



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE MÁQUINAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO IMPLEMENTANDO TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 CON ÉNFASIS EN LA ESCALABILIDAD DE LOS PRODUCTOS Y SOSTENIBILIDAD DE LA OPERACIÓN DE MANUFACTURA

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Industrial

AUTORES:

Cristhian David Suarez Vallejo

Eduardo Emilio Chong Cevallos

Tutor: Ing. Eduardo Gonzalez Vásquez PhD.

Guayaquil - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Cristhian David Suarez Vallejo con documento de identificación N° 0954299343 y Eduardo Emilio Chong Cevallos con documento de identificación N° 0930188842 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico “Diseño de una línea de producción para la fabricación de máquinas de cultivo hidropónico implementando tecnologías de la industria 4.0 con énfasis en la escalabilidad de los productos y sostenibilidad de la operación de manufactura”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.


En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 21 de febrero del año 2024

Atentamente,



Cristhian David Suarez Vallejo



Eduardo Emilio Chong Cevallos

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Angel Eduardo Gonzalez Vasquez con documento de identificación N° 0911019529 docente de la Universidad POLITECNICA SALESIANA DE GUAYAQUIL, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE MÁQUINAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO IMPLEMENTANDO TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0 CON ÉNFASIS EN LA ESCALABILIDAD DE LOS PRODUCTOS Y SOSTENIBILIDAD DE LA OPERACIÓN DE MANUFACTURA” realizado por Cristhian David Suarez Vallejo con documento de identificación N° 0954299343 y Eduardo Emilio Chong Eduardo con documento de identificación N° 0930188842, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 21 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Angel Eduardo Gonzalez Vasquez, PhD.

0911019529


CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Cristhian David Suarez Vallejo con documento de identificación N° 0954299343 y Eduardo Emilio Chong Cevallos con documento de identificación N° 0930188842 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico “Diseño de una línea de producción para la fabricación de máquinas de cultivo hidropónico implementando tecnologías de la industria 4.0 con énfasis en la escalabilidad de los productos y sostenibilidad de la operación de manufactura”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 21 de febrero del año 2024

Atentamente,



Cristhian David Suarez Vallejo

0954299343



Eduardo Emilio Chong Cevallos

0930188842

DEDICATORIA

Se los dedico a mis padres, que es el resultado de muchos años de esfuerzo y dedicación. Sin su amor, apoyo y sacrificios, no habría sido posible. Gracias por creer siempre en mí, incluso cuando yo no creía en mí mismo. Gracias por estar siempre ahí, para apoyarme y animarme, incluso en los momentos más difíciles. Ellos han sido los pilares fundamentales en mi vida, enseñándome a nunca rendirme y siempre andar con la mejor versión de mí.

También quiero dedicar este trabajo a mis hermanos, quienes han sido parte importante de mi vida y han compartido conmigo momentos inolvidables. A mi enamorada, que iluminas mi vida con tu presencia y amor. Con ustedes, mi camino se llena de bendiciones y felicidad.

Cristhian David Suarez Vallejo

Le dedico este proyecto a mi familia el gran motor que me ha impulsado durante toda mi vida a alcanzar metas dándome herramientas y fortaleza al pasar de los años. Quiero al mismo tiempo agradecer a mis abuelos los cuales me cuidaron desde pequeño y me inculcaron valores además de historias llenas de experiencia. Le extiendo también estos agradecimientos a mis amigos más cercanos que han sido grandes compañeros, no solo me han dado su compañía, soporte y acompañamiento, también me han dotado de herramientas, reconocimiento y su confianza. Dedico también este apartado a mis compañeros de la vida laboral que he encontrado que me han guiado, instruido y formado sin pedir nada a cambio, personas que son capaces de ir más allá de sus obligaciones para demostrar lo que su profesión es capaz de lograr.

Eduardo Emilio Chong Cevallos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme culminar este paso muy importante en mi vida y en la de mis seres queridos. A la Universidad Politécnica Salesiana y a todos sus docentes, les agradezco por los conocimientos adquiridos. Agradezco a mi trabajo por brindarme la oportunidad de completar mi carrera profesional. En especial, quiero agradecer a mis padres, por su apoyo incondicional en todas las metas y logros que he alcanzado hasta hoy; este logro obtenido va dedicado a ellos. Ellos me dan la fuerza y la motivación para seguir adelante. Les agradezco de antemano todo el apoyo brindado."

Cristhian David Suarez Vallejo

Agradezco en primer lugar a mi hermoso país, esta tierra llena de bendiciones y oportunidades donde caen gotas de agua, un rayo de sol y la vida brota sin impedimentos extendiéndose por las montañas moviéndose entre ríos y conquistando valles, paramos, manglares este mundo variante de experiencias culturas, climas e historias son quizás el patrimonio más grande que uno puede tener, que suerte estar en Ecuador, tierra llena de recursos. Agradezco a mi madre y mi padre que siempre se han mantenido preocupados por mi desarrollo y crecimiento, infinitamente me encuentro agradecido con el apoyo económico, moral y de significancia ya que gracias a mis padres reconozco el valor del esfuerzo y lo que es capaz de lograr. Agradezco a mis abuelos que desde el primer recuerdo que tengo de crear algo, de experimentar y aventurarme en el mundo, siempre ha iniciado con su compañía, le agradezco a Dios que la oportunidad de que mis abuelitos me vean cumplir esta meta tan importante y que me acompañen con su presencia al saborear la gloria de un logro nuevo y el porvenir de nuevas oportunidades.

Eduardo Emilio Chong Cevallos

RESUMEN

En este proyecto técnico se analiza, dimensiona y diseña un sistema hidropónico con el objetivo de crear una solución a nivel privado para los altos costos de la seguridad alimentaria, para lo cual se analizó la plausibilidad y realidades del mercado local al constatar la inexistencia de soluciones enfocadas en la manufactura de los elementos necesarios para un correcto y eficiente desarrollo de sembríos verticales utilizando de manera eficiente el espacio. Se propone el diseño de estructuras modulares y los añadidos necesarios para el cultivo hidropónico y manufacturarlos de tal manera que sea plausible y utilice la menor cantidad de horas humanas y recursos por la esperada baja demanda inicial. Se propone un sistema hidropónico que consta de los partes principales más complicados de conseguir por el usuario final, por lo tanto, se decide desarrollar un marco robusto, resistente y modular sobre el cual se pueda aplicar la escalabilidad y sencillo cambio de partes para refacciones, estas partes son tantos conseguidos por outsourcing o la transformación de materia prima como láminas de metal o perfiles metálicos. Definidas los contenidos de los productos a ensamblar y proveer, se logra dimensionar correctamente las maquinarias y puestos de trabajo necesarios, tanto, así como funciones, herramientas y la maquinaria necesaria. Para el diseño del modelo en 3D se utilizó un diseño directo a 3D creando piezas individuales y verificando dimensiones deseadas y la funcionalidad del prototipo dentro del ambiente en tiempo real de ensamble que ofrece Autodesk inventor. En cuanto a la línea de producción la Herramienta Tecnomatix de siemens genera los modelos de la línea de producción además de dar lugar a futuras expansiones agregando fallas en observadas en la realidad y poder controlar flujos de recursos ya sean esto de personal o de recursos o maquinaria.

Palabras claves: Sistema hidropónico, diseño en 3D, herramienta Tecnomatix.

