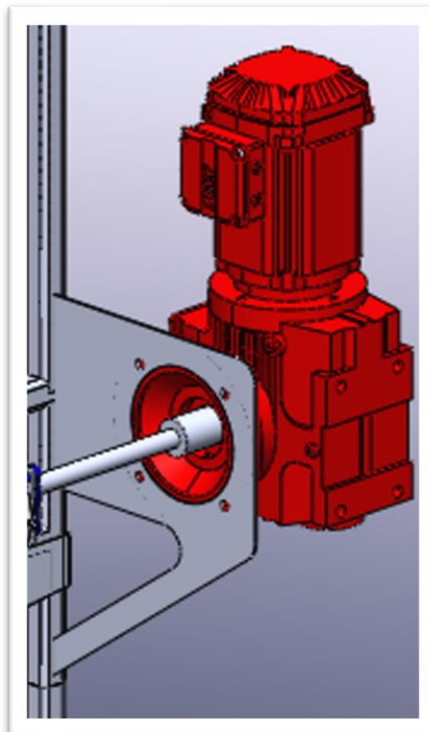


Figura 38. El motorreductor seleccionado en su soporte.
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4.3.5 Rodamientos

Para la selección de la chumacera y rodamiento para el sistema de la cadena se decantó por la empresa SKF, ampliamente presente en el mercado del país y cuyos rodamientos son altamente confiables. Se eligió un rodamiento de bolas ya que no habría cargas axiales en el sistema, y una chumacera bridada para una fácil instalación y desinstalación a la hora de hacer mantenimiento, tomando en cuenta el tamaño del eje de 25 mm presente tanto en la catalina como en el motorreductor.

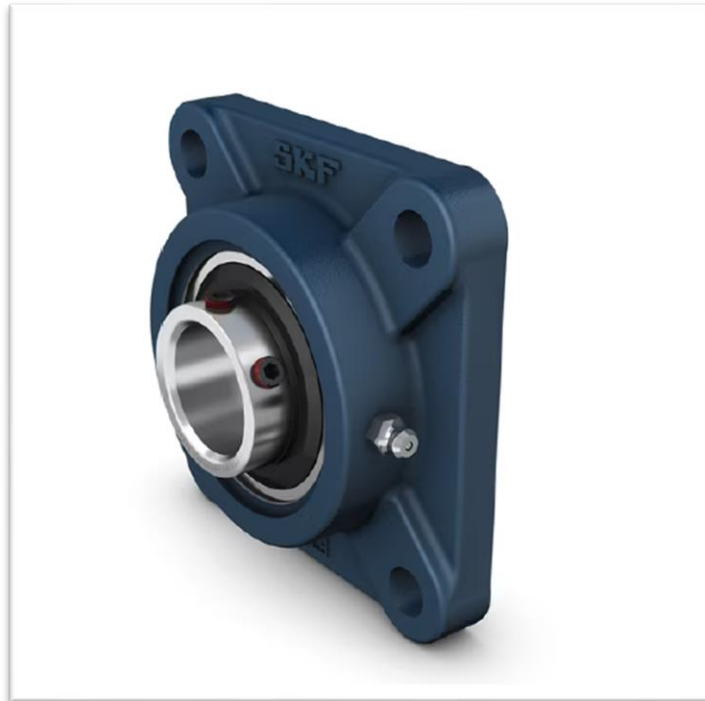


Figura 39. Modelo UCF 205 de SKF.
Fuente: SKF (2024).

El proyecto cuenta con 4 de estos elementos, ubicados en los extremos de la estructura de la cadena, tanto para la catalina conductora como la conducida.

4.4.3.6 Ejes

Para el eje, se opta por fabricarlos a la medida del sistema, en donde vamos a tener dos modelos distintos, uno para la catalina conducida y otro para la catalina conductora. El plano del eje se encuentra en la sección de anexos de este proyecto.

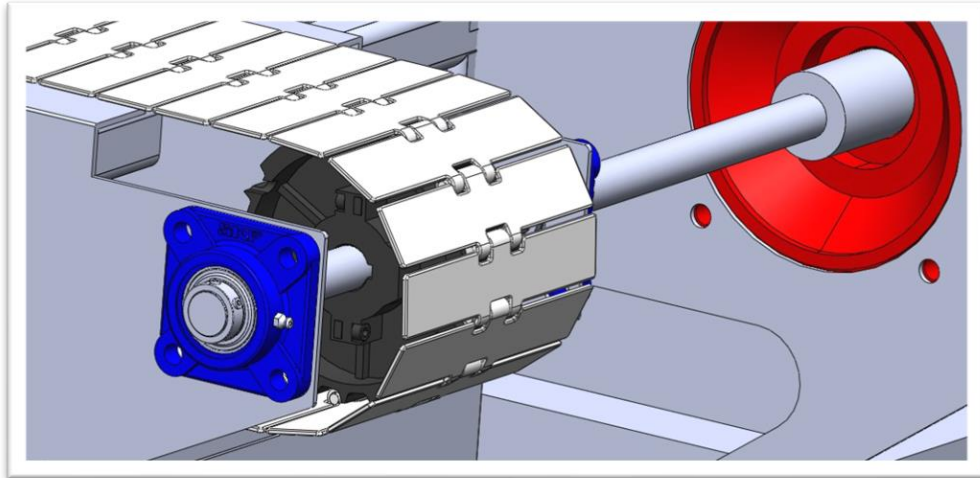


Figura 40. Detalles de los rodamientos y eje conductor
Fuente: Da Silva, J (2024)

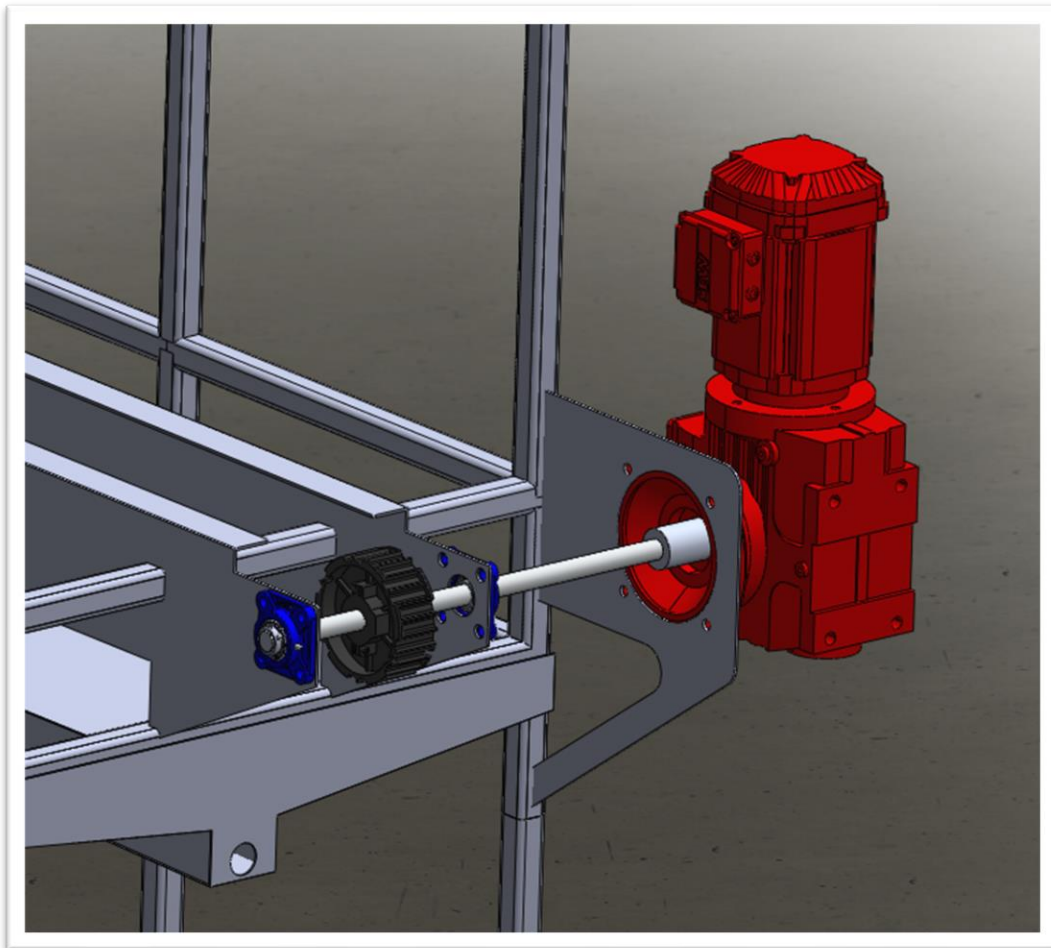


Figura 41. Sistema conductor sin cadena ni las láminas del armazón.
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4.4 Sistema de Aspersión

El sistema de aspersión de agua desempeña un papel crucial en el diseño global de la máquina, siendo fundamental para llevar a cabo de manera eficiente y efectiva el proceso de lavado. Este sistema contará con tres componentes esenciales que trabajan en conjunto para realizar la operación con éxito. Ellos son:

- **Sistema de tuberías y boquillas rociadoras:** Esta parte del sistema se encarga de distribuir el agua de manera uniforme sobre la superficie de la cesta. Consiste en una red de tuberías conectadas a boquillas rociadoras estratégicamente ubicadas para garantizar una cobertura completa y adecuada del área de lavado, ya que su ubicación es de suma importancia para retirar los sólidos de los lugares más esquivos de la estructura de la cesta.
- **Sistema de bombeo:** El corazón del sistema, que impulsa el agua a través de las tuberías y las boquillas rociadoras. Este sistema de bombeo debe ser capaz de generar la presión y el caudal necesarios para asegurar un rocío eficaz y constante durante todo el proceso de lavado.
- **Tanque del sistema:** Aquí se almacena el agua que será utilizada por el sistema de aspersión y recuperación luego de la operación de lavado. Este tanque tiene la capacidad adecuada para contener suficiente agua para todo el ciclo de lavado, además de contar con los dispositivos necesarios para el llenado y la evacuación del agua, así como para su eventual filtrado. También cuenta con un sistema de calentamiento del agua, compuesto por una resistencia y un dosificador de cloro para mantener el agua desinfectada.

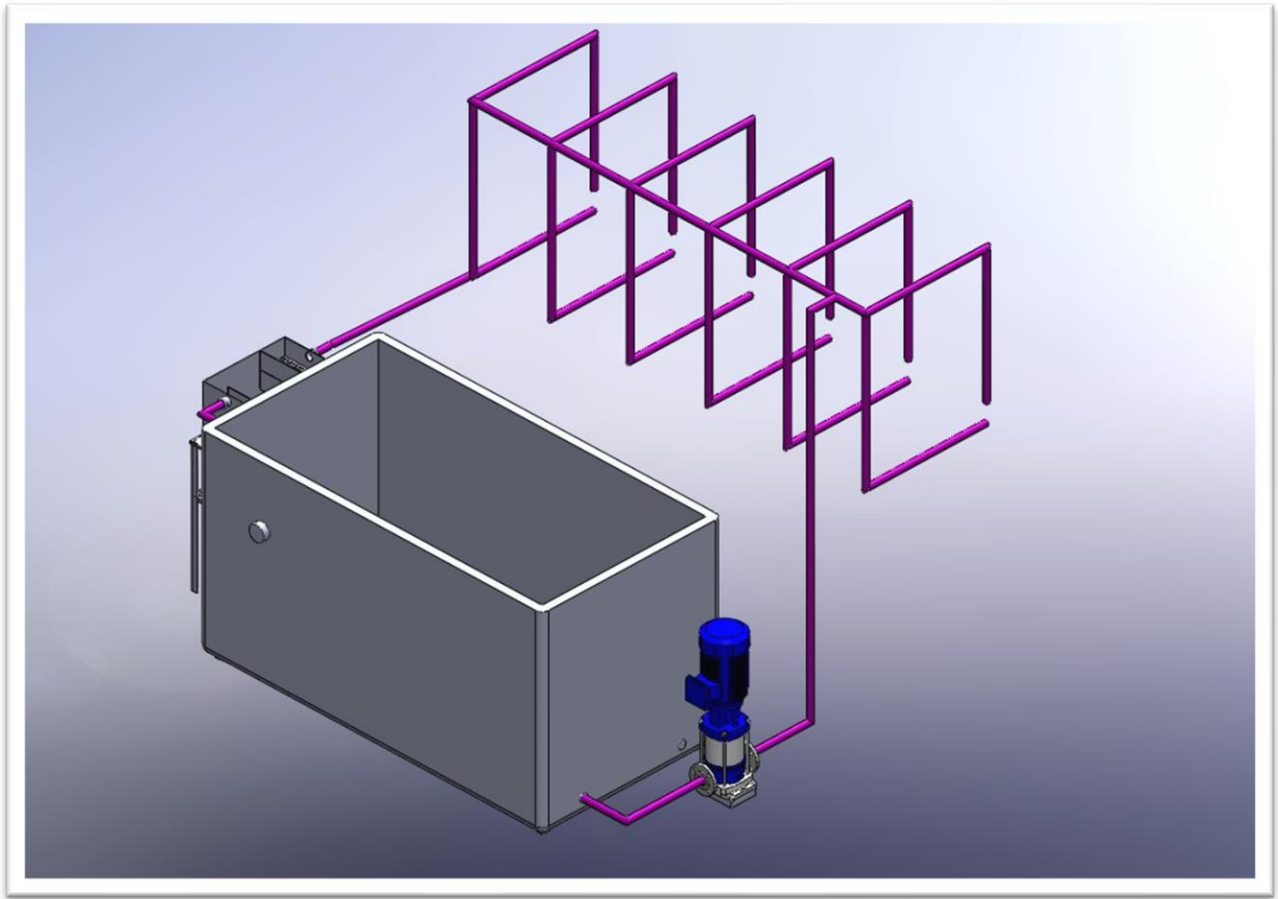


Figura 42. Sistema de aspersión, vista aislada de sus componentes
Fuente: Da Silva, J (2024)

Cada uno de estos componentes desempeña un papel crucial en el funcionamiento general del sistema de aspersión de agua, asegurando que el proceso de lavado se lleve a cabo de manera óptima y eficiente.

4.4.4.1 Aspersores

Para comenzar a diseñar el sistema de aspersión es necesario realizar la selección de las boquillas que este lleva, para poder definir los requerimientos tanto de la bomba como del tanque y la cantidad de agua que este va a manejar. La selección de la boquilla se realizó con la marca *LECHLER*, empresa alemana mundialmente conocida en el ámbito de rociadores industriales y para la agricultura, cuyo catalogo ofrece una gran variedad de modelos.

Los tipos de aspersores son seleccionados según el efecto que se quiere lograr, en particular el tipo de chorro o jet producido por la boquilla y el caudal que se desea manejar, el fabricante propone según esos datos un rango de presión adecuado de operación. Para el sistema se seleccionan dos tipos de aspersores, uno de cono completo y otro de abanico que están distribuidos

de forma tal que se pueda lograr un completo lavado y se puedan igualar las presiones para así evitar volcamiento de las cestas durante su estadía en la cámara de lavado.

Previo a la selección de las boquillas, se define la presión ideal de trabajo del sistema de rociado, que para efectos de este trabajo se establece un punto de operación en 5 bar. La selección de esta presión se realiza mediante la comparación de distintos sistemas de lavado y aspersión, por ejemplo, se parte de la idea que los sistemas de riego suelen rondar los 3 bar, los cuales no son suficientes para realizar un lavado en la cesta que este proyecto tiene como objetivo, y los hidrojets caseros que se consiguen en el mercado pueden llegar hasta los 1200 PSI (Aproximadamente 82 Bar), presión muy alta e innecesaria para la remoción de sólidos y el lavado del sistema que aquí se desarrolla. También se tomó en cuenta algunos sistemas de lavado con finalidad similares existentes en el mercado, cuya presión de operación de lavado ronda en promedio los 5 bar. Con ese dato se seleccionaron las siguientes boquillas:

- **Aspersor cónico completo:** Con este aspersor se busca crear el lavado tanto de la parte inferior como superior de la cesta, ofrece una inyección en forma de cono sólido, lo que permite una mayor área de lavado y un mayor volumen de agua para realizarlo, también ofrece la capacidad de remover los sólidos excedentes en la cesta. Para ello se selecciona el modelo 490.644

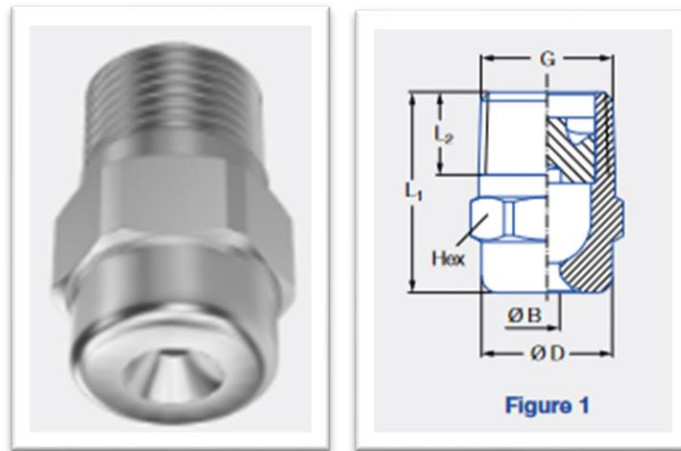


Figura 43. Modelo 490 y sus dimensiones
Fuente: Catalogo LECHLER (2024)

Spray angle	Ordering no.								Bore diameter B [mm]	Narrowest free cross sections Ø [mm]	V̇ water [l/min]							Spray diameter D [mm] (at p = 2 bar)		
	Type	Mat. no.		Code							p [bar]							H = 250 [mm]	H = 500 [mm]	
		1Y	30	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT	3/4 BSPP			1 BSPP	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0			10.0
		Stainless steel 316L	Brass																	
60°	490.404	●	●	CA					1.15	1.15	0.57	0.76	1.00	1.18	1.44	1.65	1.90	260	520	
	490.444	●		CA					1.25	1.25	0.72	0.95	1.25	1.47	1.80	2.06	2.38	260	520	
	490.484	●	●	CA					1.45	1.45	0.92	1.21	1.60	1.88	2.31	2.64	3.05	260	520	
	490.524	●	●	CA					1.60	1.60	1.15	1.52	2.00	2.35	2.89	3.30	3.81	270	530	
	490.564	●	●	CA					1.80	1.80	1.44	1.89	2.50	2.94	3.61	4.13	4.76	270	530	
	490.604	●	●	CA	CC	CE			2.05	2.05	1.81	2.30	3.15	3.70	4.51	5.20	6.00	270	540	
	490.644	●	●		CC	CE			2.30	2.30	2.30	3.03	4.00	4.70	5.77	6.60	7.61	270	540	

Figura 44. Tabla de flujo volumétrico y presiones del modelo 490
Fuente: Catalogo LECHLER (2024)