ABSTRACT

In this technical project, a hydroponic system is analyzed dimensioned, and designed with the aim of creating a private solution for the high costs of food security, for which the plausibility and realities of the local market were analyzed by verifying the lack of solutions focused on the manufacture of the necessary elements for a correct and efficient development of vertical crops using space efficiently. It is proposed, the design of modular structures and the necessary add-ons for hydroponic cultivation and manufacture them in such a way that it is plausible and uses the least amount of human hours and resources due to the expected low initial demand. A hydroponic system is proposed that consists of the main parts that are more complicated to obtain by the end user, therefore, it is decided to develop a robust resistant, and modular framework on which scalability and simple change of parts for spare parts can be applied, these parts are so achieved by outsourcing, or the transformation direct of materials such as metal sheets or metal profiles. Once the contents of the products to be assembled and supplied have been defined, it is possible to correctly size the necessary machinery and workstations, as well as functions tools, and the necessary machinery. For the design of the 3D model, a direct-to-3D design was used, creating individual parts, and verifying desired dimensions and prototype functionality within the real-time assembly environment offered by Autodesk inventor. As for the production line, the Siemens Tecnomatix Tool generates the models of the production line, in addition to giving rise to future expansions, adding failures in the production line.

Key words: Hydroponic System, 3D Design, Tecnomatix Too.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	I
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
TITULO.....	XIX
GLOSARIO DE TERMINOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
PROBLEMÁTICA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
1.3 GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO	8
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	10
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10

CAPITULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 HIDROPONÍA.....	11
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA HIDROPONÍA.....	11
2.3 PARTES DEL CULTIVO HIDROPÓNICO	14
2.4 TIPOS DE CULTIVO HIDROPÓNICO	15
2.4.1 SOLUCIÓN NUTRICIONAL	15
2.5 INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0	17
2.5.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	17
2.5.2 MANUFACTURA ADITIVA Y SU PAPEL EN LA INDUSTRIA 4.0.	18
2.6 LÍNEA DE PRODUCCIÓN	19
2.6.1 DEFINICIÓN Y TIPOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	19
2.6.2 PUESTOS DE TRABAJO EN LÍNEAS DE MANUFACTURA Y LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD EN LA LINEA DE MANUFACTURA.....	19
2.7 SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN	20
2.7.1 LA ECONOMÍA CIRCULAR Y SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN.....	20
2.7.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y CÓMO MINIMIZARLO.....	21
2.8 BIORREMEDIACIÓN AMBIENTAL	21
2.8.1 MONITOREO Y CONTROL DE CONTAMINANTES.....	22
2.9 ESTUDIO DE MERCADO Y DEMANDA DE MÁQUINAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO.	22
2.9.1 ANÁLISIS DE RIESGOS Y DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA PRODUCCIÓN.	23

CAPITULO III	24
MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	24
3.2 METODOLOGÍA	25
3.3 DESGLOSE DE COSTOS	29
3.4 DISEÑO DE PIEZAS EN EL SOFTWARE INVENTOR	31
3.4.1 ANILLO DE PRESIÓN.....	31
3.4.2 BRACKETS.....	32
3.4.3 PATA PARA FIJACIÓN AL PISO.....	33
3.4.4 TANQUE DE 45 LITROS	34
3.4.5 TAPA PVC	35
3.4.6 TAPA TANQUE B	36
3.4.7 TAPA TANQUE TUBOS.....	36
3.4.8 TRAY PLASTIC	37
3.4.9 TUERCA.....	38
3.4.10 TUBO PVC SIN TAPA.....	39
3.4.11 BISAGRA PISO O PARED.....	40
3.4.12 BISAGRA UNIÓN	41
3.4.13 VÁLVULA DIVISORA DE CAUDAL.....	42
3.5 LÍNEA DE PRODUCCIÓN	43
3.5.1 SECCIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	44
3.6 PUESTOS DE TRABAJO	50
3.6.1 SOLDADOR.....	50

3.6.2	ESTIBADOR.....	51
3.6.3	ENSAMBLADOR 1 Y ENSAMBLADOR 2.....	52
3.6.4	PINTOR.....	54
3.6.5	OPERADOR.....	55
3.7	HERRAMIENTAS.....	57
3.7.1	CALIBRADOR DE BERNIER.....	57
3.7.2	PULIDORA.....	57
3.7.3	MARTILLO.....	58
3.7.4	CEPILLO DE METAL.....	58
3.7.5	TUBO DE PEGAMENTO.....	59
3.7.6	BROCHA.....	59
3.7.7	CINTA Y PAPEL DE EMBALAJE.....	60
3.7.8	CARTÓN.....	60
3.8	EQUIPOS DE PROTECCIÓN (EPP).....	61
3.8.1	CASCO.....	61
3.8.2	CAMISA DE TRABAJO.....	61
3.8.3	ZAPATOS CON PUNTA DE ACERO.....	62
3.8.4	GUANTES ANTI - CORTE.....	62
3.8.5	INDUMENTARIA DE SOLDADURA Y MÁSCARA DE SOLDADURA.....	62
3.8.6	MÁSCARA FILTRADORA, OVERALL DE PINTURA Y GAFAS DE PINTURA...	63
3.8.7	GUANTES ANTI – IMPACTOS.....	63
3.8.8	GUANTES DE NITRILO Y MÁSCARA FILTRADORA:.....	63
3.9	MAQUINARIAS.....	64

3.9.1	MÁQUINA PUNCH PRESS INDUSTRIAL	64
3.9.2	CORTADORA DE DISCO INDUSTRIAL	65
3.9.3	SOLDADORA MIG (METAL INERT GAS).....	66
3.9.4	GUÍAS DE SOLDADURA	67
3.9.5	MÁQUINA DE PINTURA.....	68
3.9.6	TALADRO VERTICAL	69
3.9.7	EMPAQUETADO Y MÁQUINAS DE TRANSPORTE.....	70
CAPÍTULO IV		73
RESULTADOS		73
4.1	RESULTADO DE ENSAMBLE FINAL DEL DISEÑO CREADO EN INVENTOR .	73
4.2	MODELOS FINALES A TOMAR EN CUENTA EN DISEÑO DE LÍNEA.....	74
4.3	TIPOS DE USO DE PRODUCTO PARA DEMOSTRAR ESCALABILIDAD Y MODULARIDAD.....	76
4.4	ELEMENTOS Y PROCEDENCIA: INTERNA/EXTERNA.....	79
4.5	PUESTOS DE PRODUCCIÓN SEGÚN APRENDIZAJE DEL DISEÑO.....	80
4.6	AMBIENTE DE DISEÑO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	82
4.7	CONSIDERACIONES DEL DISEÑO	83
4.8	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS AL DISEÑO	86
4.9	SIMULACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN	87
4.10	RESULTADO INICIAL DE ANÁLISIS DE MODELADO Y SIMULACIÓN	89
4.11	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	90
4.12	DESGLOSE DE ACTIVIDADES	91
4.13	CONCLUSIONES.....	92

4.14	RECOMENDACIONES.....	93
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
	ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anillo de presión.	31
Figura 2. Brackets.	32
Figura 3. Pata para fijación al piso.	33
Figura 4. Tanque de 45 litros	34
Figura 5. Tapa PVC.	35
Figura 6. Tapa tanque B.	36
Figura 7. Tapa tanque tubos.....	36
Figura 8. Tray Plastic.	37
Figura 9. Tuerca.....	38
Figura 10. Tubo PVC sin tapa.....	39
Figura 11. Bisagra piso o pared.	40
Figura 12. Bisagra unión.....	41
Figura 13. Válvula divisora de caudal.	42
Figura 14. Soldador.....	50
Figura 15. Estibador.....	51
Figura 16. Pintor.	54
Figura 17. Operador.	55
Figura 18. Calibrador de Bernier.	57
Figura 19. Pulidora.	57
Figura 20. Martillo.....	58
Figura 21. Cepillo de metal.....	58
Figura 22. Tubo de pegamento	59