Datos de la boquilla seleccionada:

- Modelo: 490.644
 - Material: Acero inoxidable
 - Conexión: 1/4 BSPT
 - Caudal a 5 bar: 5.77 l/min
 - Arco de 60° para el cono
- **Aspersor de arco plano o abanico:** Este aspersor tiene como función estar ubicado en los laterales del sistema de riego para lograr un barrido de lavado uniforme en la cesta, para eso se selecciona el modelo 632



Figura 45. Aspersor de abanico modelo 632 y sus dimensiones
Fuente: Catalogo LECHLER (2024)

Spray angle	Ordering no.										Equivalent bore diameter A [mm]	Narrowest free cross section Ø [mm]	V̇ water [l/min]						Spray width B [mm] (at p = 5 bar)	
	Type	Mat. no.				Code				p [bar]						H = 250 [mm]	H = 500 [mm]			
		16°	17°	30	5E					0.5			1.0	2.0	3.0			5.0	7.0	10.0
		Stainless steel 303/ Stainless steel 304	Stainless steel 316Ti/ Stainless steel 316L	Bronze	PVDF	1/8 BSPT	1/4 BSPT	3/8 BSPT	1/2 BSPT											
45°	632.303	●	●	●		CA	CC			0.70	0.50	0.16*	0.23*	0.32	0.39	0.51	0.60	0.72	170	330
	632.363	●	●	●	●	CA	CC			1.00	0.60	0.31*	0.44*	0.63	0.77	1.00	1.18	1.40	190	350
	632.403	●	●	●	●	CA	CC			1.20	0.90	0.50*	0.71	1.00	1.23	1.58	1.87	2.24	200	370
	632.483	●	●	●	●	CA	CC			1.50	1.10	0.80*	1.13	1.60	1.96	2.53	2.99	3.58	200	390
	632.563	●	●	●	●	CA	CC			2.00	1.40	1.25	1.77	2.50	3.06	3.95	4.68	5.59	210	410
	632.643	●	●	●	●	CA	CC			2.50	1.80	2.00	2.83	4.00	4.90	6.33	7.48	8.94	220	410
	632.673	●	●	●			CC	CE		2.70	2.00	2.37	3.36	4.75	5.82	7.51	8.89	10.62	220	420
	632.723	●	●	●			CC	CE		3.00	2.40	3.15	4.46	6.30	7.72	9.96	11.79	14.09	220	420
	632.763	●	●	●			CC	CE		3.50	2.60	4.00	5.66	8.00	9.80	12.65	14.97	17.89	220	420
	632.803	●	●	●			CC	CE	CG	4.00	3.00	5.00	7.07	10.00	12.25	15.81	18.71	22.36	220	420
	632.843	●	● ³	●			CC		CG	4.50	3.40	6.25	8.84	12.50	15.31	19.76	23.38	27.94	220	420
	632.883	●	●	●					CG	5.00	3.80	8.00	11.31	16.00	19.60	25.30	29.94	35.78	220	420
632.923	●	●	●					CG	5.50	4.20	10.00	14.14	20.00	24.49	31.62	37.41	44.72	220	430	
632.963	●	●	●					CG	6.00	4.40	12.50	17.68	25.00	30.62	39.53	46.77	55.90	220	430	
60°	632.304	●	●	●	●	CA	CC			0.70	0.40	0.16*	0.23*	0.32	0.39	0.51	0.60	0.72	260	480
	632.334	●	●	●	●	CA	CC			0.90	0.50	0.22*	0.32*	0.45	0.55	0.71	0.84	1.00	260	490
	632.364	●	●	●	●	CA	CC			1.00	0.60	0.31*	0.44*	0.63	0.77	1.00	1.18	1.40	260	500

Figura 46. Tabla de flujo volumétrico y presiones del modelo Fuente LECHLER (2024)

Datos de la boquilla seleccionada:

- Modelo: 632.364
- Material: Acero inoxidable
- Conexión: 1/4 BSPT
- Caudal a 5 bar: 1 l/min
- Arco de 60° para el abanico

4.4.4.2 Tuberías y distribución del sistema de aspersión

Para el sistema de aspersión se diseña una red de tuberías especialmente adaptadas para distribuir los puntos de riego y que se realice el correcto lavado de las cestas. Para ello este proyecto contará con seis (6) tubos en forma de U que estarán dispuestos de forma transversal a la dirección de la cadena transportadora.

Estas seis ramificaciones que van a contener los aspersores salen directamente de un manifold principal que es alimentado directamente por el sistema de bombeo.

Cada ramificación tiene la siguiente disposición:

- 4 boquillas de arco (Dos en cada lateral)
- 5 boquillas de cono completo (3 de ellas en la parte superior y 2 en la parte inferior)

Con lo que se establece se tiene un total de 54 aspersores en el sistema de rociado, de los cuales son 24 boquillas de arco y los 30 restantes de cono. De esta manera se puede definir cuanto será el caudal total que se inyectará al proceso de lavado, partiendo de una presión de trabajo ya establecida. Entonces se tiene:

$$Q_{\text{total}} = 30 \cdot (Q_{A. \text{ cono}}) + 24 \cdot (Q_{A. \text{ Arco}}) \quad (14)$$

$$Q_{\text{total}} = 30 \cdot (5.77 \text{ l/min})_{5 \text{ bar}} + 24 \cdot (1 \text{ l/min})_{5 \text{ bar}}$$

$$Q_{\text{total}} = 197.1 \text{ l/min} = 3.28 \text{ l/s} = 11.826 \text{ m}^3/\text{h}$$

Con esto se define el punto de trabajo requerido del sistema de aspersión, de este modo se establece el punto de operación de la bomba centrífuga que impulsa el sistema, teniendo en cuenta las pérdidas por tuberías y accesorios que se muestran más adelante. El punto de operación en cuestión es:

- 5 bar
- 12 m³/h

4.4.4.3 Tanque

4.4.4.3.1 Cálculo del $NPSH_{\text{disponible}}$

El NPSH o en sus siglas en inglés “*Net positive suction head*” (Altura neta de succión), es un parámetro que se calcula para el estudio de la cavitación en instalaciones de bombeo, el cual representa la cantidad total de presión del fluido que recibe la bomba en la succión. Todas las bombas tienen un NPSH de requerimiento definido por diseño como límite del funcionamiento sin cavitación, para ello a la hora de diseñar un sistema de bombeo es necesario proporcionarle a la bomba un NPSH mayor al requerimiento para evitar fallas y mal funcionamiento. Con esto se estableció la siguiente relación para definir el $NPSH_{\text{disponible}}$ que nos proporciona el equipo:

$$NPSH_{\text{disponible}} \geq NPSH_{\text{requerido}} + 0.5 \quad (15)$$

Para eso se calcula de la siguiente manera:

$$NPSH_{\text{disponible}} = H_p + H_z - H_f - H_{pv} \quad (16)$$

En donde:

- H_p : Presión del líquido
- H_z : Altura del nivel del líquido hasta el punto medio de succión de la bomba (También llamada altura geométrica)
- H_f : Pérdidas de presión por tubería
- H_{pv} : Presión de vapor del líquido

Para el cálculo de la presión del líquido, se obtuvo de tablas termodinámicas P-V, tanto la densidad como presión del agua a los 80°C de operación del sistema, con ello se define:

Temperatura °C	Densidad kg / m ³
67	979,34
68	978,78
69	978,21
70	977,63
71	977,05
72	976,47
73	975,88
74	975,28
75	974,68
76	974,08
77	973,46
78	972,85
79	972,23
80	971,60
81	970,97
82	970,33

Fig 47. Tabla de densidades del agua a presión ambiente.
Fuente: Universidad de Granada

$$H_p = \frac{\text{Presión del líquido}}{\text{Densidad (80°C)}} = \frac{10332,51 \text{ Kg/m}^2}{971,6 \text{ Kg/m}^3} = 10.63 \text{ m}$$

Para la altura geométrica:

$$H_z = \text{Nivel del tanque} - \text{Altura de la succión}$$

$$H_z: 1\text{m} - 0.05\text{m} = 0.95 \text{ m}$$

Para las pérdidas por tuberías se utilizó el software *EasySelect* de KSB, en donde se especifican los distintos accesorios en la sección de succión, en donde se seleccionó:

- Tubería de 1 m de largo de acero inoxidable de DN40
- Un filtro Strainer de cesta
- Una válvula check
- Una válvula mariposa

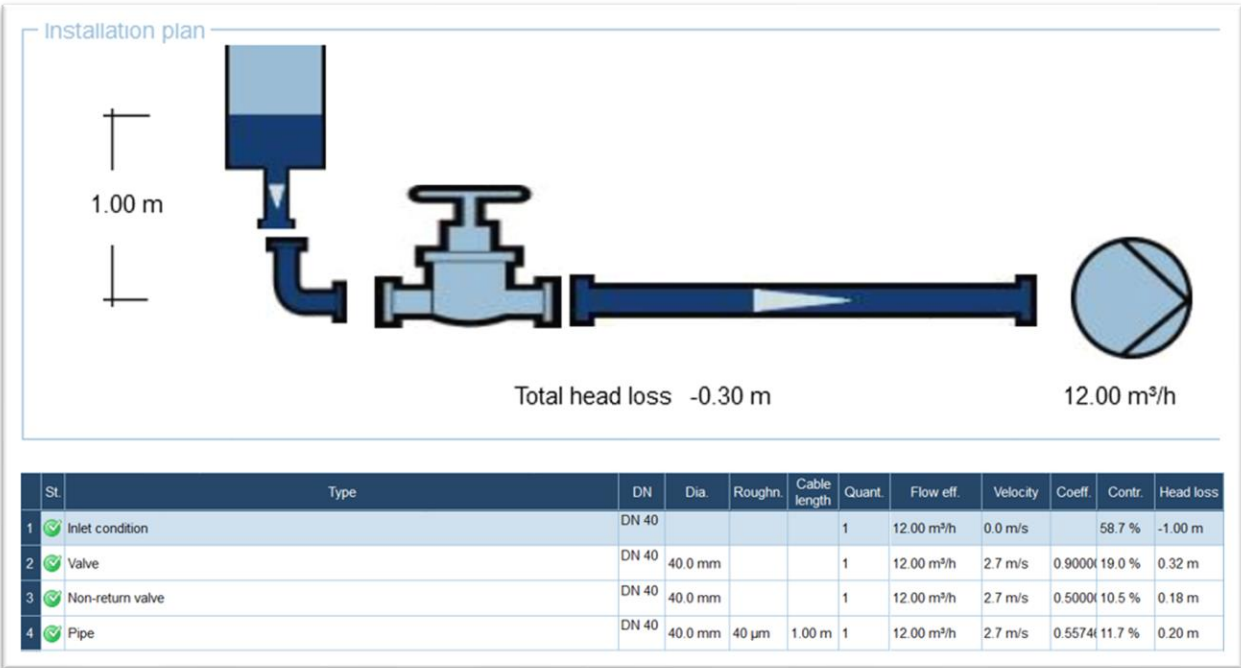


Figura 48. Cálculo de pérdidas en la succión
Fuente: EasySelect KSB (2024)

$$H_f (\text{Pérdidas por tuberías}) = 0.3 \text{ m}$$

Con la presión de vapor a 80°C del agua tenemos:

$$H_{pv} = \frac{\text{Presión de vapor del líquido}}{\text{Densidad (Temp.)}} = \frac{4829 \text{ Kg/m}^2}{971,6 \text{ Kg/m}^3} = 4,97 \text{ m}$$

Finalmente:

$$NPSH_{disponible} = 10,63\text{m} + 0,95\text{m} - 0,3\text{m} - 4,97\text{m} = 6,31 \text{ m}$$

Se cumple la relación, y la bomba en esas condiciones de trabajo no va a cavitarse:

$$6,31 \text{ m } (NPSH_d) \geq 2,5 (NPSH_{req} \text{ en catálogo}) + 0.5$$

4.4.4.4 Selección del sistema de bombeo

Para la bomba centrífuga se utilizó un catálogo de la marca KSB, mundialmente conocida por su gran rango de aplicaciones civiles e industriales y su facilidad de adquirir en el mercado nacional. Para ello se seleccionó una bomba multietapa, capaz de facilitar al sistema de la presión y caudal requerido para realizar el trabajo, también se tuvo en cuenta a la hora de elegir entre las distintas opciones un modelo que estuviera diseñado justo para sistemas de aspersión.

La bomba seleccionada es una Movitec de KSB, en el proceso de elección se hizo uso de un software de selección de la propia marca llamado *EasySelect*, el cual le proporciona al usuario de múltiples variables para poder obtener el modelo más eficiente y adecuado tanto para el tipo de fluido como para los requerimientos de la operación.


Movitec	
	<p>Rp 1 - 2</p> <p>DN 25 - 125</p> <p>Q [m³/h] ≤ 160</p> <p>H [m] ≤ 401</p> <p>p [bar] ≤ 40</p> <p>T [°C] ≥ -20 - ≤ +140</p> <p>n [rpm] ≤ 2900</p> <p>Datos de servicio a 50 Hz También disponible a 60 Hz</p>
	<p>Descripción Bomba centrífuga vertical de alta presión, multicelular, diseño monobloc y cuerpo segmentado, con bridas de aspiración e impulsión de idénticos diámetros nominales en disposición in-line. Con KSB SuPremE, un motor síncrono de reluctancia sin imanes (excepto: los tamaños de motor de 0,55 kW / 0,75 kW de 1500 rpm están equipados con imanes permanentes) con clase de eficiencia IE4/IE5 según IEC TS 60034-30-2:2016, para su uso con sistema de regulación de velocidad de los modelos PumpDrive 2 o PumpDrive 2 Eco de KSB sin sensores de posición del rotor. Los puntos de fijación del motor son conformes a EN 50347. Las dimensiones de la superficie envolvente son conformes a DIN V 42673 (07-2011). Disponible en versión ATEX.</p> <p>Aplicaciones Sistemas de riego por aspersión, de regadío, de lavado, de tratamiento de aguas, sistemas contra incendios y equipos de presión, recirculación de agua caliente y de refrigeración, sistemas de alimentación de calderas, etc.</p>

Fig 49. Ficha técnica del modelo MOVITEC.
Fuente: KSB (2024)

El modelo seleccionado es una bomba centrífuga multietapas, dicha cualidad proporciona a la bomba de varios impulsores o *impeller*, que se ubican en volutas continuas y funcionan como si fuesen bombas configuradas en serie, realizando en cada etapa una elevación en la presión sin aumentar considerablemente el caudal. Por lo general, este tipo de aplicaciones se encuentran en una escala mayor, una bomba seguida de otra en una misma línea de tubería, en la industria y en distintos tipos de instalaciones hidráulicas civiles, pero en caso de este tipo de bombas ocurre el mismo efecto en un solo equipo. Esa relación se puede explicar con la siguiente fórmula:

$$H_{combinada} = \sum_{i=1}^n H_i \quad (17)$$

Donde cada altura suministrada en cada etapa de la bomba forma una altura total en el fluido descargado a la tubería.

La configuración estructural de la bomba es vertical, para efectos de este proyecto es funcional por que ocupa poco espacio horizontal en la máquina, el cual es escaso en el diseño desarrollado, y se le considera una bomba “En línea” ya que la succión y la descarga aparte de ser del mismo diámetro se encuentran dispuestas de forma lineal, tal que la voluta y la base de la bomba sean parte de una línea de tubería.

El modelo MovitecV F010/05-B1D13ES112B6UW seleccionado para el sistema de aspersión tiene las siguientes características técnicas:

Cuadro 13. Características del modelo MovitecV 10B

MovitecV 10B	
Etapas	5
Diámetro de los impulsores	96 mm
Flujo del punto de operación	12,88 m ³ /h
Altura del punto de operación	57,44 m
Eficiencia en el punto de operación	66,3 %
Potencia absorbida	2,95 kW
Material	Acero inoxidable (Platos, impulsores y voluta)
Diámetro de succión	DN40 (1 y ½ pulg.)
Diámetro de descarga	DN40 (1 y ½ pulg.)
NPSH requerido	2,51 m
Motor	SIEMENS Frame: 112M 60 Hz – 3F 400 V – 7.2 A Potencia: 4 kW 2 polos – 3508 rpm

Fuente: Da Silva, J (2024)

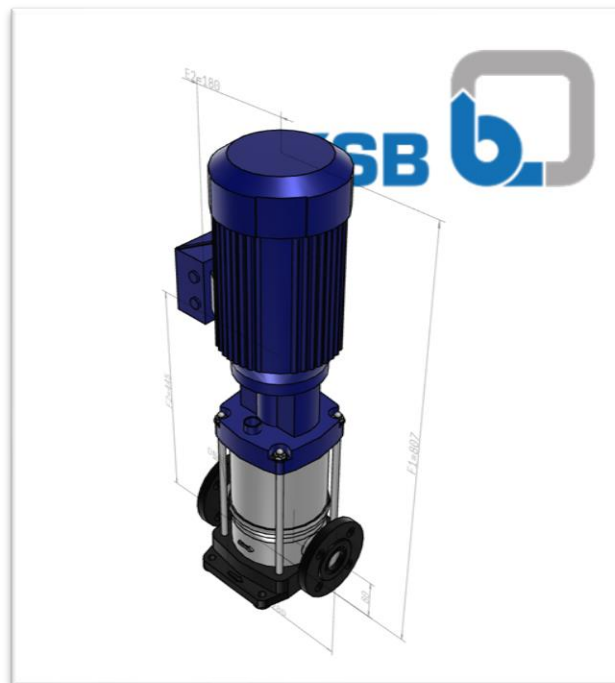
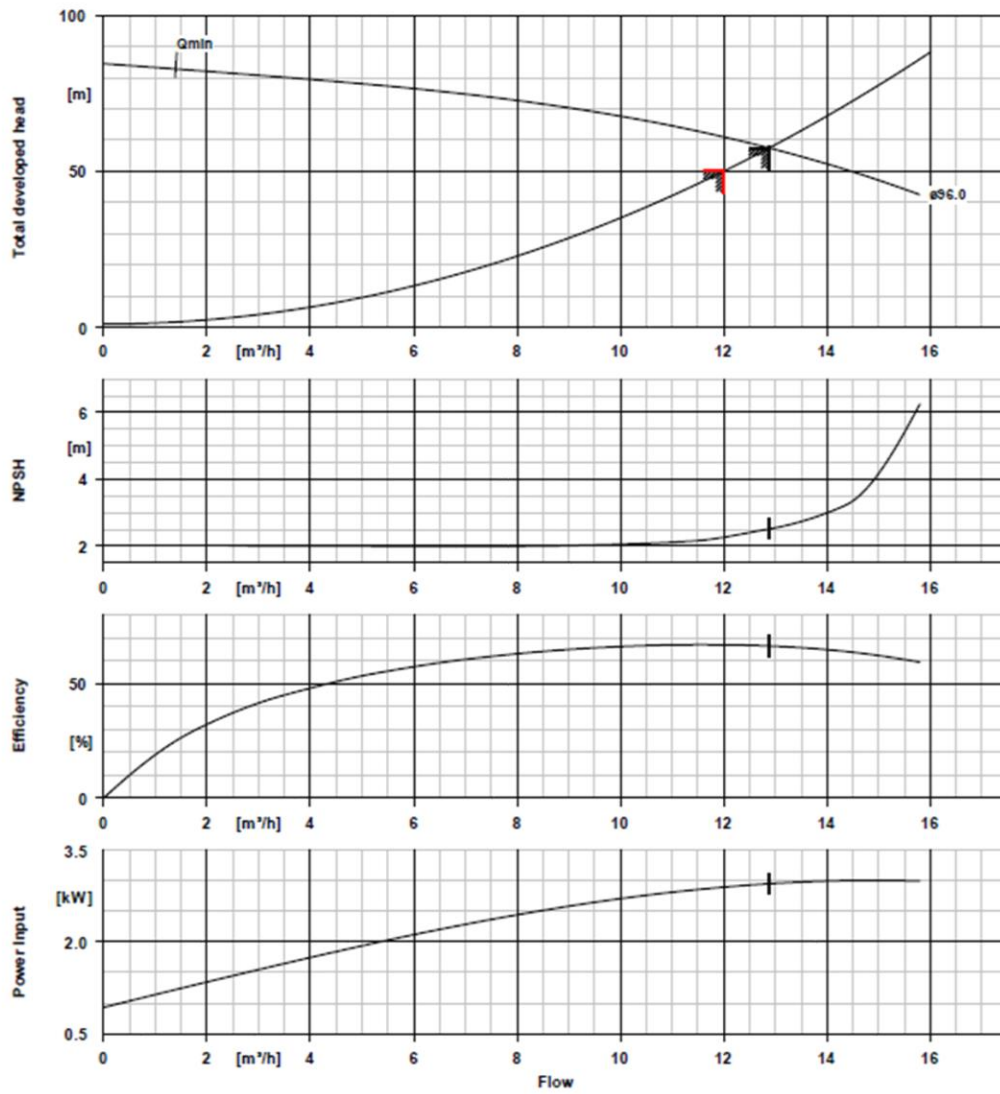