Figura 23. Brocha.	59
Figura 24. Cinta y papel de embalaje.	60
Figura 25. Cartón.....	60
Figura 26. Máquina Punch.....	64
Figura 27. Cortadora de disco industrial.....	65
Figura 28. Soldadora MIG.....	66
Figura 29. Persona soldando.....	67
Figura 30. Máquina de pintura.....	68
Figura 31. Taladro Vertical	69
Figura 32. Máquinas de transporte.	70
Figura 33. Sustrato del tubo de PVC.	73
Figura 34. Diferencia visual y de la capacidad de uso de sombras y flexiones.....	74
Figura 35. Sistema de diseño basado en placas de metal.....	75
Figura 36. Metales empleados en la implementación.....	75
Figura 37. Diseño “Side by side”.	76
Figura 38. Diseño “Back to back”.....	77
Figura 39. Estructuras de diseño.....	77
Figura 40. Ejemplo de conexión en correas.....	78
Figura 41. Tecnomatix	82
Figura 42. Primera estación	84
Figura 43. Segunda estación	85
Figura 44. Esbozo final del área	85
Figura 45. Vista de elementos del área	86

Figura 46. Vista en 3D del área.....	87
Figura 47. Model Source	88
Figura 48. Tiempo de línea del proyecto	90
Figura 49. Aumento de horas de línea de trabajo	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Medición y descripción	12
Tabla 2. Nutrientes y función.	16
Tabla 3. Tabla de precios	30
Tabla 4. Proveedores y transformación.	79
Tabla 5. Secciones y acciones	80
Tabla 6. Puestos de trabajo necesarios.	82
Tabla 7. Elementos utilizados en el proyecto	83
Tabla 8. Diferenciación de metales y no metales en el ensamble final	89
Tabla 9. Detalles del tiempo la construcción de prototipo	91
Tabla 10. Detalles del tiempo la construcción de prototipo	91

TITULO

Diseño de una línea de producción para la fabricación de máquina de cultivo hidropónico implementando tecnología de la industria 4.0 con énfasis en la escalabilidad de los productos y sostenibilidad de la operación de manufactura.

GLOSARIO DE TERMINOS

Componentes: Partes que constituye al sistema hidropónico, como soportes físicos, tanques para disoluciones, y otros elementos necesarios para su funcionamiento.

Diseño: Conceptualización y creación de los diferentes elementos del sistema hidropónico, asegurando su funcionalidad y eficiencia.

Resistencia a patógenos: Desarrollo de un sistema hidropónico que sea capaz de resistir la aparición y propagación de organismos patógenos que podrían dañar las plantas cultivadas.

Sistema cerrado de irrigación: Garantiza que el agua utilizada en el sistema hidropónico se recircule de manera eficiente, reduciendo así el desperdicio y el consumo de agua.

Distribuidor de caudal: Asegurar una distribución uniforme del agua y los nutrientes a lo largo del sistema, garantizando un crecimiento óptimo de las plantas en todos los niveles.

Bomba: Encargada de impulsar el agua y los nutrientes a través del sistema de irrigación, asegurando que lleguen a todas las plantas de manera eficiente.

Ductos: Son los conductos por donde circula el agua y los nutrientes, conectando todos los componentes del sistema hidropónico y asegurando una distribución adecuada de los mismos.

Desertificación: Problemática agrícola que afecta la disponibilidad de tierras productivas, lo que resalta la importancia de métodos de cultivo como la hidroponía que pueden contribuir a mitigar este problema.

Modelado y simulación: Capacidad de utilizar herramientas como Autodesk Inventor para diseñar y simular componentes del sistema hidropónico antes de su producción física, lo que permite optimizar el proceso y reducir el desperdicio de recursos.

Sostenibilidad: Desarrollar sistemas agrícolas que sean ambientalmente sostenibles, eficientes en el uso de recursos y capaces de garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo.

Autodesk Inventor: Es una herramienta de modelado y diseño que permite crear y simular componentes del sistema hidropónico en un entorno virtual, facilitando el proceso de diseño y reduciendo los costos asociados.

Tecnomatix: Herramienta para simular y optimizar el proceso de producción de los componentes del sistema hidropónico, garantizando su eficiencia y calidad antes de su implementación física.

Película NFT: Es un método de cultivo hidropónico donde las plantas se cultivan en una delgada solución nutritiva. En este sistema, las raíces están expuestas al aire y reciben nutrientes a través de una película de solución que fluye constantemente.

Líneas productivas de Siemens: Son sistemas de fabricación que integran maquinaria, equipos y procesos, para la producción industrial.

INTRODUCCIÓN

En la siguiente tesis se lleva a cabo el diseño de un sistema hidropónico modular que busca dotar de implementos que no existen dentro del área local para llevar a cabo la práctica de los sembrados agricultura les protegidos en este caso la hidroponía de película nutricional llamada NFT, un tipo de sembrío denominado vertical por su utilización de arreglos que se extienden hacia arriba y constan de varios niveles. Para lo cual cada pieza tuvo que ser conceptualizada, dimensionado y diseñada para tener transformaciones sencillas en su línea de producción lugares de trabajo bien establecidos y de poca complejidad dando espacio a la recolección de desechos de los procesos de producción.

Los sistemas hidropónicos cuentan de componentes que logran su funcionamiento para sostener el uso cíclico del agua dentro de un sistema cerrado de irrigación lo cual permite ahorrar agua tanto en su costo como movilización. Los componentes más importantes son soportes físicos, soporte de raíces, tanque para disoluciones, distribuidor de caudal entre otros elementos que junto con un una bomba y ductos son capaces de crear un sistema resistente a la posibilidad de patógenos o la incidencia de un clima poco predecible.

Los sistemas hidropónicos no son muy conocidos en el mundo de la agricultura, aunque estos tienen una historia rica y diversa que data de 600 a.c, este no ha tenido la suficiente acogida por la abundante cantidad de recursos que existen en la tierra especialmente en localidades tan ricas en bio diversidad y climas como lo son el Ecuador. Sin embargo, nuevas problemáticas han comenzado a aparecer debido al uso indiscriminado y poco técnico de las tierras lo cual en la actualidad representa una posibilidad de desertificación de más del 40% de las áreas utilizadas para cultivo en la actualidad según el INEC, esto quiere decir que las tierras deberían pasar por un

proceso de remediación ambiental para poder ser fértiles o útiles. Al mismo tiempo el clima cada vez más variable limita la disponibilidad de tierras productivas.

En los años de pandemia, varios sectores del país sufrieron estragos en la cadena de suministros de los alimentos, provocando un desequilibrio marcado en los costos de los alimentos y por lo tanto dando un impacto negativo en la seguridad alimentaria las fricciones entre diferentes sectores, la falta de infraestructura tanto de almacenamiento o transporte conlleva a grandes pérdidas anuales. Por lo tanto, se debe buscar maneras más autónomas de alcanzar a contribuir a la seguridad alimentaria respuesta locales y que incluso se puedan aplicar sin límites de espacio, la agricultura hidropónica se muestra como una opción viable.

Actualmente nos encontramos en nuevos paradigmas referentes a la disciplina de la ingeniería industrial , la industria 4.0 y la sostenibilidad son movimientos actuales y de alta evolución debido a su creciente necesidad , debido al uso ineficiente de los recursos por lo tanto se vuelve importante la capacidad de modelar y simular componentes y poder trabajarlos en un ambiente virtual facilitan ágilmente el diseño al mismo tiempo que evita el uso de recursos hasta después de las pruebas de concepto y el diseño, esta herramienta es inventor de autodesk. Al mismo tiempo que se vuelve necesario plasmar la línea de producción mediante la simulación a través de Tecnomatix, la cual es una solución de simulación de líneas productivas de Siemens.

CAPITULO I

PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La salud alimentaria sufrió un desequilibrio bastante complejo en los años de confinamiento debido a la enfermedad del coronavirus desde el año 2020 hasta el año 2022, debido a como esta medida afecto tanto a los medios de producción como transportes de bienes e insumos necesarios para la correcta distribución de todos los insumos utilizados en la nutrición cotidiana, estos insumos se vieron escasos y en algunos casos inexistentes debido en parte a la diferencias climáticas y geográficas de las diferentes regiones del país lo cual afecto de manera negativa; las restricciones de movilidad entre provincias , el tiempo de adaptación de la mano obrera para adecuarse a horarios cambiantes y exigentes afectaron de manera negativa la seguridad alimentaria, al mismo tiempo la incidencia de sobre precios por falta de stock fue un tema preocupante en ese periodo.