Figura 50. Modelo MOVITEC 10B.
Fuente: KSB (2024)

MovitecV F010/05-B1D13ES112B6UW
High pressure Inline Pump

Version no.:



Curve data

Speed of rotation	3510 rpm	Efficiency	66.3 %
Fluid density	972 kg/m^3	Power absorbed	2.95 kW
Viscosity	0.37 mm^2/s	NPSHR	2.51 m
Flow rate	12.88 m^3/h	Curve number	Mov10TNG3500/2
Requested flow rate	12.00 m^3/h	Effective impeller diameter	96.0 mm
Total developed head	57.44 m	Acceptance standard	Tolerances to ISO 9906
Requested developed head	50.00 m		Class 3B; below 10 kW
			acc. to paragraph 4.4.2

Figura 51. Curva característica del modelo MOVITEC seleccionado con su punto de operación.
Fuente: KSB (2024)

Tuberías y accesorios

La bomba seleccionada tiene un diámetro de succión y descarga de DN40 ó de 1 y ½ pulgada, por lo cual para el sistema de aspersión se eligió utilizar tuberías de este diámetro con conexiones bridadas, incluyendo codos y demás accesorios.

Este sistema cuenta, como se explicó anteriormente, con un manifold de donde salen 6 tubos independientes en forma de U, de donde se conectan mediante una reducción las boquillas aspersores seleccionadas. Mientras se hacia el proceso de selección para el sistema de tuberías con el cual contaría el equipo, la idea de realizar la distribución de las boquillas con manguera se posicionó como la idea principal, esto por abaratar los costos, pero la presión que maneja el equipo pondría en riesgo de falla las mangueras.

El sistema cuenta con la siguiente distribución de tubería y accesorios:

- 8.5 m de tubos, de acero inoxidable DN40 (1,5")
- 26 codos de 90°
- 2 válvulas check DN40 de bola
- 4 válvulas check DN40 de bascula oscilante
- 60 conexiones en "T" DN40 de acero inoxidable, para los aspersores y el manifold.
- 4 válvulas mariposa DN40.
- 4 válvulas de bola DN40.

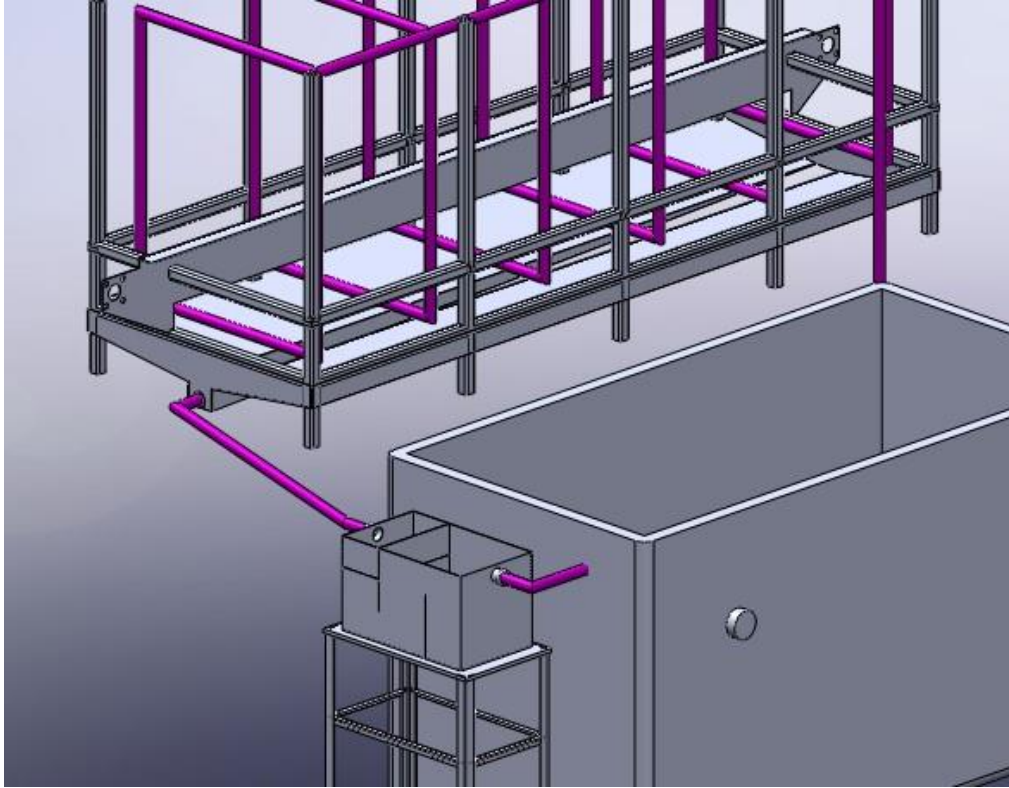


Figura 52. Detalles de la descarga hacia el trampa grasa.
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4.4.5 Bandeja

Debajo de la cámara de lavado se ubica una bandeja o batea que recibe toda el agua utilizada en el proceso y cuya función es la redirigir todo el flujo y llevarlo al trampa grasa, está hecha de tal manera que no contenga ángulos a 90° y el agua tenga que irse por el desagüe ubicado al final de su canal central inclinado.

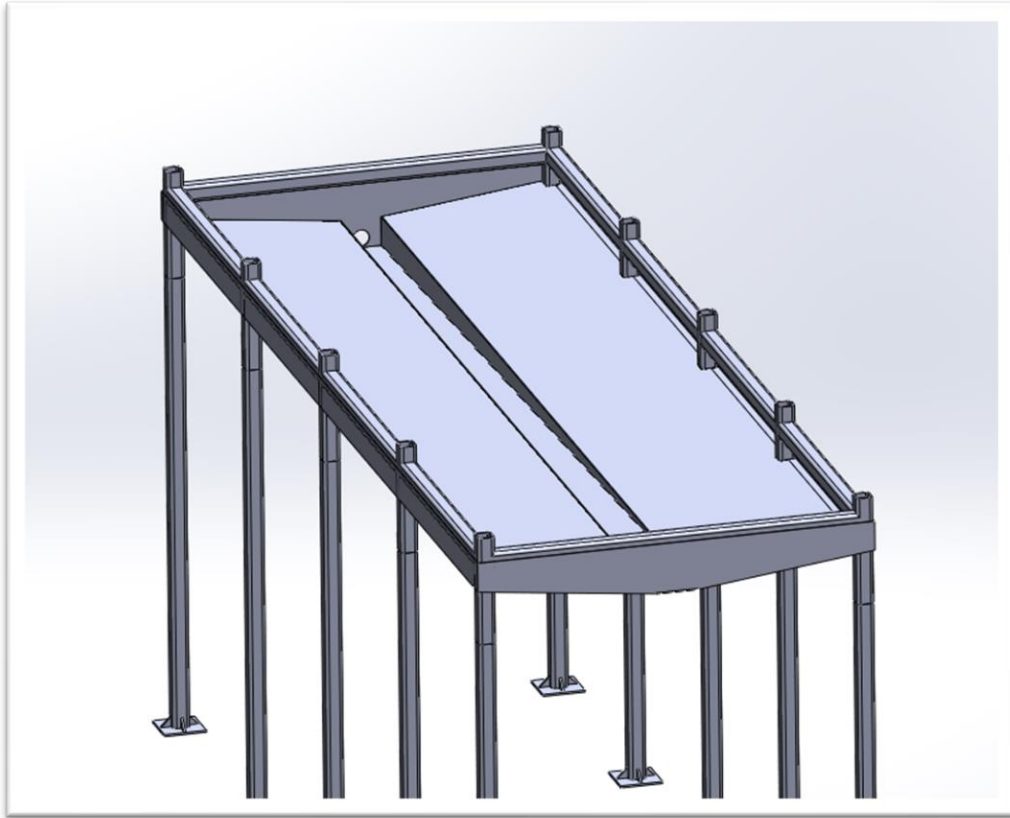


Figura 53. Detalles de la bandeja.
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4.4.6 Trampa grasa

La aplicación de este elemento es sumamente importante en el sistema de aspersión de la lavadora de cestas, por lo cual fue dispuesto justo a la salida de la batea en la tubería de realimentación del tanque.

El trampa grasa cuenta primero con una rejilla que funciona a modo de filtro o cedazo, que separa los sólidos más grandes que pudieran pasar a través del desagüe de la batea, luego cuenta con dos laminas dispuestas de manera transversal por donde va a pasar el flujo de agua residual del lavado, dejando atrás los aceites y grasas menos densos que el agua. También entre las dos laminas existe un espacio para que se decanten las partículas más pesadas y se depositen en el fondo.

La instalación del trampa grasa se da 10 cm más debajo del desagüe de la batea para que la gravedad influya en el flujo de agua y no exista estanqueidad. Se dispusieron de dos válvulas mariposa tanto a la entrada como a la salida del equipo, para que durante el proceso de mantenimiento pueda ser desmontada y limpiada por el operador. De igual manera se instaló un filtro strainer en Y en la descarga del trampa grasa para aumentar el ratio de filtrado del sistema.

En el mercado tanto nacional como internacional, se consiguen muchos modelos de trampa grasa, pero para efectos de este proyecto no es necesario obtener los modelos más sofisticados en sus configuraciones internas y costosos, ya que por la cantidad de aceites y grasas de la operación no lo amerita, y los precios suelen rondar entre 400 \$ a 3500 \$. Para ello se optó por diseñar uno acorde al sistema con la configuración descrita al principio.

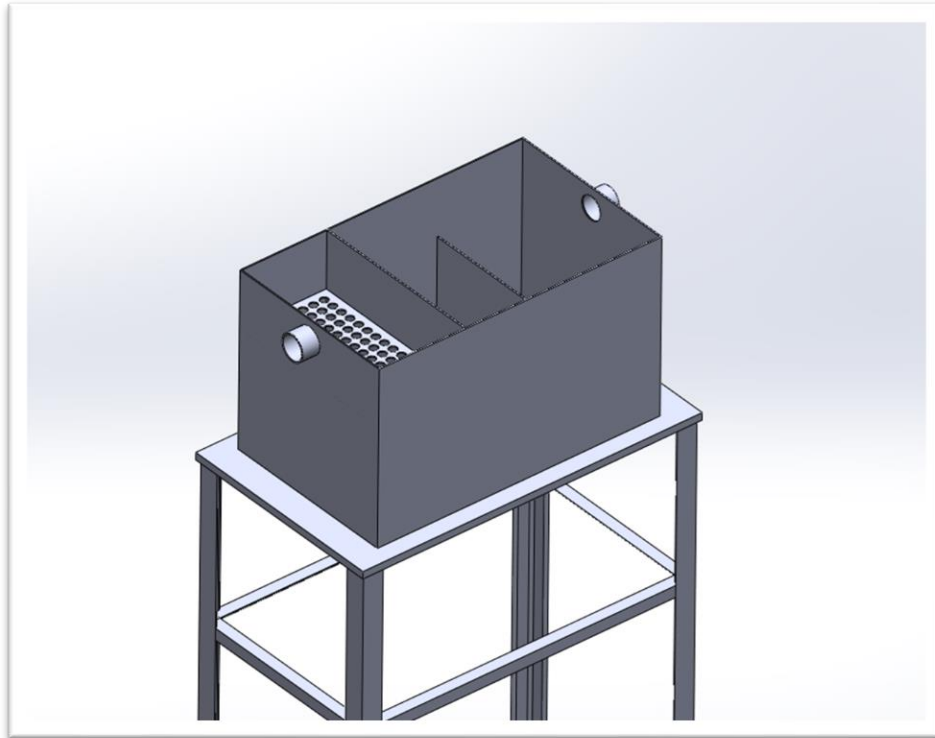


Figura 54. Trampa grasa sin tapa
Fuente: Da Silva, J (2024)

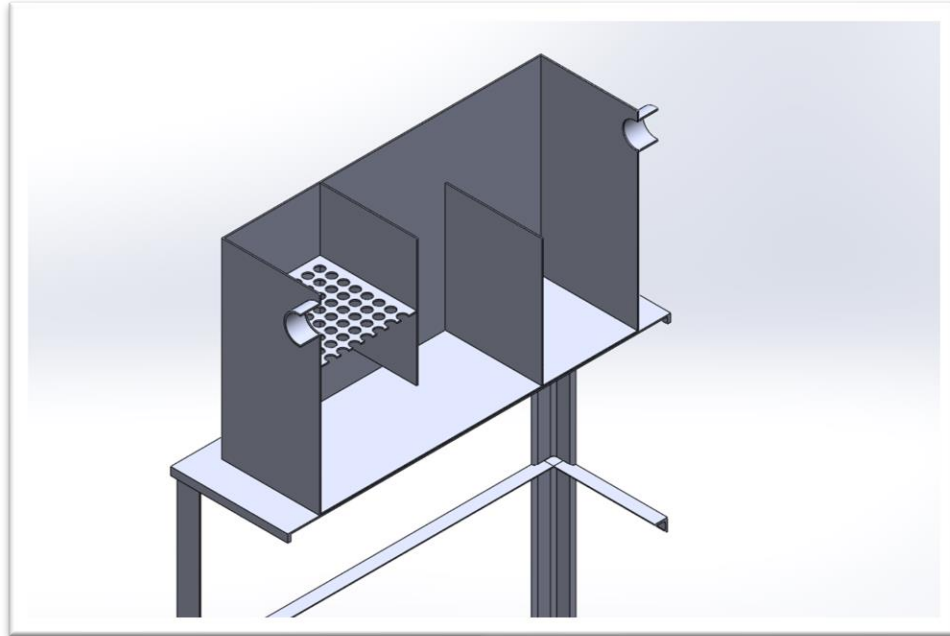


Figura 55. Sección transversal del Trampa grasa
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.4.4.7 Tanque

El equipo de lavado diseñado en este proyecto tiene como objetivo crear una circulación y rociado de agua para esterilizar, y entre los elementos que posee el subsistema de aspersion del equipo, el tanque es uno de los más importantes. Para el dimensionamiento y parametrización del tanque se tomó en cuenta el fluido que se quería manejar y el estado en que se necesitaba tener para el momento del bombeo, para ello se especificó los siguientes parámetros:

- El tanque debe poseer unas dimensiones tal que cumpla con el nivel necesario de agua para que el sistema de bombeo funcione correctamente.
- El agua debe estar libre de sólidos y aceites
- El agua debe estar clorada, mediante una dosificación constante de cloro.
- El agua debe estar en un rango entre 70°C y 80°C
- El tanque debe tener un aislante que disminuya el intercambio térmico del agua con el ambiente mediante convección.

4.4.4.7.1 Dimensiones y estructura del tanque

Para dimensionar el tanque se tomó como punto de partida un volumen de agua cerrado con el que todo el sistema va a trabajar, y teniendo como datos el flujo volumétrico que maneja

tanto el manifold de rociado como la bomba, se seleccionó un volumen total de 2000 L para el correcto funcionamiento del equipo

Por este motivo el tanque tendrá 2 m de largo por 1 m de ancho como base, y 1 m de altura, con tales dimensiones se dota a la máquina del volumen requerido. El mismo contará con una compuerta en la parte superior que sirve de entrada al operador para realizar trabajos de mantenimiento y limpieza.

El tanque contiene una entrada en la parte superior y una descarga en la parte inferior hacia la bomba como sistema de recirculación del agua. Aparte también tendrá una tubería carga de agua de la empresa y otra de desagüe para realizar el cambio del volumen cerrado. Entre los otros elementos a tomar en cuenta en el tanque está la de una apertura bridada para la instalación de la resistencia de inmersión y otra para el depósito dosificador de cloro.

4.4.4.8 Resistencia

Para poder seleccionar la resistencia correcta es necesario calcular la potencia necesaria para poder calentar el volumen de agua del sistema y para ello se define el Calor específico del agua, el cual establece que, en condiciones ambiente, un kilogramo de agua necesita 1 kilocaloría para que su temperatura aumente 1 °C, es decir, 1 kcal/°C·kg, lo que equivale a 4184 J/(K·kg) en el sistema internacional. En esta instalación se cuenta con 2000L de agua, y sabiendo que 1 L de agua pesa un kg, tenemos 2000 kg de agua en el sistema, que, por ende, necesitaría 2000 kcal para aumentar 1 °C a todo el volumen.

Primero, se sabe que:

$$Potencia (W) = \frac{Energia (J)}{Tiempo (S)} \quad (18)$$

También:

$$Energía(J) = masa (kg) \cdot C. específico (J/kg °C) \cdot \Delta T (°C) \quad (19)$$

En condiciones iniciales, el agua del tanque se va a encontrar a aproximadamente 25°C, con lo cual, es necesario calcular la cantidad de energía para llevar ese volumen a 80°C, teniendo así un diferencial de temperatura de 55°C.

Resolviendo:

$$Energía(J) = 2000 \text{ kg} \cdot 4186 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \cdot 55 \text{ } ^\circ\text{C} = 460.460.000 \text{ J}$$

Esa es la cantidad de energía total necesaria para elevar 55°C todo el volumen de agua del tanque, con eso se seleccionó la potencia de la resistencia, teniendo como objetivo un equilibrio entre el tiempo de calentamiento y la potencia necesaria. Si se disminuía el tiempo de calentado

aumentaba exponencialmente la potencia y viceversa, siendo poco eficiente para los gastos energéticos contemplados para el equipo.

$$Potencia (W) = \frac{460.460.000 J}{21600 S} = 21317,59 W$$

Se seleccionó una resistencia sumergible de 21 kW para el equipo, el modelo 2284.66 de la empresa VULCANIC, la cual posee una conexión bridada DN80 y cuyo cuerpo es de acero inoxidable. Con respecto al tiempo de calentamiento se confirma lo siguiente:

$$Tiempo de calentado (s) = \frac{460.460.000 J}{21000 W} = 21926,66 s \text{ ó } \approx 6 \text{ horas}$$

Para establecer el modo en que el equipo va a trabajar hay que especificar que todo el tanque va a estar recubierto por una chaqueta aislante, con lo cual, la transferencia de calor va a ser mínima. Con esto, al principio del funcionamiento, el tanque va a tardar aproximadamente 6 horas en llegar a los 80 °C a partir de los 25°C en que pueda estar el agua recién repuesta, El equipo mientras este operativo va a ir manteniendo su temperatura prendiendo y apagando la resistencia según sea conveniente. Luego del primer calentamiento con el volumen de reposición, los siguientes días laborales el tiempo de puesta a punto del tanque va ser notablemente menor a 6 horas. La ficha técnica del equipo se encuentra en la sección de anexos.

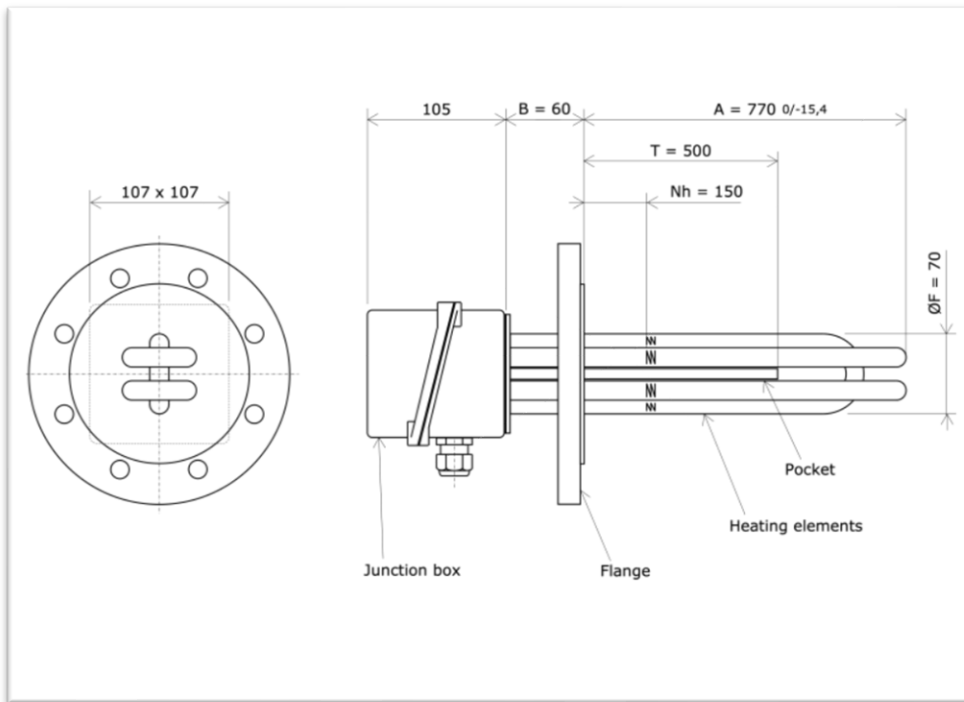


Figura 56. modelo 2284.66
Fuente: VULCANIC (2024)

4.4.4.9 Aislamiento (Chaqueta)

La elección del tipo de chaqueta aislante que tiene el tanque es primordial para aumentar la efectividad y eficiencia de todo el sistema de aspersión y mejorar sobre todo el consumo de energía. Se seleccionó de aislante láminas de poliuretano de 5 cm de grosor para envolver el tanque por todos sus lados.



Figura 57. Recubrimiento con paneles de Poliuretano.
Fuente: Eurotankworks

4.4.4.10 Estudio de flujo en la cámara de lavado

Se realizó un estudio de flujo adentro de la cámara de lavado respetando las características del fluido y las posiciones de las 54 boquillas. Se utilizó un mallado simple una salida a condiciones ambientales. Los resultados fueron los siguientes:

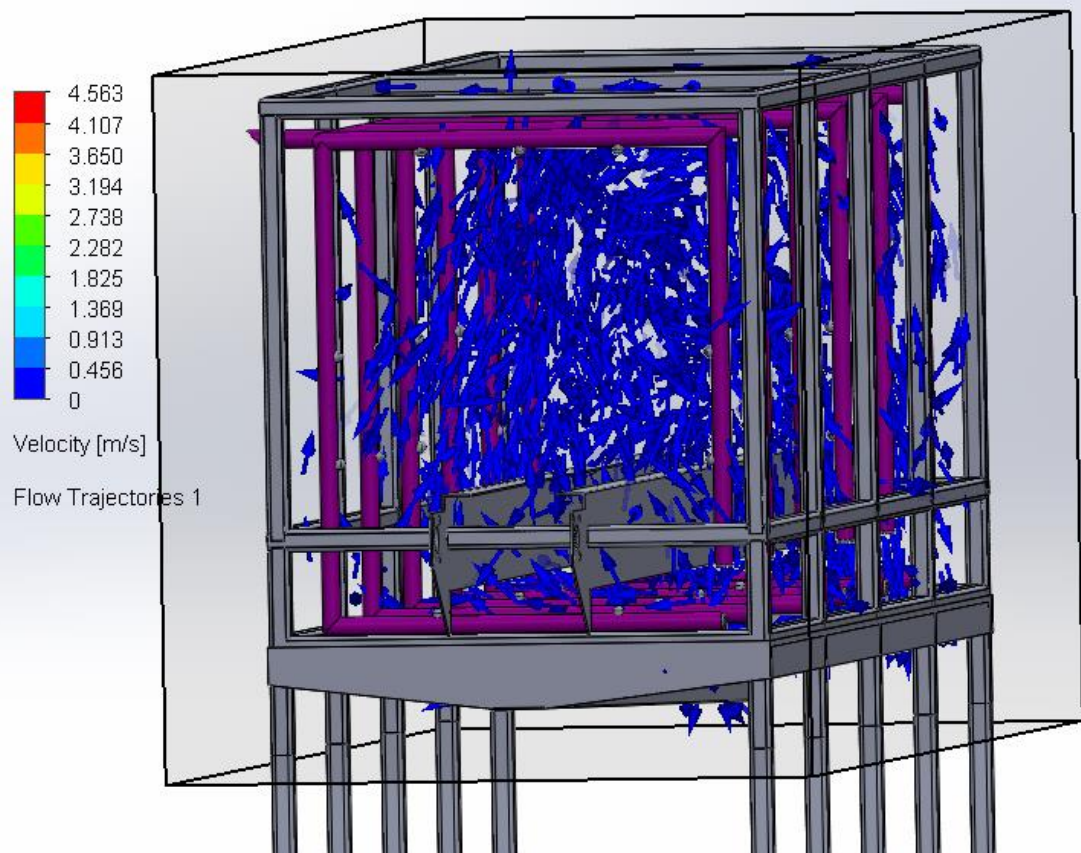


Figura 58. Sección transversal del flujo
Fuente: Da Silva, J (2024)

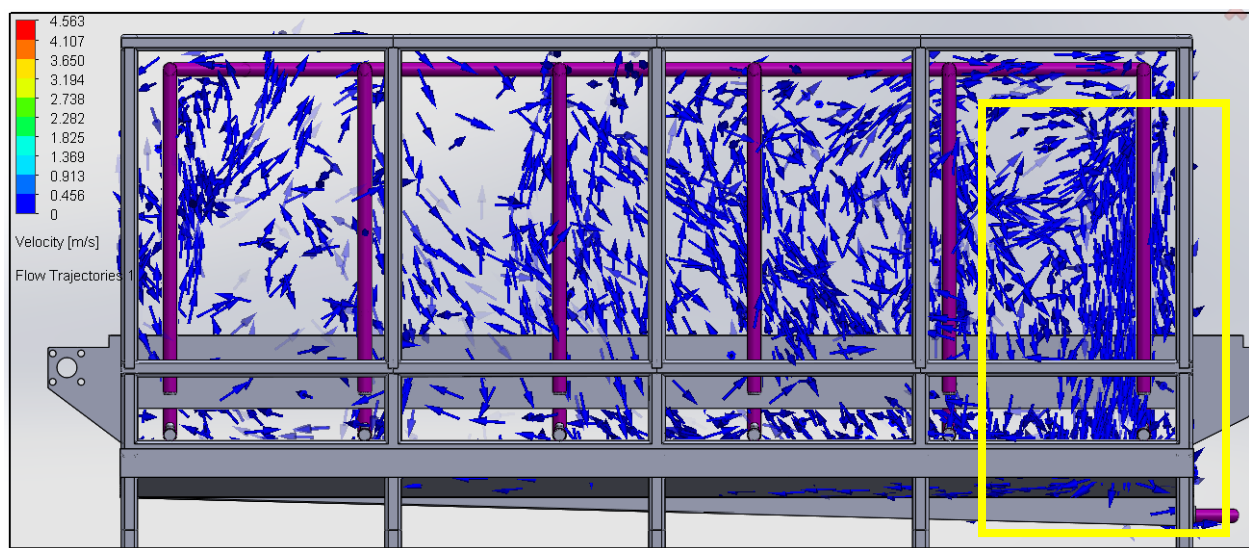


Figura 59. Sección longitudinal del flujo
Fuente: Da Silva, J (2024)

En los resultados de la simulación podemos observar como el fluido se esparce por toda la cámara, alcanzando casi los 1 m/s de velocidad en algunas zonas, también se observa el comportamiento que tiene del lado de la boquilla de la salida de la bandeja, en donde vemos una acumulación de rocío y flujo de agua en la parte inferior. Con esto se determina que la cesta puede ser lavada de forma eficiente y a profundidad

4.4.5 Sistema Eléctrico

Una parte muy importante en el diseño del equipo que este proyecto investigativo tiene como objetivo, es la parte eléctrica. Este trabajo de grado tiene como fin diseñar un equipo de funcionamiento mecánico y automatizado, y su estudio se centra en esos elementos, pero no se puede dejar a un lado los componentes netamente eléctricos, ya que los mismos no solo definen las necesidades y requerimientos de instalación, si no que también, con ellos identificamos el consumo y viabilidad de la maquina y el mantenimiento que esta necesitará en su uso real.

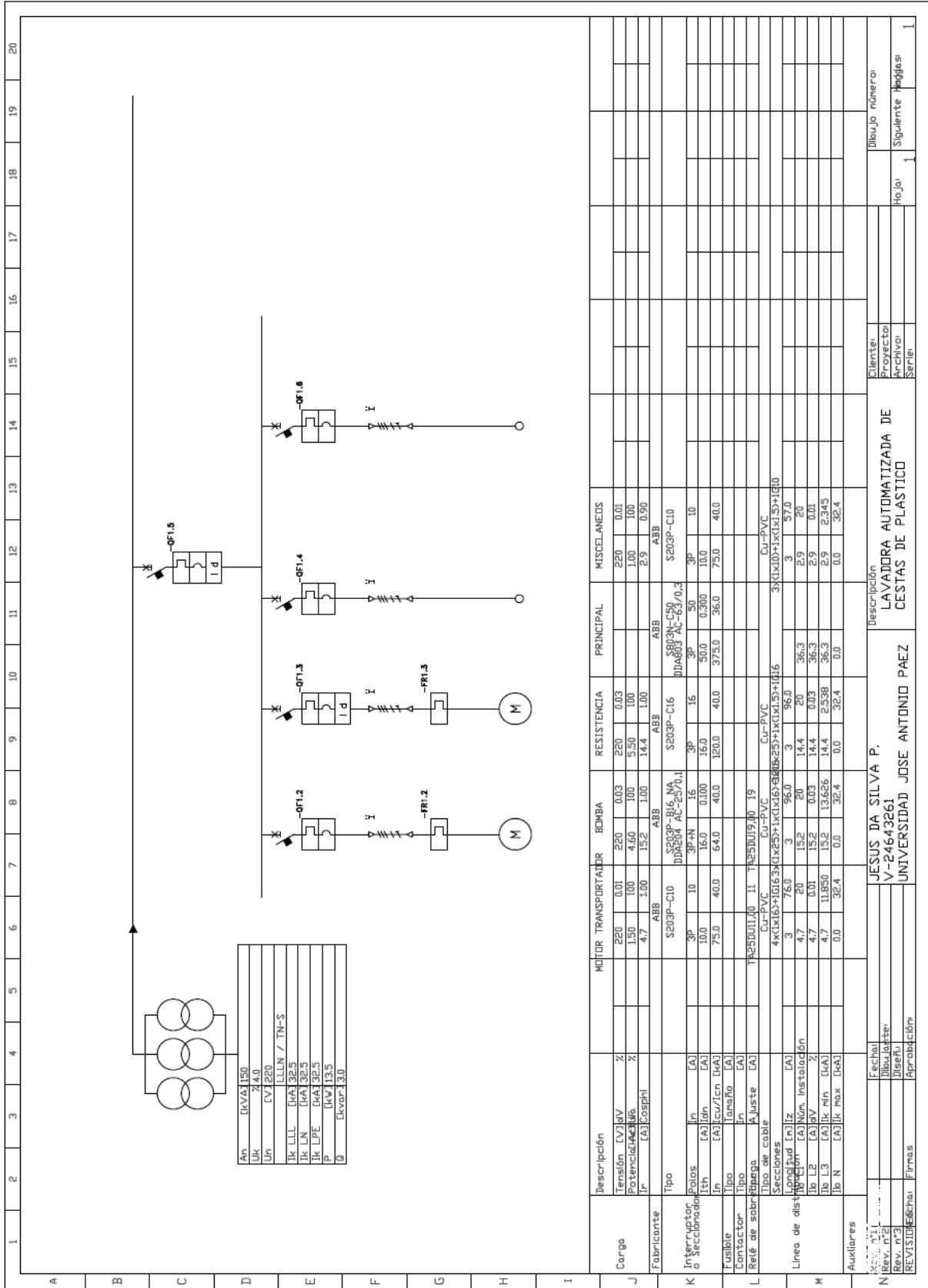
Es fundamental definir los componentes eléctricos y un plano de red de una máquina en el proceso de diseño, especialmente cuando se trata de un proyecto de tesis de ingeniería mecánica. Estos planos proporcionan una representación detallada y clara de la distribución, conexión y funcionamiento de los componentes eléctricos de la máquina. Permiten una comprensión precisa de cómo se integran los sistemas eléctricos con los componentes mecánicos, lo que es crucial para garantizar un rendimiento óptimo y seguro de la máquina. Además, la definición de los planos eléctricos facilita la identificación y resolución de posibles problemas durante la fase de diseño, reduciendo así la probabilidad de fallos y optimizando el tiempo y los recursos dedicados al proyecto.

Por el mismo motivo, el equipo fue dotado de un diagrama de fuerza o plano unifilar, en donde se muestran los cuatro (4) consumos eléctricos principales, los cuales pueden observarse en el diagrama, y sus especificaciones eléctricas son las siguientes:

Cuadro 14. Consumos eléctricos

Consumos eléctricos			
Bomba	Motorreductor	Resistencia	Misceláneos
SIEMENS Frame: 112M 60 Hz – 3F 400 V – 7.2 A Potencia: 4 kW 2 polos – 3508 rpm	SEW-eurodrive 1,5 kW 230/460 V 6 / 3 A n = 1767 rpm IE3	21 kW	1 kW

Fuente: Da Silva, J (2024)



Am	[kVA] 150
Un	24.0
V1/E20	
Un	LV/E20
IR LLL	[kA] 35.5
IR LN	[kA] 35.5
IR LPE	[kA] 35.5
P	[kW] 13.5
D	Excar 2.0

Carga	Descripción	MOTOR TRANSPORTADOR		BOMBA		RESISTENCIA		PRINCIPAL		MISCELANEAS	
		ABB	S203P-C10	ABB	S203P-B16, NA	ABB	S203P-C16	ABB	S203P-C10	ABB	S203P-C10
	Tensión [V] jV	220	0.01	220	0.03	220	0.03	220	0.01	220	0.01
	Potencia [kW]	1.50	100	4.60	100	5.50	100	1.00	100	1.00	100
	Ir [A]	4.7	1.00	15.2	1.00	14.4	1.00	2.9	0.90	2.9	0.90
	Tipo	S203P-C10	S203P-B16, NA	S203P-C10	S203P-C16	S203P-C10	S203P-C10	S203P-C10	S203P-C10	S203P-C10	S203P-C10
	Fabricante	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
	Interrupción o sección	3P	3P+N	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P	3P
	Polos	10	16	16	16	16	16	10	10	10	10
	Ith [A]	10.0	16.0	0.100	16.0	50.0	0.300	10.0	10.0	10.0	10.0
	Ith [A] cu/1cn	75.0	64.0	40.0	120.0	40.0	375.0	36.0	75.0	40.0	40.0
	Fusible										
	Contactor										
	Relé de sobrecarga										
	Ajuste										
	Tipo de cable	TR25DU110	11	TR25DU190	19						
	Secciones	4x(1x16)+1(1x6)	3x(1x16)+1(1x6)+1(1x16)+1(1x16)	4x(1x16)+1(1x6)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)	3x(1x16)+1(1x16)+1(1x16)+1(1x16)
	Lineas de distribución										
	Num. instalación	4.7	20	15.2	20	14.4	20	36.3	20	36.3	20
	Ib L2 [A] jV	4.7	0.01	15.2	0.03	14.4	0.03	2.9	0.01	2.9	0.01
	Ib L3 [A] jk min	4.7	11.850	15.2	13.626	14.4	2.538	36.3	2.9	2.9	2.9
	Ib N [A] jk max	0.0	32.4	0.0	32.4	0.0	32.4	0.0	0.0	0.0	32.4
	Auxiliares										
	Fecha	JESUS DA SILVA P.									
	Dibujante	V-24643261									
	Diseño	UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ									
	Descripción	LAVADORA AUTOMATIZADA DE CESTAS DE PLASTICO									
	Cliente										
	Proyecto										
	Archivo										
	Serie										
	Hoja	1									
	Siguiente Hojas	1									
	Dibujo número										

4.4.6 Sistema de control del equipo

Un sistema de control es crucial para una máquina automatizada ya que proporciona la capacidad de supervisar, regular y optimizar su funcionamiento. Esto garantiza que la máquina opere dentro de los parámetros deseados, manteniendo la precisión, la eficiencia y la seguridad en todo momento. Una de las etapas más importantes en el desarrollo de este proyecto es la del sistema de control que esta posee, siendo así el eje central del funcionamiento de la misma y lo que le permite ser lo más eficiente posible y disminuir el porcentaje de las fallas humanas.