Los problemas logísticos de alimentos en Ecuador son múltiples y variados entre ellos:

- La falta de infraestructura vial acorde a las necesidades de la demanda local todo el año y a través de diferentes condiciones cambiantes del clima (por ejemplo, el fenómeno del niño), lo que aumenta significativamente los precios de distribución de diferentes productos agrícolas afectando la capacidad de distribución, la posibilidad de distribución (por la naturaleza perecible de que corresponde a este tipo de producto) y los precios finales que el consumidor debe desembolsar.
- La infraestructura de almacenamiento no cumple con los estándares para garantizar la refrigeración y tipo de embalaje necesarios para asegurar la inocuidad

de los alimentos, y los medios de transporte carecen de las condiciones necesarias, por lo que se filtra durante los días de lluvia.

- La escasa coordinación entre los diferentes actores involucrados en la cadena de distribución de los productos esto incluye comerciantes, consumidores, intermediarios e incluso las autoridades de regulación debido a diferentes factores ya sean medio ambientales, de seguridad entre otros, no son lo suficientemente eficientes; el impacto ambiental negativo de la logística y la desertificación del suelo son problemas latentes los cuales son inherentes hasta cierto punto de la transportación y embalaje de este tipo de productos en particular. Por lo tanto, evitar la transportación, especialmente largas distancias.

Se debe tomar en cuenta también los factores económicos y culturales que afectan a la seguridad alimentaria, la seguridad alimentaria siendo está el acceso a formas correctas y eficientes de nutrición para las necesidades humanas básicas, los principales factores que contribuyen a una seguridad alimentaria ineficiente, son:

- La falta de cultura de parte del consumidor, esto debido a la baja presencia de proporciones adecuadas de alimentos debido a las necesidades de alimentación basadas en costumbres de sectores anteriores a los asentamientos modernos, esto especialmente visible en las zonas del litoral. La falta de un organismo público o privado que contemple las verdaderas necesidades fisiológicas del pueblo litoral La falta de un organismo público o privado que contemple las verdaderas necesidades fisiológicas del pueblo litoral.

- Como un problema paralelo o mejor dicho resultante de la falta de cultura de consumo es la falta de oferta en el mercado, menos se oferta menos se ve el mercado por lo tanto crece muy lentamente.

La falta de cambios en la forma del uso del suelo tomando en cuenta la correcta selección de sembríos para un tipo de terreno definido es una práctica realizada de manera poco técnica lo cual aumenta severidad a la contaminación presente en la tierra.

Además de los pocos avances de parte de la industria pública o privada que se encargue de fomentar y dotar de herramientas al sector agro ecuatoriano, en última instancia su rol de facilitador de transferencias de tecnologías no es cumplido de parte del estado ecuatoriano. Por lo tanto, es necesario fomentar una respuesta estas problemáticas a través de las faltas fundamentales que se pueden lograr observar al comparar ciertos sistemas de producción actuales y modernos con las alternativas locales, menos eficiente y más costosas referente al tiempo empleado en generar réditos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las características de la logística de los alimentos del Ecuador afectan directa o indirectamente la seguridad alimentaria; tanto así como los demás obstáculos como lo son la falta de infraestructura correcta, la falta de sincronización entre medios de transporte, tecnologías ya sean de transportes, almacenaje o embalaje, la escasa penetración de mercados novedosos afecta a la calidad de los alimentos sino que también de manera negativa arremete directamente a la competitividad dentro y fuera del área local referente a la capacidad de venta de estos insumos, para solucionar estos problemas se necesita un proceso que ayude a delimitar las problemáticas anteriores.

Como respuesta a los problemas mencionados, se ha ido desarrollando una tecnología que utiliza los recursos de forma circular, ahorrando agua y espacio de tierra usado para evitar la desertificación de la tierra y evitando su uso en primera instancia, esta tecnología tiene más de 400 años, pero tiene la capacidad de redefinirse a través de las diferentes tecnologías y su alcance.

La hidroponía constituye una alternativa para realizar cultivos en espacios reducidos con utilización de sustratos existentes en el medio que sirvan como sostén a la planta; mediante sistema protegido, con el empleo de fertirriego, la producción hortícola que se puede efectuar en cualquier época del año, evitando la costumbre de los agricultores sembrar solo en una temporada. En época difícil cuando el clima no es apto y los suelos están desgastados, haciendo hincapié a los conocimientos técnicos, se puede producir por medio de hidroponía, técnica que no necesita aplicaciones excesivas de productos químicos y es adaptable en espacio reducido empleando invernaderos sencillos y un sistema de riego localizado. (Sánchez, 1982)

Hoy podemos encontrar una hidroponía en diferentes usos para la correcta producción de material vegetal en espacios más pequeños, los sistemas hidropónicos utilizan sistemas cerrados de agua que contienen nutrientes que a su vez alimenta a todo un sistema de tubos y soportes que almacenan sustrato de crecimiento que aportara de sostén al material vegetal durante su maduración todo esto ordenado mediante arreglos geométricos , generalmente usando formas sencillas como racks, pirámides , apliques a pared entre otras, haciendo de este tipo de sistema bastante versátil debido a la flexibilidad de los materiales que lo componen y los componentes diseñados para funciones específicas que quizás no se encuentren en el mercado o sean complicados de fabricar por la complejidad de formas.

La finalidad de implementar sistemas hidropónicos es eliminar el comercio entre regiones de ciertos productos de alimentación como son las leguminosas, frutas, los brotes y vegetales cosechables a través del sembrío vertical, ya que usando estos sistemas de vanguardia tantos

problemas de comercialización, logística y recursos naturales, especialmente el uso del agua es reducido. La movilidad y escalabilidad de los sistemas hidropónicos son atractivos industrialmente considerando la viabilidad de fabricación y logística de entrega del producto final, al mismo tiempo que contiene elementos sencillos de fácil enseñanza esperando afianzar la relación con el cliente.

Como la tecnología ha tenido gran acogida nivel internacional y su uso se vuelve cada vez más prominente e inminente, acentuado por la crisis de recursos y clima que se observan en la actualidad. Como respuesta es necesario tener a nivel local el acceso a las herramientas e insumos necesarios para llevar a cabo esta transferencia tecnológica de manera eficiente para el usuario final, para ello se requiere crear una línea de producción para manufactura de sistemas de hidroponía ordenada, sustentable y eficiente.

En la actualidad, el interés por la hidroponía para la producción de cultivos en invernadero ha incrementado considerablemente, requiriéndose sin embargo de mayor difusión de la técnica y capacitación del usuario. La hidroponía se ha implementado con mucho éxito en países desarrollados, y puede muy bien ser implementada con tecnologías sencillas en zonas urbanas y suburbanas, en forma de huertos familiares, mejorando así las condiciones de vida, el nivel de ingresos y la alimentación de los pobladores en el área urbana y rural, sin que el espacio requerido sea una limitante para producir sus propios alimentos, con reducido uso de agroquímicos y por lo tanto obtener productos de mejor calidad, siendo su implementación una alternativa de alta viabilidad en comunidades en pobreza extrema. (López Elías, 2018).

Nos encontramos en una situación propicia para poder dar una transición lenta hacia un método de alimentación más sustentable mediante la creación de los productos relacionados a estos métodos de producción de material vegetal la cual puede ser impulsada por un mercado y un producto sano, listos para competir con las tecnologías actuales que podemos encontrar ya

implementadas en diferentes regiones del mundo. Para aquello se debe de dar lugar una idealización del producto a crear mediante el cual podamos dimensionar y plasmar una línea de producción que busque comenzar a suplir las posibles futuras demandas de estos sistemas.