4.4.6.1 Sensores

El proceso de selección de los sensores para el proyecto se basó en el estudio de las variables que se necesitan controlar en el equipo, eligiendo así la mejor propuesta según calidad, precio y confiabilidad. Este proyecto necesita de tres sensores para realizar el sistema de control, el primero es un sensor fotoeléctrico que es utilizado al principio de la cadena transportadora para activar el sistema de aspersión durante un breve periodo, y en segundo y tercer lugar, los sensores que rigen el control del sistema del tanque, un sensor de temperatura y otro de nivel por presión.

4.4.6.1.1 PT100

Un PT100 es un tipo de sensor de temperatura resistivo que se basa en la resistencia eléctrica del platino para medir la temperatura. La "PT" en PT100 se refiere a "Platinum Temperature" (Temperatura de Platino) y el "100" indica su resistencia a una temperatura de 100 grados Celsius. El principio de funcionamiento se basa en el hecho de que la resistencia eléctrica del platino cambia de manera predecible con la temperatura. Por lo tanto, al medir la resistencia eléctrica del PT100, se puede determinar la temperatura ambiente, y para efectos de este diseño el sensor va instalado en el tanque enviando una señal analógica al sistema del PLC, para que posteriormente pueda ser transformado en una señal digital y parametrice el sistema de control.

4.4.6.1.2 Sensor fotoeléctrico

El sensor fotoeléctrico es un dispositivo que utiliza un haz de luz para crear un circuito y la interrupción de este crea una señal. Existen de distintas configuraciones, como de barrera o reflectivo, y suelen enviar señales de 0 a 12 V. Para este proyecto se seleccionó un sensor laser modelo RightSight, de la marca Rockwell, el cual enviará una señal digital al sistema del PLC y con el cual se marcará la posición de la cesta en el sistema de transporte.



Figura 60. Sensor fotoeléctrico modelo RightSight.
Fuente: Rockwell(2024)

4.4.6.1.3 Sensor de nivel por presión

Los medidores de nivel por presión suelen ser más económicos que otros tipos de sensores como de radar o de laser, estos utilizan un diferencial entre la presión atmosférica y la presión sensada, teniendo como dato la densidad del líquido. Este envía una señal analógica al sistema del PLC, para crear un rango de funcionamiento del sistema de aspersión.

4.4.6.2 Pseudo-código

Todo proceso de programación y control suele comenzar con un pseudo-código, el cual no es más que un texto descrito paso a paso ó línea por línea, en donde se establece el orden lógico de las actividades que se desean realizar, especificando las restricciones de las mismas y definiendo sus condicionales. Esta herramienta fue necesaria para definir el funcionamiento de la maquina y sus condiciones de trabajo y se organizó de manera tal que funcionase de punto de partida para la escritura del diagrama escalera. Este texto esta descrito de tal forma que el usuario o cliente final pueda visualizar de forma literaria el paso a paso de toda la operación incluyendo sus variables y se definió de la siguiente manera:

Condiciones iniciales:

- Si Nivel del tanque está entre 0,8 m y 0,9 m, el sistema puede arrancar, en caso contrario no.
- Temperatura del tanque tiene que estar entre 70°C y 80°C, para arrancar, en caso contrario no puede.
- Protección de motores en el tablero principal debe estar en condiciones normales.

Proceso

- Al presionar Start de la resistencia, si el nivel del tanque está en norma enciende la resistencia, si no, no la enciende.
- Al estar encendida la resistencia mantiene entre 70°C y 80°C al tanque.
- Al presionar Start del motorreductor, si la temperatura del tanque está en norma, enciende el sistema de transporte, si no, no la enciende.
- Si el motorreductor está encendido, y la bomba no ha prendido en 2 min, apaga el equipo.
- Si el sensor óptico siente la cesta, enciende la bomba y el sistema de aspersión.
- Si el sensor óptico deja de sentir, comienza conteo regresivo 12 segundos y apaga la bomba.
- El conteo regresivo reinicia si antes de los 12 segundos vuelve a activarse el sensor.

Protección

- Subida de amperaje en motorreductor, apaga el motor.
- Subida de amperaje en el motor de la bomba, apaga el motor.
- Nivel bajo de agua, apaga el sistema.
- Nivel alto de temperatura, apaga la resistencia.

4.4.6.3 Diagrama escalera (Ladder)

Junto a la entrega de cálculos, planos, catálogos y equipos, se realizó un diagrama de tipo escalera o *Ladder*, el cual está hecho para establecer y simplificar todo el sistema de control y operación de la máquina. Este tipo de diagramas, junto a otros que existen en el mundo de la automatización, tienen como objetivo desarrollar en un lenguaje universal y no perteneciente a ninguna marca en específico, que le permita al programador o técnico tener una visualización de todo el sistema de control y sea mucho más fácil realizar una migración del código a cualquier PLC o sistema que se tenga como objetivo, es por lo mismo, que este proyecto hace entrega del diagrama y se enfoca en el nivel de modularidad que este posee.

En el cuadro 15 se definen las variables de entrada, salida y procesos del sistema:

Cuadro 15. Variables del sistema de control

Entradas	Salidas	Entradas Aux.
Selector de la resistencia	Resistencia (Resist.)	Aux. Resist
START	Motorreductor (MR)	Temp. OK
STOP	Bomba centrífuga	Nivel OK
Sensor óptico		Aux. Op
Sensor de nivel por presión		Aux STOP MR
Sensor de temperatura		

Fuente: Da Silva, J (2024)

El diagrama escalera del proyecto está dividido según módulos de funcionamiento, y ordenado de tal manera que ocurra en forma de barrido desde arriba hacia abajo, siguiendo una secuencia lógica. El funcionamiento de todo el programa haciendo uso de los distintos módulos es el siguiente:

1. Seguridad por sobre temperatura: Explicado previamente en este trabajo, el tanque del sistema dura aproximadamente 6 horas en calentarse completamente y llegando al set point establecido de 80°C, para ello, en la aplicación real el usuario tendrá que encender la resistencia del tanque mucho antes y dejar que esta realice el trabajo, por eso mismo, este módulo realiza una comparación entre la temperatura medida del tanque, en AI1 (PT100, señal analógica), una señal de referencia, creando así un auxiliar para realizar un control del encendido y apagado de la resistencia.
2. Encendido de la resistencia: En este módulo se observa el circuito para realizar el encendido de la resistencia, en donde el auxiliar del módulo anterior puede realizar un apagado por seguridad. El otro elemento de control, es un contacto que viene del sistema de control de nivel del tanque, con lo cual se evita que la resistencia pueda trabajar en vacío o con bajo nivel de agua.
3. Condiciones de operación: este módulo tiene dos actividades bien diferenciadas, y su objetivo es el de crear dos variables auxiliares para realizar un control en las demás actividades del sistema.
- 3.4 Auxiliar de temperatura: Para este control se recibe una señal analógica del PT100 la cual es enviada a un conmutador de umbral, en donde se permite enviar una señal Q mientras la entrada analógica se encuentre en el rango especificado en el bloque de función, que en este caso se establece un rango de operación entre 70°C y 80°C.
- 3.5 Auxiliar de nivel: Funciona casi igual al auxiliar de temperatura, pero a diferencia del anterior, esta señal analógica debe ser enviada a un bloque de función matemático para que realice una conversión de la señal de presión en señal de altura, y luego pueda pasarla de metros a centímetros, ya que hace más exacta la operación. Para el cálculo es necesario tener como dato la densidad del fluido de trabajo, la ecuación de presión hidrostática que rige el bloque es:

$$P = \rho \cdot h \cdot g \quad (20)$$

4. Auxiliar de las condiciones de operación: En este módulo se realiza el auxiliar principal del proceso condicional de los dos Auxiliares anteriormente definidos.
5. Arranque del motorreductor: Este módulo determina la manera correcta de crear el arranque y parada manual del sistema de transporte, en donde el auxiliar de operación determina si se puede encender o no y haciendo también un enclavamiento para su correcto funcionamiento.

6. Arranque de la bomba: Aquí vemos como el sensor óptico define la actividad en el control del sistema de aspersión, y mediante un bloque temporizador TOF, lo que se hace es enviar una señal Q cada vez que el sensor cambie de estado, y el contador, seteado en 12 segundos, realiza un temporizador en donde en caso de que la señal no se vuelva a activar en donde se reiniciaría, el bloque cierra la señal Q, haciendo así que el sistema de aspersión se active ese tiempo cada vez que pasa una cesta.
7. Apaga el equipo: este módulo establece un periodo de inactividad máximo de 2 minutos antes de que todo el sistema se apague, esto ocurre si se enciende la cadena y no se introduce ninguna cesta en ese tiempo.

DIAGRAMA ESCALERA - LAVADORA A. CESTAS DE PLÁSTICO

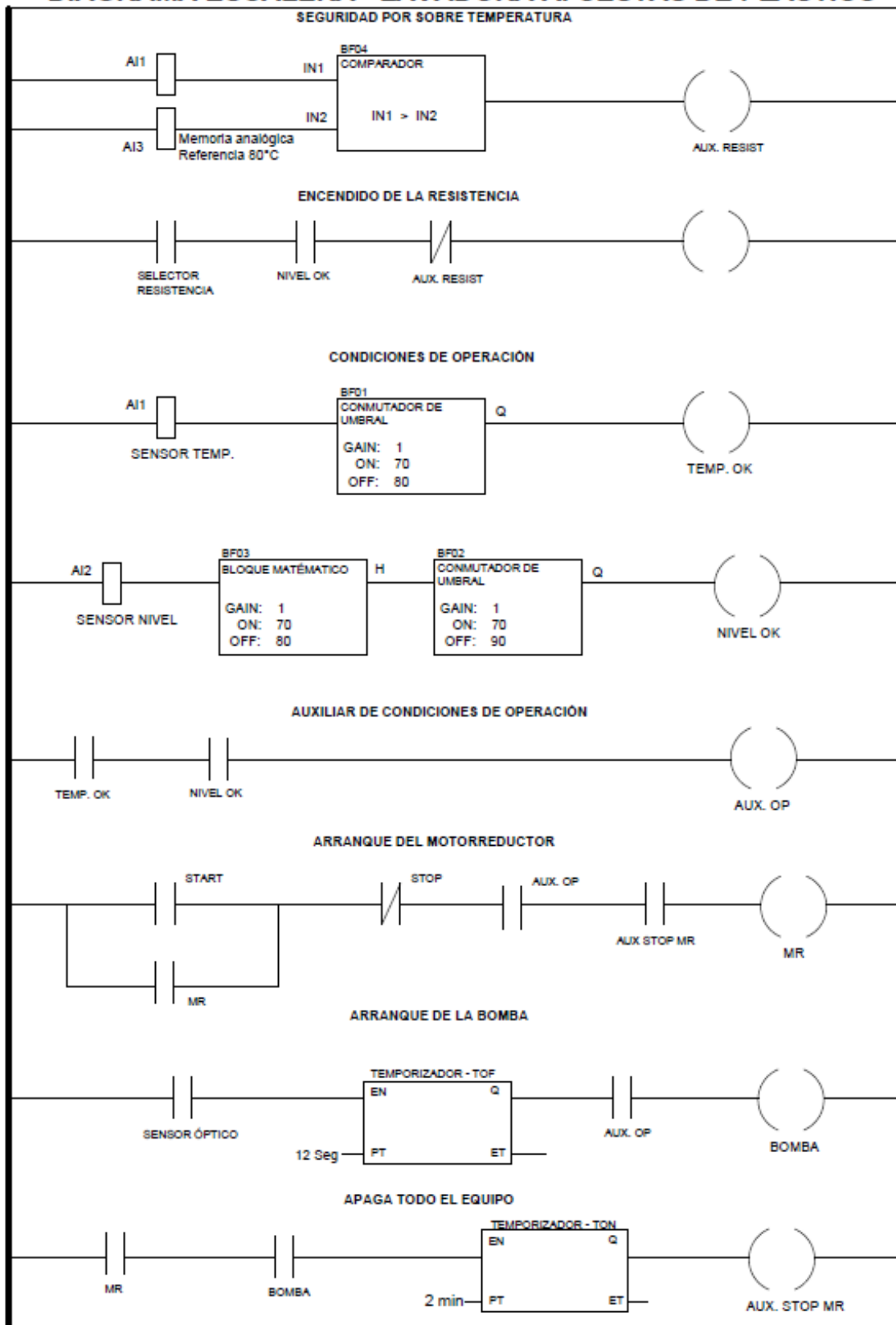


Figura 61. Diagrama escalera
Fuente: Da Silva, J (2024)

4.5 Fase V, Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental y económica de la propuesta diseñada.

En esta fase se hace un estudio detallado de los resultados obtenidos en la fase anterior, realizando un compilado de todas las características del diseño propuesto para su evaluación crítica que otorga o no el factor viable al proyecto. A continuación, se realiza desglose objetivo de las características del diseño dividiendo el estudio en cuatro áreas de desempeño, las cuales son la técnica, la operativa, ambiental y económica, en donde se establecen los criterios para determinar el nivel de éxito que tiene el diseño propuesto. El éxito de un proyecto se mide mediante los resultados obtenidos en contraposición a los recursos utilizados y la eficiencia lograda en el proceso.

4.5.1 Viabilidad técnica

La viabilidad técnica de una propuesta de diseño de equipo o maquinaria nueva para una empresa que no posee algo parecido refiere a la capacidad de llevar a cabo efectivamente la construcción de la máquina según las especificaciones establecidas, utilizando los recursos y la tecnología disponibles. Esto implica evaluar si es factible fabricar la máquina teniendo en cuenta aspectos como la disponibilidad de materiales, la capacidad de producción, la integración de componentes y la eficacia del diseño en su funcionamiento previsto.

En caso de la propuesta de este proyecto para la compañía King Fish C.A, supone una mejoría para las actividades laborales en donde la empresa muestra disposición para la construcción e implementación de la máquina, e interés por adecuar el espacio necesario para instalarla y preparar al equipo operador para que sea utilizada de forma correcta.

4.5.2 Viabilidad operativa

Cuando una máquina cuenta con viabilidad operativa, significa que es capaz de funcionar de manera eficaz y eficiente en el entorno para el que fue diseñada. Esto implica que puede cumplir con sus funciones esperadas dentro de las condiciones operativas previstas, asegurando un rendimiento adecuado y cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos. Durante la fase de desarrollo del proyecto la parametrización de los distintos sistemas que la componen, junto con las variables principales del equipo dieron como resultado un proceso mucho más eficaz que el proceso actual, donde destacan los siguientes puntos:

- Una mejoría notable en la calidad del lavado y la desinfección de las cestas
- Creación de tiempo libre a operadores para que desarrollen otras actividades productivas

- Un tiempo de lavado y desinfección mucho mejor
- Capacidad del equipo desarrollado para adecuarse a un crecimiento en la producción de la empresa

4.5.3 Viabilidad ambiental

El diseño de una maquina debe siempre estar orientado a la sostenibilidad ambiental y a la minimización de los efectos negativos en la naturaleza. Para la evaluación de la viabilidad ambiental se toma en cuenta la eficiencia energética, el nivel de emisiones que esta pueda tener, que no utilice materiales tóxicos, la manera de cómo se gestionan sus residuos y que cumpla con las leyes ambientales del contexto país en donde se vaya a instalar.

A efectos de la lavadora automatizada para cestas de plástico encontramos varios puntos a favor, primero el nivel de emisiones es nulo ya que la misma funciona con sistemas eléctricos solamente, lo que llevaría al segundo punto en donde observamos que el consumo eléctrico es ligeramente más alto que el resto de los equipos allí instalados, incluyendo todos los sistemas de refrigeración y procesamiento, en donde observamos que la empresa esta adecuada para su instalación.

El diseño del equipo se enfoca en minimizar a toda costa el malgasto del agua. Ya que trabaja con un volumen de agua fijo por operación y este luego se puede redirigir para riego o desagüe. Los desechos sólidos filtrados de la operación generan la opción de utilizarse para hacer compost o algún otro uso agropecuario. También se acota el hecho de la disminución de suciedad en el entorno residencial de la empresa.

4.5.4 Viabilidad económica

El estudio de la viabilidad económica en el desarrollo de nuevas tecnologías suele ser uno de los puntos más definitivos de un proyecto, ya que se realiza de manera matemática en donde mediante el nivel de gastos y recursos que necesite el desarrollo y construcción de la maquina en contraposición a los beneficios que esta pueda tener define si se puede realizar o no.

En este estudio se desglosa los distintos costos y recursos necesarios para la creación e instalación de la maquina en la empresa King Fish C.A. y los beneficios que esta pueda traer a Corto y largo plazo. Los costos están establecidos en dólares americanos (\$)

Para los costos de la estructura principal de la maquinaria en cuanto a material tenemos:

Cuadro 16. Costos de estructura

Material	Cantidad	Costos	Proveedor/Fuente
Tubo cuadrado 40x40mm acero al carbono	28 m	\$378	https://metallca.com.ve
Tubo cuadrado 30x30 mm Acero al carbono	20 m	\$50	https://ve.epaenlinea.com
Tubo de 2"	19 m	\$115	https://ve.epaenlinea.com
Rejilla (Grating)	35 m	\$140	https://metallca.com.ve
Lamina de acero inoxidable 304 – 0.25 mm	12 m ² (122mm x 244mm)	\$610	https://metallca.com.ve
Remaches y pernos	-	\$100	https://ve.epaenlinea.com
Material en soldadura	-	\$180	Soldador
Pletinas de acero de 0.4 mm	8 m	\$88	https://ve.epaenlinea.com
Mano de obra	-	\$700	-
Costo total:		\$2361	

Fuente: Da Silva, J (2024)

Para el sistema de aspersión se tiene:

Cuadro 17. Costos del sistema de aspersión

Material	Cantidad	Costos	Proveedor/Fuente
Tubo de acero inoxidable DN40 (1,5")	26 m	\$480	https://es.shandongtisco.com
Codo de 90°	26	\$185	www.valcro.com
Válvula check DN40 de bola	2	\$44	https://vaportec.com.ve/
Válvula check DN40 de bascula oscilante	4	\$72	https://vaportec.com.ve/
Conexion en "T" DN40 de acero inoxidable	60	\$420	https://es.shandongtisco.com
Filtro strainer de cesta	1	\$30	https://todovalvulas.com
Válvula mariposa DN40.	4	\$120	https://todovalvulas.com
Válvula de bola DN40	4	\$96	www.valcro.com
Boquilla de arco Lechler	24	\$600	www.ebay.com
Boquilla de cono Lechler	30	\$800	www.ebay.com
Costo total:		\$2847	

Fuente: Da Silva, J (2024)

Costos de equipos de control y potencia:

Cuadro 18. Costos de control y potencia

Material	Cantidad	Costo	Proveedor/Fuente
Conjunto Motorreductor SEW	1	\$1000	www.ebay.com
Bomba centrífuga KSB	1	\$3100	https://www.machineseeker.es
Resistencia sumergible	1	\$300	https://refrigeracionlozano.com
Sensor de presión	1	\$100	www.ebay.com
Sensor fotoeléctrico	1	\$250	www.alibaba.com
Sensor térmico PT100	1	\$60	www.ebay.com
Cableado y conectores	-	\$500	-
PLC Siemens S7 (Opcional)	1	\$550	www.ebay.com
Costo total:		\$4810	

Fuente: Da Silva, J (2024)

Para el sistema de transporte por cadena:

Cuadro 19. Costos del sistema de cadena

Material	Cantidad	Costo	Proveedor/Fuente
Cadena de tabletilla	7 m	\$650	www.ebay.com
Eje personalizado	2	\$120	Tornero
Catalina	2	\$100	www.ebay.com
Rodillos de HDPE	3	\$50	www.mercadolibre.com
Guías de ultraleno	3 m	\$160	https://mx.misumi-ec.com/es/
Costo total:		\$1080	

Fuente: Da Silva, J (2024)

Para los costos de instalación y desarrollo

Cuadro 20. Costos de instalación

Producto	Costo
Mano de obra	\$1500
Miscelaneos	\$500
Costo total:	\$2000

Fuente: Da Silva, J (2024)

Luego de haber realizado esta estructura de costos, se obtuvo un costo global del equipo de \$13.098. A primeras instancias pueden sonar como un equipo costoso, pero en comparación a otros equipos instalados en la empresa, tales como cava-cuartos, máquinas de hielo, sierras, empaquetadoras etc. se moldea al tipo de inversiones realizadas anteriormente.

Para analizar la viabilidad económica del proyecto en la empresa se debe comenzar estableciendo que es la empresa, que necesita y hacia dónde va. Para el caso de la empresa King Fish C.A. es una compañía que se encuentra en la constante búsqueda de la mejora y el desarrollo, también por supuesto siguiendo el crecimiento económico apostar a la inversión en equipos de calidad y la mejora de sus procesos los beneficia a corto, mediano y largo plazo.

El aumento de la productividad total que tiene como objetivo el equipo desarrollado en este proyecto, traería mejoras logísticas a las actividades diarias en la empresa, dotando de mayor tiempo útil a actividades ligadas netamente al producto final. El incremento en el nivel de higiene en las cestas evitaría la periódica compra de nuevas unidades luego de que algunas se desgasten o dañen por la baja calidad del lavado.

La inversión que se realiza en este proyecto es justificada por el aumento constante de los ingresos de la empresa y la necesidad de buscar una mejoría en la productividad, y estaría ligada a que esta situación se mantuviese en el tiempo.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto investigativo titulado “DISEÑO DE LAVADORA AUTOMATIZADA PARA CESTAS DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA KING FISH C.A.” se tuvo como resultado un diseño global y detallado de un equipo hecho a la medida para la problemática de la empresa. Fue necesario realizar un estudio especializado a cada sistema involucrado en cada parte del diseño, en donde fue necesario utilizar conocimientos propios del manejo de fluidos, termodinámica y elementos de máquina, dejando así un proyecto completo y funcional listo para ser implementado, en donde su viabilidad fue comprobada y representa una mejora a la eficiencia total de la empresa y una oportunidad de inversión para el crecimiento económico y operativo de la misma.

Objetivo I. En la primera fase de la investigación fue necesaria una visita a la empresa para la evaluación directa de la situación del lavado de las cestas. Se realizó una lista de cotejo y una entrevista en donde se estableció el modo de trabajo y las características del lavado que hacen actualmente. Se observó que el nivel de higiene era deficiente y el tiempo y energía que se utiliza en esa actividad puede ser usado para otras de área productiva.

Objetivo II. En esta etapa se logró realizar un estudio detallado de las causas del problema, usando la técnica del diagrama Ishikawa se pudo sintetizar las variables más importantes para poder parametrizar el diseño del equipo, entre ellas se tiene el tiempo, personal (Mano de obra), calidad del lavado, n° de cestas del proceso y el manejo de los recursos y desechos. También se define las dimensiones de la cesta más grande con la cual el equipo va a ser dimensionado.

Objetivo III. Con el segundo objetivo completado se dispuso un proceso de selección de distintos modelos propuestos que tendrían la misma función, dichos modelos fueron idealizados a partir de maquinaria similar encontrada en la industria. Se aplicó un proceso de ponderación en donde la opción de la cadena transportadora y una cámara de lavado cerrada tomo el primer lugar

Objetivo IV. En esta fase de diseño se dispuso a separar y clasificar por áreas de estudio los distintos sistemas que componen el equipo, y que se podrían investigar y diseñar de forma aislada. Se estableció un diseño general del equipo, se dimensionó y calculó el sistema de transporte seleccionando el equipo de potencia, se establecieron los parámetros del funcionamiento del sistema de bombeo y aspersión, así también como la implementación de un separador de aceites y sólidos, se realizó el diagrama eléctrico general del equipo incluyendo todo sus consumos y el diagrama de control junto a una explicación detallada del funcionamiento de la mismo listo para ser implementado en el PLC que pueda llevar la maquinaria.

Objetivo V. Con el diseño global listo, el estudio de la viabilidad del proyecto se dio en varias áreas, en donde se observó que tanto en lo operativo como técnico la maquinaria proporcionaría una mejora irrefutable a la logística y productividad de la empresa, como también un avance en la higiene y la calidad del trabajo, representando una inversión modular que cobraría más importancia a medida que la empresa se desarrolle. En el lado ambiental se estableció que la máquina trae beneficios para el entorno ya que ayuda a redireccionar de forma eficiente los recursos utilizados en el proceso de lavado.

RECOMENDACIONES

El diseño de este equipo se entrega de forma completa en este proyecto, en donde se detalla el origen de todo el proceso de selección, cálculo y dimensionamiento de los distintos sistemas que lo componen, y para su implementación y construcción el autor hace las siguientes recomendaciones:

1. La calidad de los materiales que se obtengan para la construcción de este proyecto juega un papel muy importante en el correcto funcionamiento del equipo, como también en su mantenimiento y su desempeño, así que es importante no reemplazar, por ejemplo, las piezas de acero inoxidable por otro tipo de material.
2. El diagrama escalera entregado en el proyecto es una información global no específica del funcionamiento del sistema de control. Es necesario adaptar el programa al software particular de la marca y modelo del PLC que se seleccione para el equipo, junto a otras adaptaciones físicas particulares que necesite dicho PLC.
3. El funcionamiento del tanque, de forma más específica el sistema de calentamiento del mismo, juegan un papel principal en el sistema de control, ya que si este no funciona de forma correcta el resto de sistemas de la maquina no estarán operativos, por ende, el mantenimiento y constante chequeo del mismo es necesario.
4. Habría que tomar en cuenta que la primera carga de agua en un nuevo ciclo de funcionamiento del equipo, tardará aproximadamente 6 horas en llegar a la temperatura de operación, por lo consiguiente, hay que tener en consideración este tiempo y adaptarlo a la logística de las actividades del día. También se debe acotar que una vez el sistema alcance la temperatura, se encontrara en constante regulación de la misma para evitar pérdidas de energía y eficiencia. También, si se toma la determinación de apagar el equipo, el aislamiento térmico del tanque ofrece una holgura en el resguardo de la temperatura y la disminución del tiempo de espera para el punto de operación del equipo.
5. Cuando se vaya a utilizar un nuevo volumen de agua para el proceso de lavado, es necesario dosificar en el tanque al menos 400 ml de hipoclorito de sodio, para mantener el agua que recircula desinfectada, al igual que se recomienda la constante revisión y mantenimiento del filtro strainer y el trampa grasa.
6. El equipo tiene un diseño semi modular, ya que en la forma que está planeado, puede ser ampliado según las necesidades futuras de la empresa. Las ampliaciones contemplan un posible alargamiento del recorrido de la cesta, agrandando el sistema de transporte y la

cámara de lavado, o la creación de más módulos de *grating* para aumentar el espacio disponible en la plataforma de trabajo.

7. Es posible una integración futura del equipo a una línea de producción automatizada en la empresa.
8. La selección de los equipos del proyecto, sobre todo la resistencia, la bomba centrífuga, y el motorreductor, fue realizada de forma específica para los distintos sistemas que componen el proyecto, aun así, se estableció para su elección un margen de seguridad en cuanto a sobredimensionamiento por futuras ampliaciones y confiabilidad operativa, sin embargo, se recomienda no hacer cambios en la elección e implementación de los mismos por otros equipos distintos.

REFERENCIAS

Fuentes bibliográficas

Agrimaquinas.com (2023) Lavadora de frutas por principio de inmersión. Recuperado de:

<https://agrimaquinas.com/products/0-lavadora-de-frutas-industrial-burbuja-2>

Apolo, D. (2018) “*Reingeniería del mantenimiento de una máquina lavadora de botellas para industria cervecera*”, Valencia, España. Universitat Politècnica de València.

<https://riunet.upv.es/handle/10251/112404>

Arias, F (2006), *El Proyecto De La Investigación*, 7ma Ed. Caracas, Editorial Episteme.

ASERAGRO (2015) Carrusel de lavado de cestas. Recuperado de:

<https://aseragro.com/site/movil/ecommerce.productos.detalle.php?idrelacion=279&dscategoria=&subcate=77>

Budynas, R y Nisbet, K () *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*, México DF, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A

Cadena, J. (2015), “*Rediseño, automatización y control para una lavadora industrial en agua para tejidos en la empresa “LAVANDERÍAS MODERNAS”*”, Quito, Ecuador. Universidad Tecnología Equinoccial. <https://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14578>

Cengel, Y y Cimbala, J (2006), *Mecánica de los fluidos: Fundamentos y aplicaciones*. México DF, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Chapman, S (2012), *Maquinas Eléctricas*, 5ta Ed. México DF, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A

Charalambous, M. (2011), “*Implementation of Food Safety Management Systems in Small Enterprises in Cyprus*” Birmingham, UK. Universidad de Birmingham. <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/2933/>

Cumana, Y y Encalada, M. (2012), *diseño y construcción de una máquina de uso doméstico para lavar frutas y verduras de consumo sin cocción previa*. Caracas, Universidad Central de Venezuela. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/18567>

EquipNet (2024) Lavadora de contenedor. Recuperado de:

<https://www.equipnet.com/es/lavadora-de-acero-inoxidable-para-contenedore-listid-668954/>

Eurotankworks (2023) Recubrimiento con paneles de Poliuretano. Recuperado de:

<https://tanque-silo.es/construccion-de-tanques/aislamiento-termico/>

Firex(2023) Elementos y maquinaria de cocina industrial. Recuperado de:

<https://www.firex.com/en/company/>

Gomez, D. y Fava, S. (2008), “*Diseño, construcción y automatización de una cinta transportadora para la simulación mecánica de un proceso industrial*”, Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/6910>

HABASIT (2023), Modelo de guía de polietileno para cadena de plástico curva. Recuperado de:

<https://www.habasit.com/es-ES/Products/HabiPLAST-Conveyor-Components/Chain-Tracks>

KSB(2023) Bomba MegaCPK. Recuperado de:

<https://www.ksb.com/es-es>

Mott, R (1995), *Diseño de elementos de máquina*, 2da Edición, México, PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

Palella, S. y Martins, F. (2006). Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas. FEDUPEL.

PETROQUIMEX(2019) Valvulas check. Recuperado de:

<https://petroquimex.com/>

Sanamientoambiental (2024) Trampas de grasa. Recuperado de:

<https://saneamientoambiental.co/trampasdegrasa/>

SIEMENS (2023) PLC LOGO!. Recuperado de:

<https://www.siemens.com/global/en.html>

SpanTechLLC (2019) Motorreductor siendo acoplado en un eje. Recuperado de:

<https://www.youtube.com/watch?v=yLZ0Zpve8UU>

Tamayo, M (2003), *El proceso de la investigación científica*, 4ta Edición. México, Editorial Limusa.

Vílchez, N (2016), “*Estrategias creativas en el diseño mecánico*”, Valencia, Venezuela. Universidad de Carabobo.

WEG(2023) Cajas reductoras. Recuperado de:

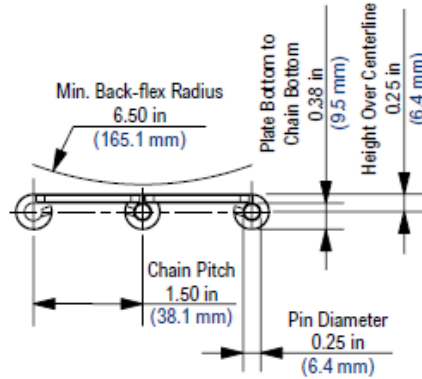
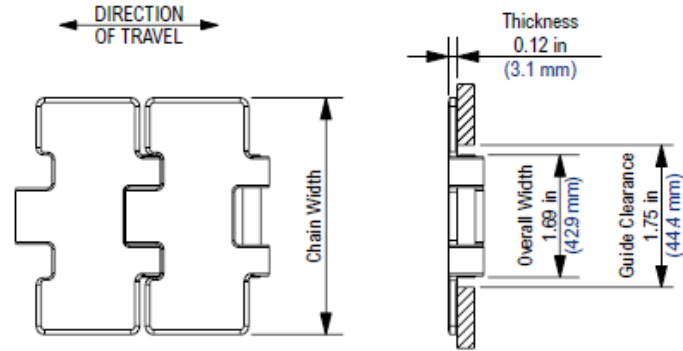
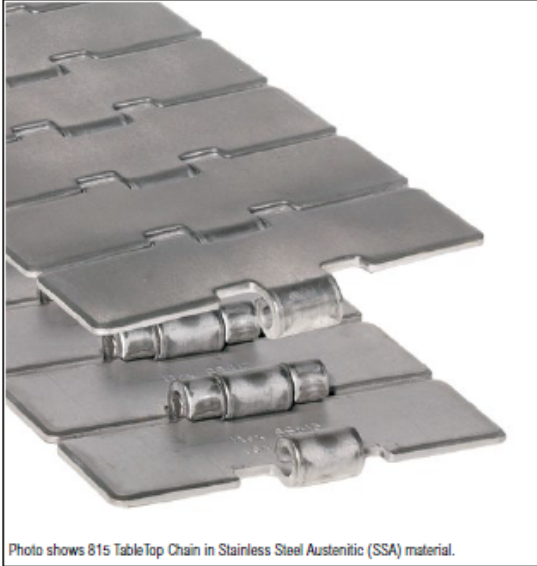
<https://www.weg.net/institucional/VE/en/>

Anexos

Anexo A

Ficha técnica del modelo 815 de REXNORD

815



Chain Information

desc	Chain Width		Min. Side-flex Radius		Approximate Weight	
	in	mm	in	mm	lbs/ft	kg/m
2 1/4	2.25	57.2	-	-	1.43	2.13
2 5/8	2.63	66.7	-	-	1.60	2.38
3 1/4	3.25	82.6	-	-	1.84	2.74
4	4.00	101.6	-	-	2.14	3.19
4 1/2	4.50	114.3	-	-	2.34	3.49
6	6.00	152.4	-	-	2.94	4.38
7 1/2	7.50	190.5	-	-	3.54	5.27

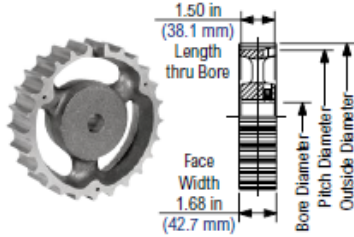
Available Materials

Prefix	Chain Material	Standard Pin Material	Temperature						Chain Strength		FDA Approval
			Fahrenheit			Celsius					
			min	max		min	max		lbs	N	
Standard Materials											
S	Carbon Steel	Carbon Steel	-40	350	NR	-40	177	NR	625	2,780	No
SSA	Stainless Steel Austenitic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes
SSC	Stainless Steel Ferritic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes
Non-Standard Materials											
SSB	Stainless Steel Low Magnetic	Stainless Steel	-100	800	212	-73	427	100	625	2,780	Yes

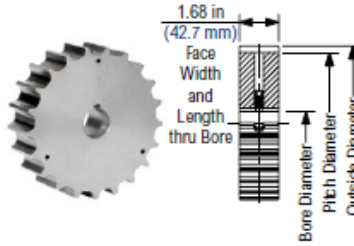
Anexo B

Ficha técnica del modelo de Catalina NS815

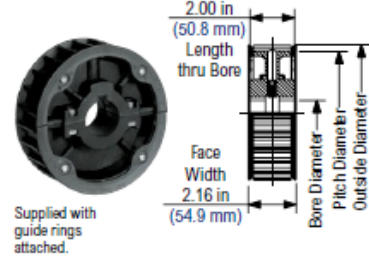
815 Cast Iron Arm Body Sprocket



815 Cast Iron Block Body Sprocket



NS815 Thermoplastic Split Sprocket



815 Cast Iron Arm Body Sprocket Information

Number of Teeth	Pitch Diameter	Outside Diameter	Bore Diameter (Shaft-Ready)												Bore Diameter (Round)				Approximate Weight	
			Round						Square						in		mm			
			in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max		
19	9 1/2	4.620	117.35	4.61	117.1	1	1 1/4	20	30	-	-	-	-	1	1 1/4	20	30	3.28	1.49	
20	10	4.854	123.29	4.86	123.4	1	1 1/4	20	30	-	-	-	-	1	1 1/4	20	30	3.81	1.73	
21	10 1/2	5.089	129.26	5.12	130.0	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	4.63	2.10	
22	11	5.324	135.23	5.35	135.9	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	5.12	2.32	
23	11 1/2	5.560	141.22	5.59	142.0	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	5.31	2.41	
24	12	5.796	147.22	5.83	148.1	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	5.41	2.45	
25	12 1/2	6.032	153.21	6.07	154.2	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	5.57	2.53	
27	13 1/2	6.504	165.20	6.56	166.6	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	6.50	2.95	
29	14 1/2	6.978	177.24	7.05	179.1	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	6.72	3.05	
31	15 1/2	7.452	189.28	7.53	191.3	1	1 3/4	20	45	-	-	-	-	1	1 3/4	20	45	6.86	3.11	
41	20 1/2	9.826	249.58	9.93	252.2	1	2 1/2	20	65	-	-	-	-	1	2 1/2	20	65	16.23	7.36	

Shaft-ready round bore sprockets are shipped with keyway and setscrew. Metric shaft-ready round bores are shipped with metric hardware, but without setscrews.