1.3 GRUPO OBJETIVO BENEFICIARIO

El grupo objetivo principal es el área de Guayas ya que en esta área se encuentra una gran cantidad de asentamientos urbanos, incluyendo guayaquil que es una de las principales ciudades de Ecuador en la cual se centran problemas tan grandes como la cadena de suministro, cantidad y precio de agua pura, la logística del transporte entre los diferentes puntos de distribución existentes para productos comestibles.

El clima que cambia según diferentes regiones del Ecuador limita eficazmente el área en el que se podría replicar el sistema, ya que responden a las necesidades de las diferentes áreas con diferencias en humedad, temperatura, calidad de aire entre otros. En un futuro se puede destinar crear un producto que responda de manera más directa las necesidades de las demás regiones del país, se espera que la acogida de este sistema de como lugar un interés y una presencia solida en el público al pasar el tiempo.

Todos los sectores agrícolas sufren una inminente crisis que de no cambiarse actividades anteriores sufriremos daños irreversibles a los diferentes ecosistemas que sostienen nuestras producciones de alimentos verdes.

Se estima que en el Ecuador un 11% de su territorio está compuesta de tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas en donde habitan alrededor de un millón habitantes, y que están sujetas a procesos acelerados de degradación de la tierra y de desertificación por agentes climáticos extremos; sin embargo, a nivel nacional aproximadamente el 47% del territorio está sujeto a

procesos de degradación producida por la acción del hombre y por agentes naturales (acelerado crecimiento poblacional y necesidad de más alimentos, efectos hídricos, eólicos). Entre las principales causas para esta degradación están el sobrepastoreo, la tala de árboles, mal manejo de cuencas hidrográficas, quemas, aumento de la frontera agrícola, minería a suelo abierto, compactación del suelo, prácticas agrícolas poco sustentables, construcción de nueva infraestructura, inobservancia de leyes, entre las principales; todo esto magnificado por las condiciones de sequía periódicas que se manifiesta en general en todo el territorio nacional y los efectos de variaciones hidrometeorológicas por los efectos del cambio climático. Las zonas más afectadas por estos procesos están ubicadas en las provincias de Azuay, Chimborazo, Guayas, El Oro, Loja, Manabí, Pichincha, Santa Elena y Tungurahua. (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2023)

Teniendo en cuenta los datos anteriores, la correcta implementación de una línea de producción de sistemas hidropónicos mejoraría en el consumo de agua, nutrientes, empaquetadura y otros recursos respecto a la obtención de los productos verdes que se pueden conseguir, mediante la implementación de los sistemas hidropónicos con el cliente final. Además, la acogida de estos sistemas delimitará los problemas externos pero fundamentales para la producción del producto final, relacionados con la interacción entre grupos económicos interesados en el movimiento y comercialización de los productos generados en diferentes partes del país, estos problemas van desde el tipo de empaquetadura, la logística de transporte, intermediarios de ventas, entre otros nuevos problemas más novedosos como mafias del transporte o la creciente sensación de inseguridad que experimenta el pueblo ecuatoriano. A futuro todo el Ecuador podría ser un grupo beneficiario de algún producto derivado de este diseño.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una línea de producción para la fabricación de máquinas de cultivo hidropónico implementando tecnologías de la industria 4.0 con énfasis en la escalabilidad de los productos y sostenibilidad de la operación de manufactura.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis de tipos de sistemas hidropónicos disponibles, tipos, materiales y formas específicas para el correcto desenvolvimiento final del producto.
- Diseñar el sistema hidropónico, incluyendo los componentes estructurales, hidráulicos, eléctricos y electrónicos necesarios para el correcto funcionamiento del mismo con la finalidad de poder dimensionar los procesos y recursos requeridos.
- Establecer los puestos de trabajo relacionados con el proceso de manufactura.
- Determinar estaciones de trabajo y funciones específicas.
- Evaluar el rendimiento y la calidad del funcionamiento de los diferentes elementos a ensamblar.
- Dimensionar correctamente los materiales, herramientas y habilidades para el correcto funcionamiento de la línea de producción.
- Usar la manufactura aditiva para crear diferentes componentes inexistentes en el mercado.
- Crear los procesos de ensamble tanto, así como la disposición física de las diferentes áreas de la línea de manufactura.
- Analizar la viabilidad técnica, económica y ambiental del proyecto, considerando los costos, beneficios e impactos generados por el sistema hidropónico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 HIDROPONÍA

La hidroponía tiene una trayectoria histórica que inicia desde aproximadamente los años 383 A.C. encontrados en asentamientos antiguos en aldeas cuyo principal sustento era la cosecha y consumo de alimentos verdes a través de siembra, no sería hasta años más tarde que el Belga Jan Van Helmont documentó su experiencia con plantas que obtienen sus nutrientes a través exclusivamente del agua años más tarde el inglés John Woodward cultivo plantas en diferentes tipos de sustratos lo que lo llevo a concluir que los nutrientes eran arrastrados por el agua y pasaban a ser contenidos por la misma. En 1804 esta relación dejaría de ser completamente empírica cuando Sausurre describió los componentes de las plantas son obtenidos del aire, el suelo y el agua.

No sería hasta los años 40 después de la gran depresión de estados unidos y durante la guerra del pacífico las tropas se refugiaban en islas desprovistas de cultivos por ser “incultivables”, W.F Gericke seria quien experimentaría con este sistema en esas tierras dando lugar a un reconocimiento de la tecnología de cultivo a una escala internacional a finales de los años 50: Italia, Alemania, España, Australia, Israel y Holanda.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA HIDROPONÍA

Es la forma más barata de producir vegetales de rápido crecimiento, los cuales en la media contienen una cantidad importante de nutrientes. Alrededor del mundo se ha tomado iniciativas del tipo DIY, en estas soluciones podemos encontrar diferentes usos de los recursos, herramientas, materiales de nueva procedencia tanto, así como un gran énfasis en la reutilización, el reciclaje y la sostenibilidad.

En esta técnica no se utiliza el suelo por lo tanto se libera de las implicaciones, limitaciones y complicaciones de estar situados en los mismos, al ser móvil y despejado del suelo este puede cambiar rápidamente de parámetros ambientales, al mismo tiempo que el principal medio de contagio de patógenos se genera por este medio además del transporte de diferentes plagas terrestres. Prescindir del uso de tierra también evita la tracción de animales.

El uso del suelo es posible por la utilización de sustrato Un material que en este caso tiene varias funciones, cuya principal es la utilización de este como un soporte de la planta debido a que toda o la mayoría de la nutrición sucede en el agua, la elección del correcto sustrato para el usuario final definirá la humedad, la oxigenación y nutrición.

Los sistemas hidropónicos son bien flexibles estos pueden generar una gran variedad de cultivos, en ese momento el Ph es de gran relevancia en los cultivos hidropónicos ya que este limita que tipo de plantas pueden proliferar en el sustrato (López Elías, 2018).

Tabla 1. Medición y descripción

	MEDICIÓN	DESCRIPCIÓN	
PH	4,5-5,5	Muy ácido	batata, lirio, rosa, camelia, orquídea, gardenias, roble, azalea, helecho, rododendro.
PH	5,5-6	Ácido	dalia, menta, siempreviva, hortensia, nabo, sandía, tomate, clavel, sandía.
PH	6,7-7	Ligeramente ácido	coliflor, girasol, naranjo, crisantemo, gladiolos, narciso, habas, pasionaria, apio, jacintos, espinaca, azafrán, lirio, rábanos, repollo, tulipán, maíz, fresas, begonia, fríjol, violeta, cebolla, zanahoria, espárrago, pimiento, lenteja.
PH	7-7,5	Básico	cerezo, melón, trigo, alfalfa, ciruelo, papaya,

			avena, frambuesa, patata, calabaza, pepino, grosellero, manzano, pera.
--	--	--	--

Fuente: Autores.