815 Cast Iron Block Body Sprocket Information

Number of Teeth	Pitch Diameter	Outside Diameter	Bore Diameter (Shaft-Ready)												Bore Diameter (Round)				Approximate Weight	
			Round						Square						in		mm			
			in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max		
13	6 1/2	3.228	81.99	3.11	79.0	1	1 1/4	20	30	-	-	-	-	1	1 1/4	20	30	2.45	1.11	
15	7 1/2	3.688	93.68	3.63	92.2	1	1 1/4	20	30	-	-	-	-	1	1 1/4	20	30	3.57	1.62	
17	8 1/2	4.152	105.46	4.12	104.6	1	1 11/16	20	40	-	-	-	-	1	1 11/16	20	40	4.83	2.19	
21	10 1/2	5.089	129.26	5.12	130.0	1	2 11/16	20	70	-	-	-	-	1	2 11/16	20	70	4.63	2.10	
25	12 1/2	6.032	153.21	6.07	154.2	1	3 7/16	20	90	-	-	-	-	1	3 7/16	20	90	5.57	2.53	

Shaft-ready round bore sprockets are shipped with keyway and setscrew. Metric shaft-ready round bores are shipped with metric hardware, but without setscrews.

NS815 Thermoplastic Split Sprocket Information

Number of Teeth	Pitch Diameter	Outside Diameter	Bore Diameter (Shaft-Ready)												Bore Diameter (Idler)				Approximate Weight	
			Round						Square						in		mm			
			in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max	in	max	min	max		
21	10 1/2	5.089	129.26	5.12	130.0	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.01	0.46	
23	11 1/2	5.560	141.22	5.59	142.0	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.19	0.54	
25	12 1/2	6.032	153.21	6.07	154.2	1	2	25	50	-	-	-	-	1	2	25	50	1.39	0.63	
27	13 1/2	6.504	165.20	6.56	166.6	1	1 5/8	25	40	-	-	-	-	1	1 5/8	25	40	1.76	0.80	

Shaft-ready round bore sprockets are shipped with keyway and setscrew. Metric shaft-ready round bore sprockets are shipped with metric hardware but without setscrews. Idler bores are designed to spin freely on the shaft without keyway or setscrews.

Anexo C

Ficha técnica de la bomba KSB – Movitec



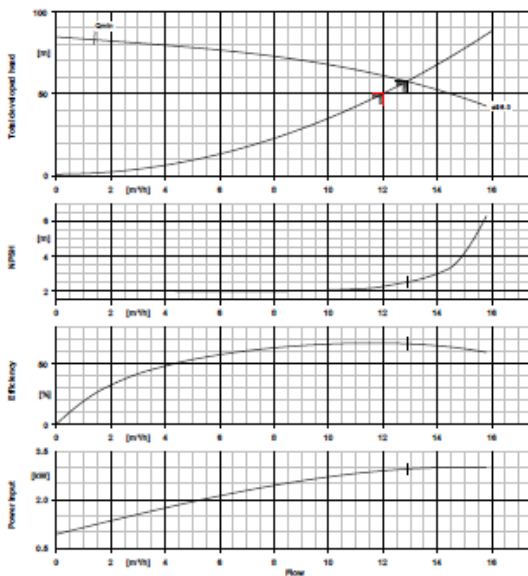
Customer item no.:
Communication dated:
Doc. no.: Quick quote
Quantity: 1

Number: ES 5736981
Item no.:100
Date:
Page: 3 / 8

MovitecV F010/05-B1D13ES112B6UW

Version no.:

High pressure Inline Pump



Pumped medium	Water
Pumped medium details	Clean water Not containing chemical and mechanical substances which affect the materials
Max. ambient air temperature	20.0 °C
Min. ambient air temperature	20.0 °C
Fluid temperature	80.0 °C
Actual flow rate	12.88 m³/h
Actual developed head	57.44 m
Efficiency	66.3 %
Power absorbed	2.95 kW
Pump speed of rotation	3510 rpm
Operating pressure (for indicated duty conditions)	8.05 bar.g
Static head	1.00 m
Design	Single system 1 x 100 %

Driver, accessories	
Driver type	Electric motor
Drive standard mech.	IEC
Drive standard elec.	IEC
Efficiency class	Efficiency class IE3 acc. to IEC60034-30-1
Motor speed	3508 rpm
Frequency	60 Hz
Rated voltage	400 V
Rated power P2	4.00 kW
Performance limit P2max	4.60 kW
Available reserve	55.82 %
Rated current	7.2 A
Starting current ratio	7
Insulation class	F to IEC 34-1
Motor enclosure	IP55
Temperature sensor	3 PTC resistors
Terminal box position	90° (right)
Motor winding	460 V
Frequency inverter operation allowed	FI allowed
Motor noise pressure level	66 dBa

Design

Pump standard	KSB high pressure in-line international execution
Design	Close-coupled
Orientation	Vertical
Suction nominal dia.	DN 40
Connection standard discharge	EN 1092-2
Discharge nominal dia.	DN 40
Discharge nominal pressure	PN 25
Shaft seal	Single acting mechanical seal
Material code	Q1BEGG-WRC
Shaft seal code	13
Seal chamber design	Standard seal chamber
Contact guard	With
Impeller diameter	96.0 mm
Direction of rotation from drive	Clockwise
Color	Graphite black (RAL 9011)

Materials V

Pump casing (101)	Stainless Steel 1.4308
Stage casing (108)	Stainless steel 1.4301
Cover (160)	Stainless steel 1.4301
Diffuser (171)	Stainless steel 1.4301
Shaft (210)	Chrome steel 1.4057+QT800
Impeller (230)	Stainless steel 1.4301

Anexo D

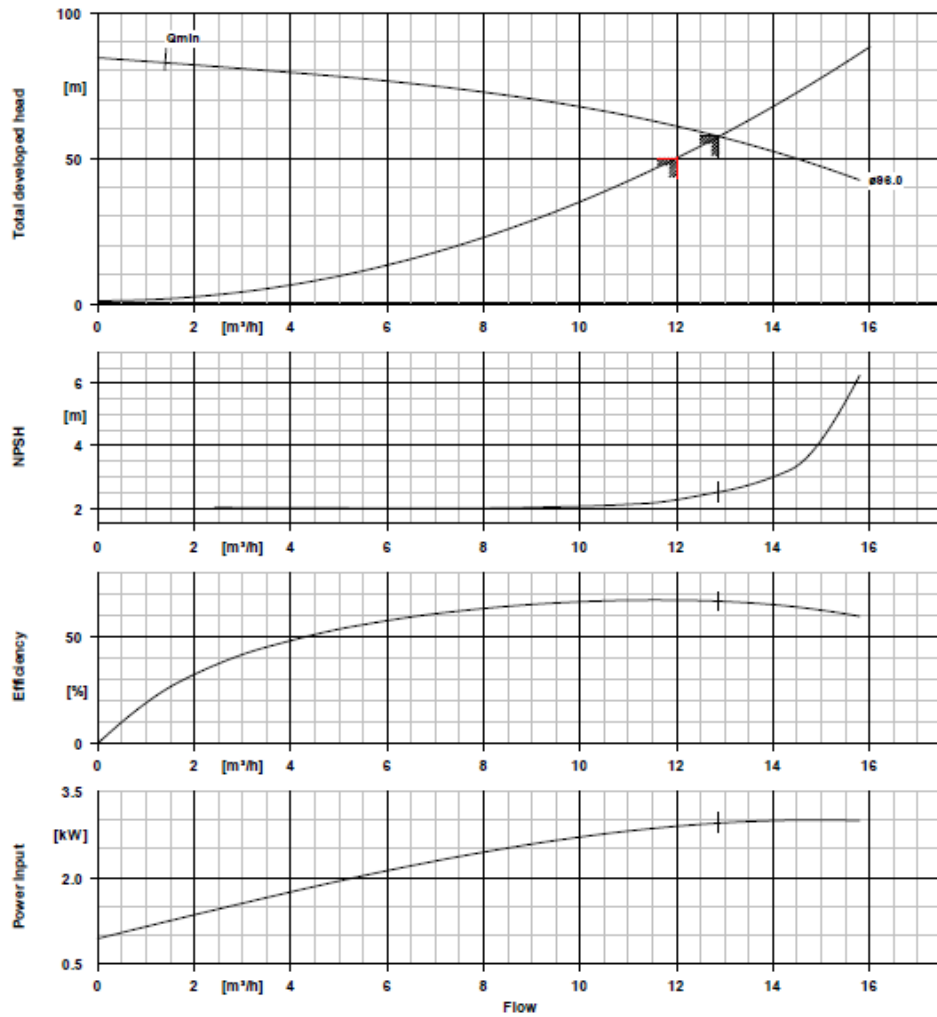
Curva característica de la bomba KSB . Movitec y su eficiencia

Customer item no.:
Communication dated:
Doc. no.: Quick quote
Quantity: 1

Number: ES 5736981
Item no.:100
Date:
Page: 4 / 8

MovitecV F010/05-B1D13ES112B6UW
High pressure Inline Pump

Version no.:



Curve data

Speed of rotation	3510 rpm	Efficiency	66.3 %
Fluid density	972 kg/m^3	Power absorbed	2.95 kW
Viscosity	0.37 mm^2/s	NPSHR	2.51 m
Flow rate	12.88 m^3/h	Curve number	Mov10TNG3500/2
Requested flow rate	12.00 m^3/h	Effective impeller diameter	96.0 mm
Total developed head	57.44 m	Acceptance standard	Tolerances to ISO 9906
Requested developed head	50.00 m		Class 3B; below 10 kW
			acc. to paragraph 4.4.2

Anexo E

Dimensiones de la bomba seleccionada

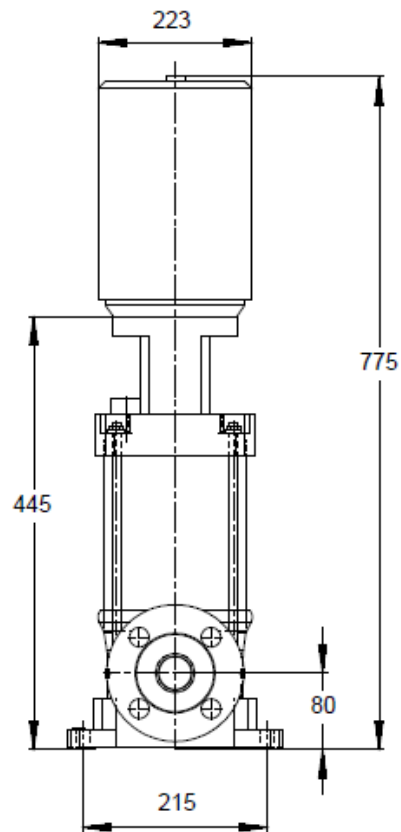
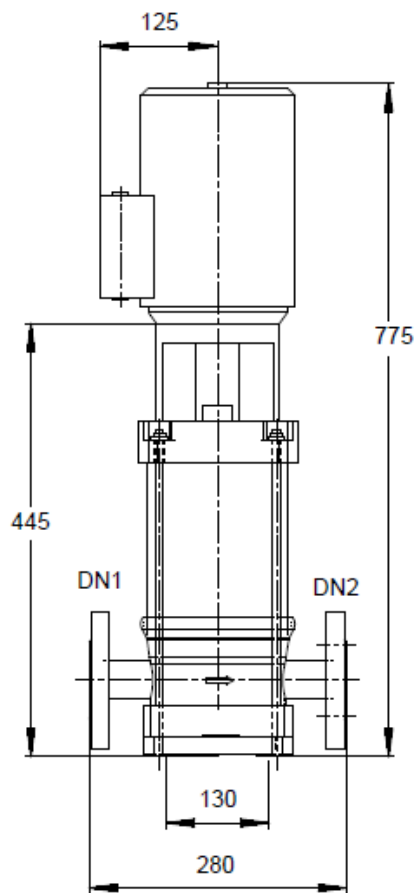
Customer item no.:
Communication dated:
Doc. no.: Quick quote
Quantity: 1

Number: ES 5736981
Item no.:100
Date:
Page: 6 / 8

MovitecV F010/05-B1D13ES112B6UW

Version no.:

High pressure Inline Pump



Drawing is not to scale

Dimensions in mm

Anexo F

Ficha técnica del motorreductor seleccionado

Información del producto



Descripción de catálogo

SAF77DRN90L4/2W

Motorreductores de tornillo sin fin S..DRN.. (IE3)

Datos de producto

Velocidad nominal del motor	[1/min] : 1767
Velocidad de salida	[1/min] : 16
Índice de reducción total	: 107.83
Par de salida	[Nm] : 645
Factor de servicio SEW-FB	: 1.70
Posición de montaje	: M4A
Pintura imprimación/CapaFinal	: 3003 Rojo rubí (51330030)
Posición de conexión/caja de bornas	[°] : 0
Entrada de cable/ Posición del conector	: X
Eje hueco	[mm] : 50
Tipo de diseño	: Reductor con brida B5 y eje hueco
Salida de carga radial permitida a n=1750	[N] : 16000
Cantidad de lubricante 1er reductor	[Litro] : 5.8
Diámetro de la brida	[mm] : 250
Brida	: 250
Potencia del motor	[kW] : 1.5
Factor de duración	: S1-100%
Clase eficiente	: IE3
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%] : 83.84 / 86.12 / 86.5
Marcado CE	: No
Tensión del motor	[V] : 230/460
Esquema de conexionado	: R76
Frecuencia	[Hz] : 60
Corriente nominal	[A] : 6 / 3
Cos Phi	: 0.70
Clase de aislamiento	: 155(F)
Tipo protección del motor	: IP65
Requisito del diseño	: USA (UR) / Canada (CSA)
Momentos de inercia de masa (en [10 ⁻⁴ kgm ²] referencia al lado de entrada)	
Peso	[kg] : 89,00



Características adicionales

Visor de aceite 1 visor de aceite
USA (UR) / Canadá (CSA)
Aislamiento térmico 155(F)
Grado de protección IP 65
Tensión, frecuencia, bobinado
Color: 3003 Rojo rubí (51330030)
2º extremo de eje 14X30

Anexo G

Datos técnicos del modelo de rodamiento UCF 205 de SKF

Performance

Basic dynamic load rating	14 kN
Basic static load rating	7.8 kN
Limiting speed	5 850 r/min
Note	Limiting speed with shaft tolerance h6

Properties

Housing type	Flanged
Flanged housing type	Square
Number of bolt holes for fasteners	4
Fastening bolt hole type	Plain
Retaining feature, inner ring	Set screws
Bore type	Cylindrical
Rubber seating ring	Without
Material, housing	Cast iron
Material, bearing	Bearing steel
Coating	Without
Sealing, bearing	Seal and flinger on both sides
Sealing type	Contact, standard
Sealing, unit	Optional end cover
Lubricant	Grease
Relubrication hole	With
Grease fitting	With

Logistics

Product net weight	0.67 kg
--------------------	---------

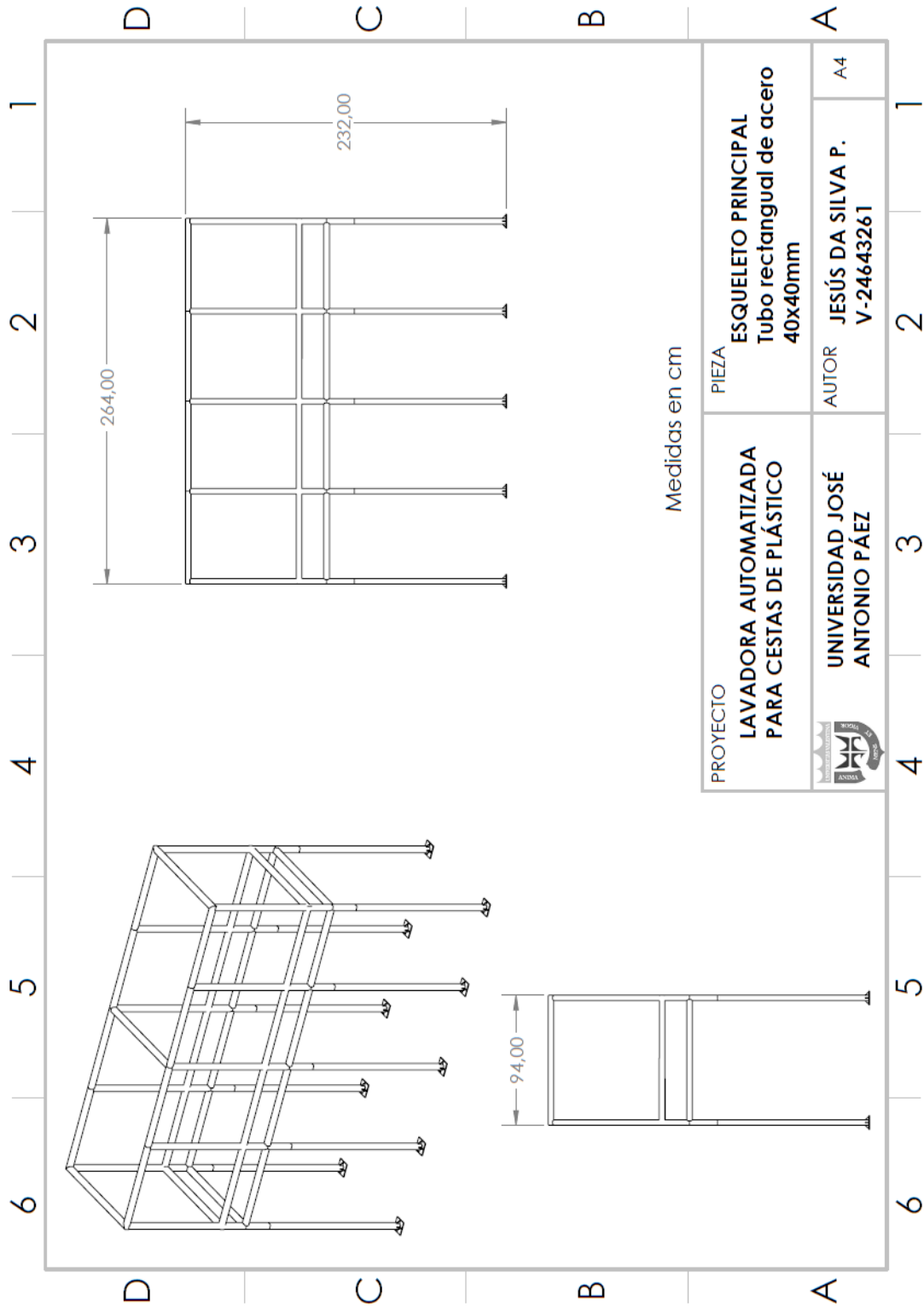
Anexo G

Ficha técnica de la resistencia seleccionada

Flange standard :	EN 1092-1
Flange nominal diameter :	80
Immersion heater power (W) :	21000
Power tolerance :	+5/-10%
Supply voltage :	400 V 3P
Maximum permissible temperature / TS max (°C) :	110
Maximum operating temperature (°C) :	100
Maximum permissible pressure / max P5 (bar) :	13
Specific load (W/cm2) :	12
Immersion length A (mm) :	770
Number of heating elements :	3
Shape of heating elements :	Simple pins
Heating element diameter (mm) :	16
Heating elements material :	316L Stainless steel
Heating element treatment :	Stripped and passivated
PN Flange :	16
Flange form facing :	Elevated face - Type B1
Flange material :	INOX316L
Flange treatment :	No treatment
Joint between pins and flange :	Welded
Heating element terminals :	M6 steel threaded terminals
Heating element coupling :	Delta
Non-heating length Nh (mm) :	150
Connector offset B (mm) :	60
Max. pin bundle diameter ØF (mm) :	70
Sealing of heating elements :	WP+ - Resin (Reinforced sealing, 160 °C max. at terminals)
Control or safety device no. 1 :	Bare thermowell Ø 8 mm internal
Installation of control and safety devices :	In the fluid
Size T (mm) :	500
Protection box :	A2 Terminal box - IP55 - Painted aluminium
Cable gland diameter :	PE2516
Cable gland material :	Polyamide
Additional information :	Heating elements can be star-coupled for 7000 W power and a specific load of 4 W/cm2
Weight (kg) :	9.8