Para el diseño de los sistemas hidropónicos es necesario tomar en cuenta toda la información que se pueda recoger que ayuda al mismo tiempo a dimensionar diferentes distancias y aprovechar mejor la disposición de las plantas, las plantas que se pueden sembrar en sistemas hidropónicos son muy variadas pero como una regla general se espera encontrar espacios mayores a 30 centímetros medida la cual se ajusta a la medida máxima de crecimiento promedio que tienen los vegetales de crecimiento rápido que suelen utilizarse por la eficiencia de cultivo y la rápida rotación en la venta.

En algunos casos en el cual el cultivo sostenido por el sistema requiera de una cantidad de oxígeno mayor dentro de su sistema radicular o que fluya a través del sustrato, se deberá en ese caso de utilizar una bomba oxigenador lo cual aumentara el flujo de aire a la película de nutrientes dentro del sustrato, para esto en ciertos casos se requiere de bombas de aire pequeñas.

Gracias a que las raíces siempre están en contacto con el agua nunca hay un riesgo real de sequedad, al mismo tiempo el agua solo mantiene contacto con el sistema radicular de la planta por lo tanto es imposible algún tipo de patología o problema por exceso de agua para el correcto crecimiento y desarrollo del producto es necesario el hierro, el zinc, el nitrógeno, el potasio tanto así como el fósforo, entre otros los cuales fácilmente pueden suministrarse mediante el sistema pre existente de circulación del agua.

Una de las partes más importantes para el cliente final, el sustrato es el material de soporte que reemplazara el medio convencional de siembra, la tierra, con la finalidad de que la planta se sujete de una manera fiable al recipiente este también tienen otras funciones tan importantes entre

ellas la capacidad de proteger de la luz a las raíces que pueden ser sensibles a la misma, la selección correcta del sustrato nos va a ayudar a controlar de manera más específica ciertas variables como la oxigenación. Mediante su modo de compactación podemos variar la disponibilidad de la película de nutrientes presentes en el sustrato, generalmente los sustratos tienen forma regular o irregular y su tamaño es tal que evita que se deslice entre las rendijas de los envases generalmente de materiales muy económicos como lo son la arena, la piedra pómez, pueden ser de origen natural como artificial. En estos últimos años se está utilizando materiales dispuestos de otras líneas de producción como lo son la fibra del coco, fibras largas de bambú, restos de recubrimiento de micelio de semillas entre otros. Debido a la característica de ser un sistema en constante movimiento del agua y los sustratos no proveer más que el acceso a nutrientes útiles a la planta se evita la proliferación de otros organismos que podrían afectar a la calidad de la producción final.

2.3 PARTES DEL CULTIVO HIDROPÓNICO

Se necesita delimitar correctamente los elementos que deben existir para que se pueda llevar a cabo un proceso sin complicaciones de implementación, en el caso de los sistemas hidropónicos cuenta de pocos elementos los cuales tienen la característica única de ser altamente modificables, escalables y replicables, se debe tener una distancia de no menos de 30 centímetros para dar un espacio apropiado de trabajo al usuario final.

En relación con el sustrato, son materiales distintos al suelo que permite la germinación y el anclaje de las raíces de las plantas. En la hidroponía, como primer paso, las plantas deben ser geminadas en un sustrato independientemente del sistema hidropónico que se elija para su crecimiento y cultivo. Siempre será preferible usar sustratos para germinar las plantas desde un inicio para que cuando se realice el trasplante no contaminen la solución nutritiva.

Se requiere de un tanque principal, el cual está dotado de una toma de agua superior, un drenaje lateral inferior de preferencia, pero no mandatorio, su color deberá ser oscuro para permitir la protección eficaz de los rayos ultravioleta tanto para la mayor durabilidad del sistema tanto como para garantizar una baja posibilidad de degradación de los nutrientes de la película.

La solución nutritiva es también muy importante la cual debe ser bombeada desde el sistema de almacenamiento (tanque), alimentando de manera sistemática las válvulas distribuidoras de agua, es importante dimensionar la bomba a un tamaño que sea lo suficiente para dotar el sistema dimensionado.

Como resultado del uso de cultivos hidropónicos se renueva la agricultura, siendo accesible para todas las personas, incluso sin ser especialistas en la agricultura o estar en lugares acondicionados para esta labor, como las ciudades y la misma casa. Con un cultivo hidropónico puedes vender en los mercados los productos cosechados, como vegetales y desde luego ayudará en la economía del hogar, siendo primordial que la elaboración de estos cultivos no es costosa y ayudará sustancialmente al ecosistema evitando la erosión como sucede con la tierra. (Sánchez, 1982)

2.4 TIPOS DE CULTIVO HIDROPÓNICO

2.4.1 SOLUCIÓN NUTRICIONAL

Son el conjunto de compuestos disueltos en agua los cuales tienen en sus formulaciones los elementos esenciales que las plantas van a requerir durante todo su desarrollo hasta la etapa de la cosecha.

Los estudios más actuales de fisiología vegetal dieron como lugar al uso de nuevas formulaciones los cuales ahora van tomando la clasificación de tipos según la funcionalidad y el

grupo de cosechas objetivo cada vez se pueden encontrar más variaciones y tipos de formulaciones, los cuales siguen sin estar muy presentes en el mercado local.

Los nutrientes necesarios para el correcto desenvolvimiento de las cosechas se dividen en dos grandes grupos; los macronutrientes que son el nitrógeno, potasio, magnesio y calcio elementos más demandados durante el desarrollo propio de las plantas; Los micronutrientes por otro lado conformados por el molibdeno, Cloro, Bromo, Zinc, Manganeso y Hierro son elementos que se requieren en menores proporciones. Entender la relación entre los nutrientes y sus efectos correspondientes en lo que se planea cosechar es vital en mercados donde no se puede conseguir otras formulaciones más especializadas.

Tabla 2. *Nutrientes y función.*

NUTRIENTES	ABR.	FUNCIÓN
Potasio	K	Activas enzimas e inicia síntesis de proteínas
Magnesio	Mg	Parte de la molécula de la clorofila.
Nitrógeno	N	Constituye enzimas y ácidos esenciales para los nucleicos y la correcta distribución de clorofila.
Calcio	Ca	Regulador de los procesos de movilización de carbohidratos, forma parte de la estructura celular.
Fosforo	P	Parte de glucosa, fosfolípido y ATP
Azufre	S	Forma parte de diferentes enzimas además de proteínas
Zinc	Zn	Parte fundamental del proceso de creación de ácido indolacético

Manganeso	Mn	Participa en la producción de la fotosíntesis, ayuda al proceso de creación de clorofila
Cobre	Cu	Parte de la formación de la pared celular
Cloro	Cl	Es esencial para la liberación del oxígeno del ciclo de fotosíntesis

Fuente: Autores.

2.5 INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

2.5.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y TECNOLOGÍAS DE LA INDUSTRIA 4.0

La Industria 4.0, o Cuarta Revolución Industrial, es un cambio que combina los sistemas físicos, digitales y biológicos en una red de producción inteligente. Este cambio es impulsado por el rápido avance de la tecnología y la adopción de estas por parte de las industrias. La Industria 4.0 implica la transformación digital de la industria y las empresas mediante la integración de nuevas tecnologías disruptivas, que son innovaciones tecnológicas que implican cambios revolucionarios. Según Klaus Schwab, fundador del Foro Económico Mundial, esta revolución tecnológica cambiará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos.