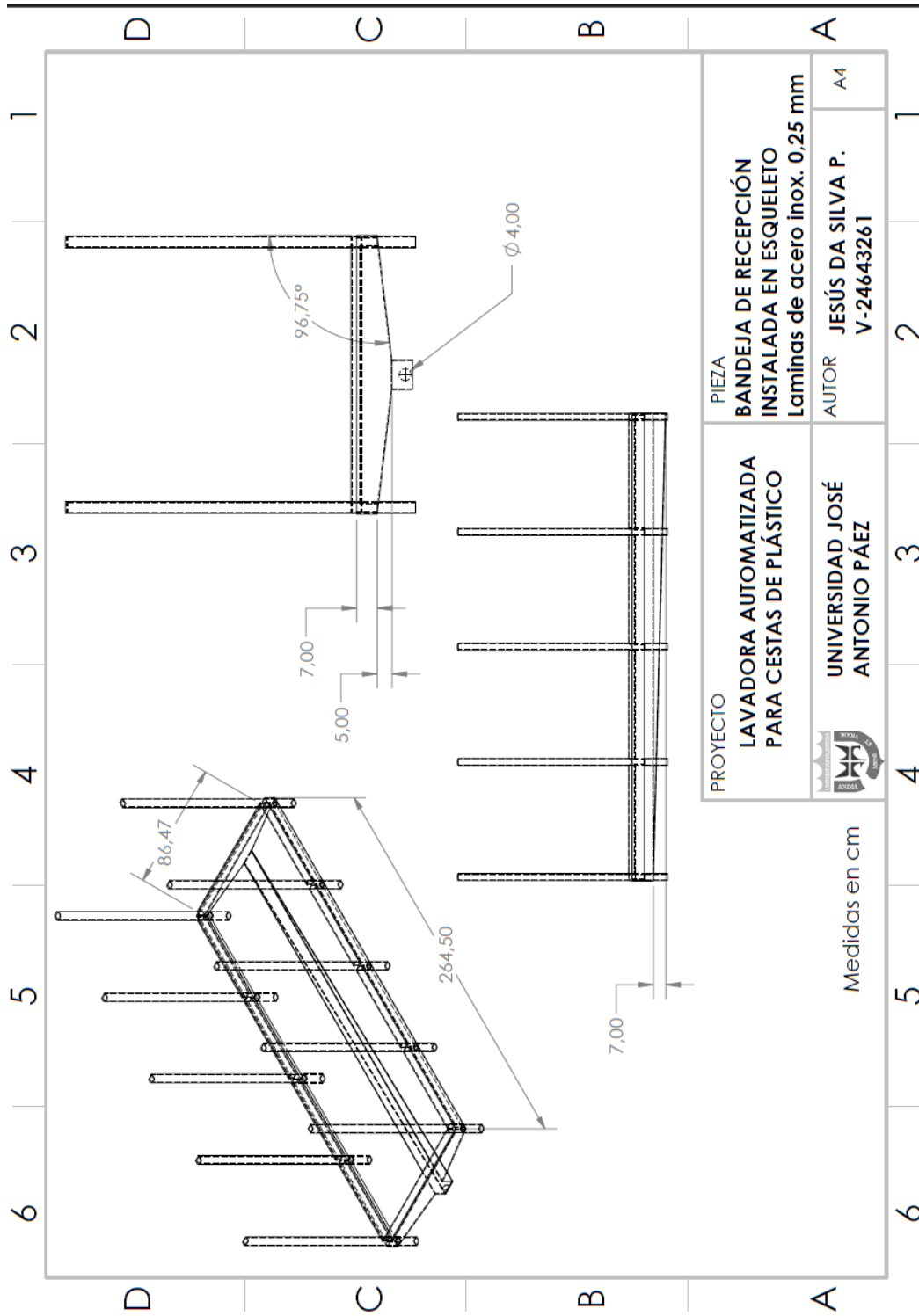
Anexo H

Plano del esqueleto principal



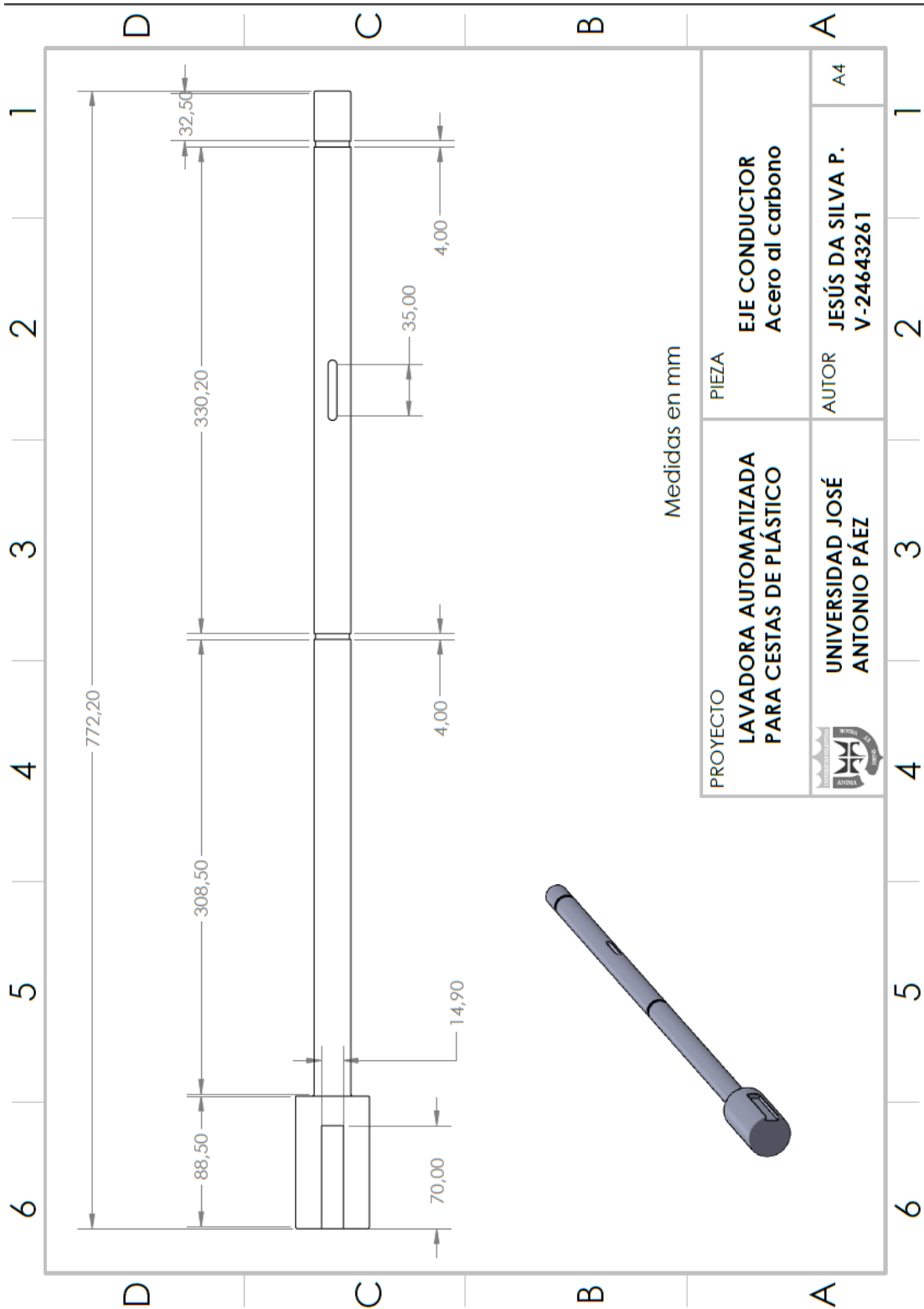
Anexo I

Plano de la sección de la bandeja



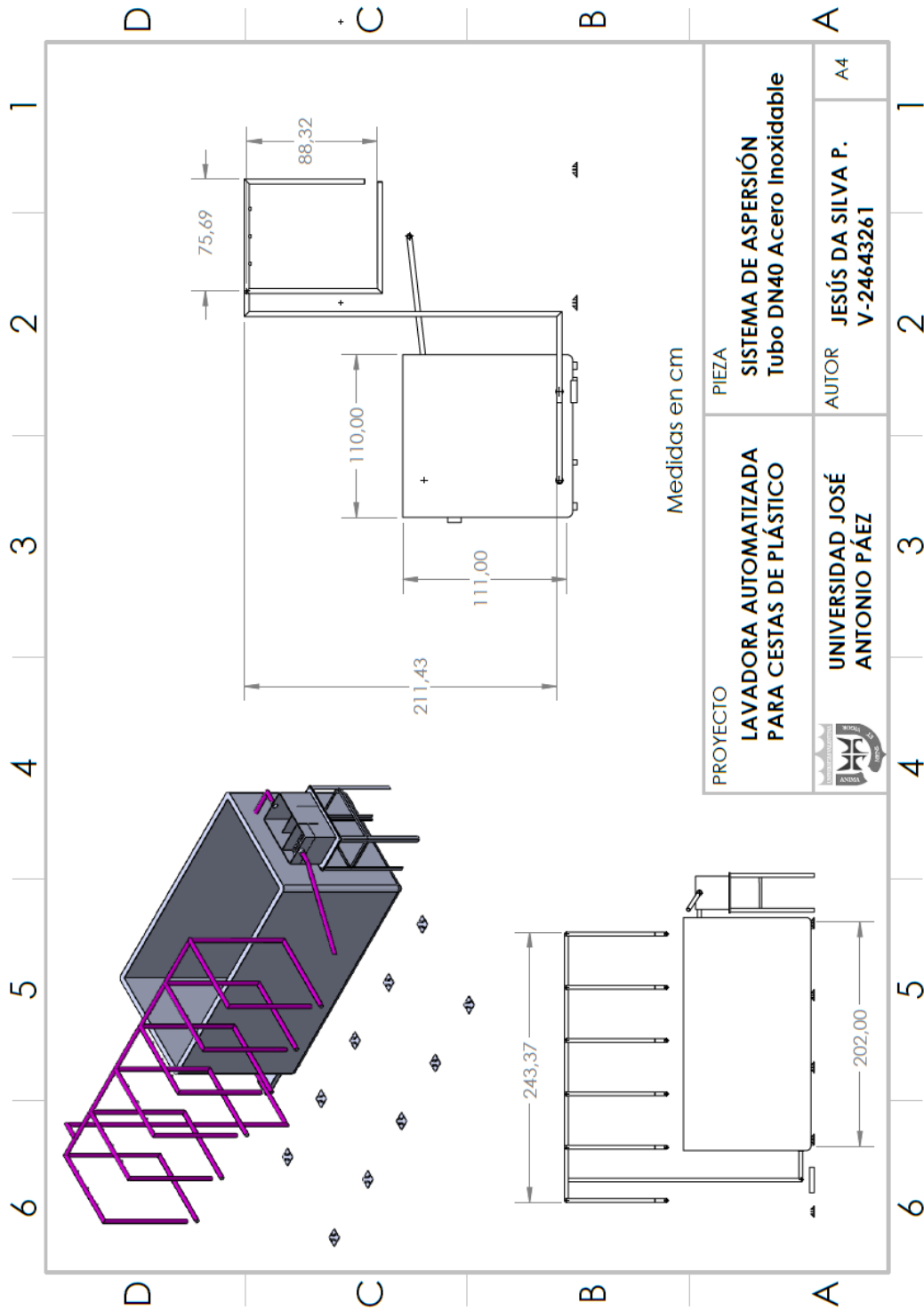
Anexo J

Plano del eje conductor



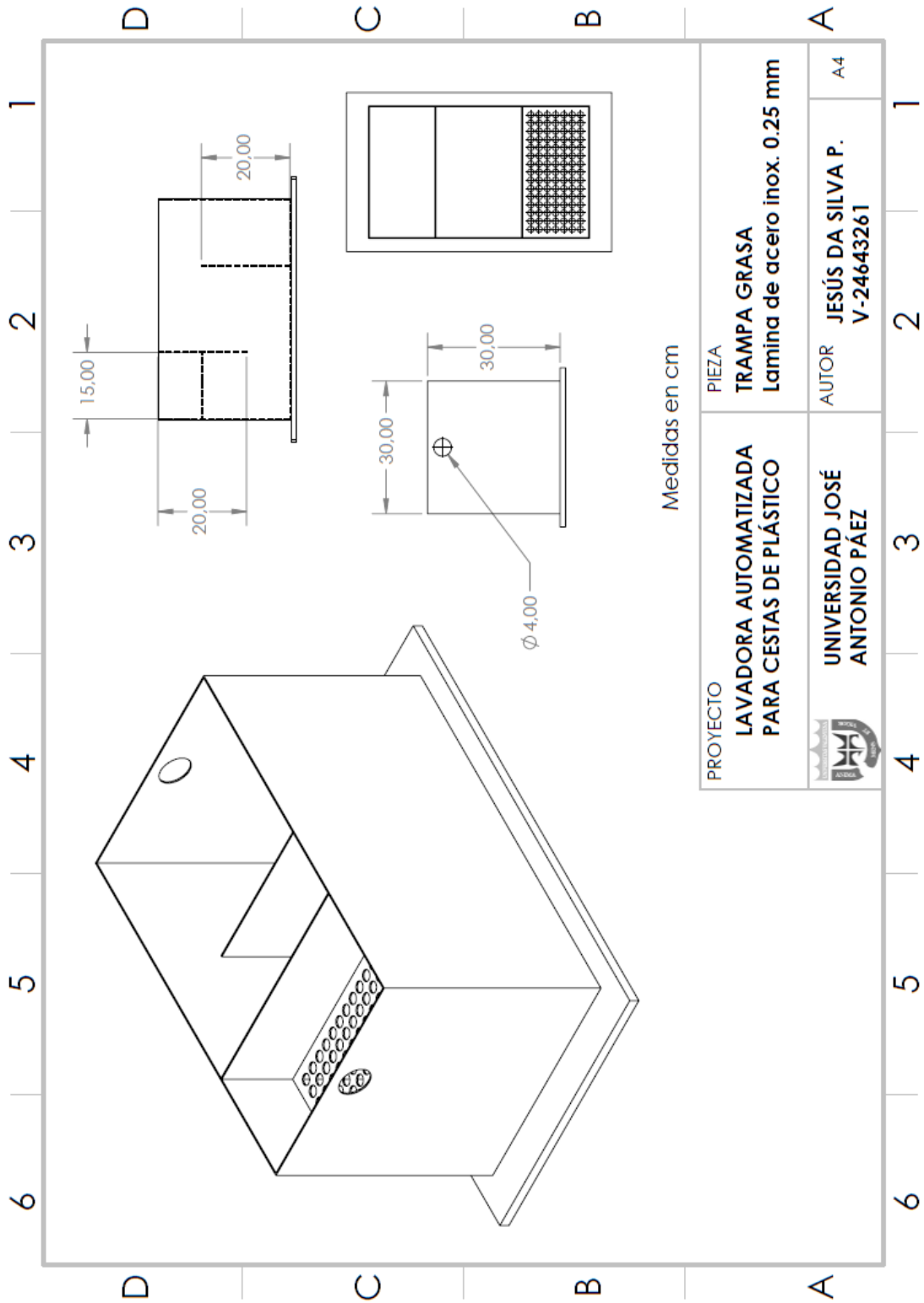
Anexo K

Plano del sistema de aspersión



Anexo L

Plano del esqueleto principal



Apéndice

Apéndice A



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA

- Indique su función dentro de la empresa
- Proceda a leer detenidamente cada una de las preguntas
- Responda de manera objetiva
- En caso de dudas, consulte con la persona encargada de aplicar el cuestionario

N°	Guion de entrevista
1	Desde su experiencia en el área de procesamiento de pescados, ¿Cuáles considera Ud. que son las variables a tomar en cuenta para considerar que una cesta se encuentra limpia y lista para ser utilizada?
2	Desde su óptica, ¿Con que frecuencia se realiza una sesión de lavado, y cuantas cestas tienen que acumularse para tomar la decisión?
3	Según su práctica, ¿Cuánto tiempo le toma dejar una cesta totalmente limpia?
4	En su opinión ¿Describa usted qué materiales y que métodos se utilizan para el proceso de lavado de la cesta?
5	En función de su experiencia ¿En qué otras actividades de la empresa se enfocarían usted en caso implementarse el sistema de lavado automatizado?

Apendice B



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		

Fecha: 13/10/2023


 Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ing. Industrial. / Dra. Innovaciones Educativas.
--	--

Apendice C



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		

Fecha: 13/10/2023

Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	<p><i>Ing. Electricista</i> <i>Especialista en Docencia para la Educación Superior</i> <i>Magister Scientiarum en Instrumentación</i></p>
--	---

Apendice D




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		

Fecha: 13/10/2023


Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:

Ingeniero Mecánico
Dsa. en Ciencias de la Educación