El Internet de las Cosas (IoT), que tiene su origen en Massachusetts Institute of Technology (MIT), representa una evolución significativa de Internet. El IoT se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad informática se extienden a objetos, sensores y elementos cotidianos que normalmente no se consideran computadoras. Esto permite una interacción entre lo físico y biológico con sistemas cibernéticos, permitiendo así que estos dispositivos intercambien datos sin la intervención humana. El estado actual de las arquitecturas de IoT, las tecnologías y las metodologías para su implementación se pueden encontrar en diversas publicaciones, que también incluyen referencias a escenarios de aplicación como el monitoreo de variables ambientales, la

agricultura, las redes de sensores distribuidas, las cadenas de suministro, el cuidado de la salud y las ciudades inteligentes. (Garcia, 2020)

2.5.2 MANUFACTURA ADITIVA Y SU PAPEL EN LA INDUSTRIA 4.0.

La Industria 4.0, Cuarta Revolución Industrial, es un cambio que combina sistemas físicos, digitales y biológicos en redes de producción inteligente. Un cambio en el que la tecnología avanza rápidamente mientras las industrias señalizan su uso práctico. Se trata de la transformación digital de la industria y de los modelos de negocio, lo cual implica acoplar nuevas tecnologías que llegan para cambiarlo todo. Según Klaus Schwab, fundador y presidente del Foro Económico Mundial, se trata de "La revolución tecnológica que transformará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos".

. (Lopez & Jeimy Nataly, 2018)

La manufactura aditiva se realizó utilizando software Autocad Inventor. Este enfoque permite la selección del proceso de moldeo adecuado, la tecnología de manufactura aditiva viable y el material apropiado en la fabricación de componente. Se encontró que el proceso de soplado, la tecnología de manufactura aditiva PolyJet y el material ABS digital son factibles para la fabricación de estos componentes.

La durabilidad del componente también fue estudiada. Se encontró que el componente tenía una durabilidad demostrada de aproximadamente 200.000 ciclos de producción.

(Espinoza & Rodríguez, 2020)

2.6 LÍNEA DE PRODUCCIÓN

2.6.1 DEFINICIÓN Y TIPOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Una línea de producción a menudo es visualizada como una gran fábrica llena de maquinaria pesada, pero según la industria. Se puede describir como una serie de estaciones de trabajo donde la materia prima se transforma hasta convertirse en un producto final.

Empieza desde la asignación de la materia prima, al traslado de bodega a la línea de producción, es así que empieza con lo que este asignado a trabajar.

En términos generales, una línea de producción se comprende tanto de las máquinas, personal y su equipo para que realicen tareas específicas, asegurando que cumpla con los estándares de calidad. (Cedeño, 2022)

El autor (Cedeño, 2022) menciona que existen diferentes tipos de líneas de producción, que se pueden clasificar en los productos o la actividad.

Las líneas de montaje son aquellas en las que se añaden nuevas piezas a la materia prima de forma continua. Este proceso implica la fabricación de productos mediante el ensamblaje de nuevas piezas a la materia prima. En estas líneas, es común ver a los trabajadores realizando tareas mecánicas, como alimentar los equipos y el atornillado.

2.6.2 PUESTOS DE TRABAJO EN LÍNEAS DE MANUFACTURA Y LINEAMIENTOS DE SEGURIDAD EN LA LINEA DE MANUFACTURA

Cada puesto de trabajo en una línea de producción tiene responsabilidades. Los trabajadores pueden desempeñar diversas funciones, desde operar maquinaria hasta supervisar la calidad del producto. Además, es fundamental seguir lineamientos de seguridad para proteger a los trabajadores y garantizar un ambiente de trabajo seguro.

Un puesto de trabajo es el espacio donde un trabajador realiza una tarea. Este espacio debe estar diseñado de manera que minimice los riesgos para la salud del trabajador. Para lograr esto, se pueden implementar estrategias, como la rotación de puestos de trabajo y la capacitación en seguridad. La rotación de puestos puede ayudar a reducir la fatiga y el estrés físico, mientras que la capacitación en seguridad y salud ocupacional puede ayudar a prevenir accidentes. Además, se pueden utilizar equipos y maquinaria adecuados para facilitar el trabajo y reducir el esfuerzo físico. Teniendo en cuenta todo, el estar capacitado sobre seguridad en el trabajo permite al colaborador que este más atento a sus funciones, esos nos dan mejor rendimiento en la línea de producción. (Mary, 2019)

2.7 SOSTENIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN

Este estudio se centra en la relevancia de la hidroponía como una alternativa de cultivo viable y sostenible para enfrentar los cambios globales en la agricultura. A pesar de los obstáculos, es esencial desarrollar cultivos hidropónicos sostenibles en Ecuador como un primer paso hacia la adopción de estas prácticas que podrían beneficiar al país a largo plazo.

El propósito de este estudio fue describir estos cultivos en el contexto ecuatoriano, utilizando un enfoque cualitativo y descriptivo. Se concluyó que la implementación de la hidropónica tiene el potencial de cambiar al país. Se reconoce su importancia en el Ecuador por su capacidad para producir alimentos frescos y de alta calidad. (Karen, 2023)

2.7.1 LA ECONOMÍA CIRCULAR Y SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN

El sistema productivo actual se basa en una economía lineal de extracción, producción y desecho. La economía circular propone un diseño innovador de la cadena de valor de las empresas,

centrado en la sostenibilidad del consumidor. Este modelo permite la creación de valor y minimiza lo negativo en el medio ambiente.

Las empresas deben adaptar su cadena de valor a un proceso productivo, y los consumidores deben cambiar su manera de pensar a favor de este nuevo modelo.

La economía circular ofrece la oportunidad de preservar la sostenibilidad del planeta, manteniendo los procesos. (Ernesto, 2018)

2.7.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN Y CÓMO MINIMIZARLO.

La ingeniería industrial tiene la capacidad de diseñar sistemas de producción más sostenibles, lo que puede llegar en la reducción del impacto ambiental. Esto se puede lograr a través de la implementación de habilidades que reduzcan la cantidad de residuos y emisiones. El diseño de productos ayuda a la mejora de la eficiencia de los sistemas de producción. Además, la gestión sostenible de los recursos naturales, son aspectos claves para minimizar el impacto ambiental. (Ingenut, 2023)

2.8 BIORREMEDIACIÓN AMBIENTAL

La biorremediación es un proceso que utiliza microorganismos para descomponer contaminantes presentes en recursos naturales. Este proceso puede ser mejorado mediante la comprensión de cómo estos microorganismos interactúan con los contaminantes. Al estudiar estas interacciones, se pueden seleccionar microorganismos específicos que son más eficaces en la descomposición de los contaminantes. Además, al entender mejor cómo funcionan, se pueden diseñar procesos de producción más eficientes y sostenibles. (Alexa, 2023)

2.8.1 MONITOREO Y CONTROL DE CONTAMINANTES

El monitoreo es crucial en la biorremediación, ya que permite rastrear y evaluar los procesos de descontaminación. Esto implica la observación continua de los niveles de contaminantes.

El monitoreo también puede ayudar a identificar cualquier cambio en las condiciones ambientales que pueda afectar la eficacia de la biorremediación. Por ejemplo, cambios en la temperatura y la humedad.

Además, el monitoreo puede proporcionar información valiosa para la mejora continua de los procesos de biorremediación. Los datos recopilados a través del monitoreo pueden utilizarse para ajustar y optimizar los procesos de biorremediación, lo que puede resultar en una descontaminación más eficaz y rentable. (Di, 2010)

2.9 ESTUDIO DE MERCADO Y DEMANDA DE MÁQUINAS DE CULTIVO HIDROPÓNICO.

La investigación de mercados es un proceso que implica el análisis y recopilación de datos para tomar decisiones y planificar en el ámbito del marketing de las empresas. En un estudio de mercado para máquinas de cultivo hidropónico, es crucial realizar un análisis detallado de las ventajas y desventajas y segmentar el mercado para así determinar el precio de venta, y analizar la oferta pasada y su proyección futura. Este enfoque permitirá entender cómo abordar el mercado, asegurando que pueda aceptar los productos o servicios y determinando las estrategias comerciales necesarias para lograr un lugar reconocido.

El estudio de mercado es una investigación esencial que proporciona a los empresarios la información necesaria para tomar decisiones fundamentadas sobre el posicionamiento de empresas. Basándose en la recopilación y análisis de datos del entorno empresarial, los

empresarios pueden identificar un mercado objetivo y definir aspectos relacionados con el producto o servicio. También deben elaborar estrategias para ingresar y mantenerse en el mercado, con un enfoque en la competitividad y la productividad empresarial. (Valentina, 2023)

2.9.1 ANÁLISIS DE RIESGOS Y DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA PRODUCCIÓN.

En un país es crucial ya que contribuye al aumento de la riqueza, el desarrollo tecnológico y el crecimiento, generando un impacto positivo. Sin embargo, existen factores externos que pueden dar problemas a su implementación. Por lo tanto, es importante disponer siempre de herramientas que permitan desarrollar beneficios económicos, superando las prácticas tradicionales y erróneas, y adoptando una visión donde la tecnología ofrece resultados significativos para lograr una posición destacada en el mercado.

Es relevante conocer prácticas implementadas en otros países para entender las ventajas y desventajas de la implementación de la Industria 4.0.

Los resultados muestran que existen diferencias en términos de reducciones de tiempo de producción, niveles de calidad, ahorro de costos, flexibilidad en la producción, datos eficiente e incremento en competencia empresarial. Sin embargo, también se perciben desafíos en la implementación de la industria, como problemas de financiación para la realización del proyecto, falta de adaptación y el aumento de la tasa de desempleo. (Diana, 2021)

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Mediante este proyecto se busca delimitar la factibilidad de crear un producto para las familias ecuatorianas del sector guayas puedan desarrollar sus propios cultivos de hidroponía dentro del área regional. Se buscará crear un sistema sencillo de poner en marcha y de fácil reparación. Se tiene que crear una imagen del producto que represente los principios de la compañía especialmente el uso circular de los recursos.

Las ventajas inmediatas después de terminar la primera cosecha exitosa en comparación con los sembríos tradicionales es el bajo uso del agua y su reciclado frecuente, la utilización del espacio ahora también de manera vertical, el nulo uso de insecticidas que pueden perjudicar a la salud del ser humano(desde pequeños síntomas aislados a diferentes tipos de patologías incluso catastróficas), la higiene del producto final se vuelve más sencillo de controlar ya que hay generalmente una cantidad ínfima de material en las raíces lo cual significa un gasto de agua no tan significativo y aquella agua para limpieza puede pasar a formar parte del agua del sistema hidropónico.

La intención del proyecto para el cliente final es ayudar a su capacidad de producción de diferentes productos a nivel local, diseñando un sistema hidropónico replicable a través de una línea de producción la cual plantea como premisa el uso de tecnologías observadas hoy en día en la industria 4.0 como sería el uso de la manufactura aditiva de impresión 3-D en diferentes componentes como soporte de plantas, boquillas, válvulas y distribuidores de caudal.

3.2 METODOLOGÍA

La metodología de un anteproyecto para la creación de un sistema hidropónico para regiones urbanas de la costa ecuatoriana, específicamente Guayas, se analizará en la siguiente sección del escrito en la cual se detallara las acciones de manera sistemática que deberán tomarse para evaluar la efectividad y plausibilidad del proyecto en cuestión, de manera en la cual este se pueda utilizar como una herramienta de planificación para el desarrollo total del proyecto delimitándolo a funciones y tareas más específicas.

Como primer punto después de haber analizado el problema en cuestión y la forma en cómo se intentará solucionar la situación se tendrá que analizar la situación actual de la producción agrícola a nivel urbano, así como las necesidades y la demanda de los potenciales compradores o usuarios de los sistemas elaborados. En este punto también definimos el alcance del proyecto en este caso que se ha delimitado al área de la costa ecuatoriana específicamente en la Provincia del Guayas, tanto por razones de facilidad de estudios de mercado, tanto, así como analizar posibles beneficios de implementar el proyecto y como esto afectara al mercado.

Se debe llevar a cabo un contraste del marco teórico y conceptual en este paso se hará una búsqueda o barrido de información que nos ayude a definir los principios fundamentales de la hidroponía, las variables a recolectar para facilitar comprensión del estado del proceso. Se tiene que realizar este contraste con diferentes tipos de climas, tipos de sembrío hidropónico, tipos de sustratos entre otros. Para poder seleccionar el caso de demostración más factible para no caer en gastos innecesarios.

Se diseña el sistema hidropónico según las necesidades recogidas en etapas anteriores aplicando las normas de seguridad e higiene pertinentes. Durante este tiempo se debe llevar un

monitoreo de toda la puesta a prueba del sistema para poder conocer posibles defectos a reparar o inconformidad con eficiencias y consistencia de las pruebas.

En el diseño de la estructura metálica para las máquinas de cultivo hidropónico, el enfoque del usuario se centra en seleccionar materiales que ayuden a la resistencia y durabilidad en el ambiente del cultivo. Después de identificar los requisitos específicos de carga y dimensiones, el usuario opta por el PVC para los vasos de contención, dada su resistencia a la corrosión y su seguridad para el contacto con soluciones nutritivas.

Una vez establecidos los parámetros de diseño, el usuario procede a definir los detalles de soldadura y conexiones para garantizar la eficiencia del proceso de fabricación. Para las soldaduras, el usuario elige varillas de soldadura de acero de alta calidad, asegurando una unión sólida y duradera entre las piezas de la estructura. Esta elección se realiza cuidadosamente para garantizar la compatibilidad con el material de la estructura y proporcionar la resistencia necesaria.

En el diseño, el usuario optimiza la disposición de las conexiones para minimizar los residuos de material y maximizar la eficiencia del proceso de fabricación. El usuario planifica la ubicación de las soldaduras y conexiones de manera estratégica para evitar desperdicios innecesarios y optimizar el uso de recursos, lo que contribuye a la sostenibilidad del proceso de producción.

Además, el usuario incorpora elementos ergonómicos en el diseño para facilitar tanto el montaje inicial como el mantenimiento posterior de las máquinas. Por ejemplo, el usuario diseña las conexiones y puntos de acceso de manera que sean accesibles y fáciles de alcanzar durante el montaje y el mantenimiento. Esto mejora la eficiencia del trabajo y reduce el tiempo requerido para realizar tareas de mantenimiento o reparación, garantizando así un funcionamiento óptimo y prolongado de las máquinas de cultivo hidropónico. (Lübbert Carmona, 2016)

En el diseño de los tubos para las máquinas de cultivo hidropónico, el enfoque del diseñador se centra en garantizar una circulación eficiente y precisa de la solución nutritiva. Comienza evaluando cuidadosamente las dimensiones, longitudes y disposición espacial de los tubos para asegurar un flujo óptimo de la solución nutritiva a través del sistema.

En cuanto al material de los tubos, prioriza la resistencia química y la durabilidad para mantener la integridad del sistema a lo largo del tiempo. Considera materiales como el PVC o el polietileno de alta densidad (HDPE), que ofrecen una excelente resistencia a la corrosión y son seguros para el contacto con soluciones nutritivas, asegurando así la durabilidad del sistema.

Además, define tolerancias precisas para garantizar un ajuste adecuado de los tubos y evitar fugas o fallos en el sistema. Utiliza software de modelado tridimensional (CAD) para crear un modelo digital detallado que le permite visualizar y simular el flujo de la solución nutritiva, garantizando una distribución uniforme en todo el sistema. (Benítez, 2021)

En el diseño de la línea de producción para fabricar máquinas de cultivo hidropónico, las válvulas desempeñan un papel esencial en el control del flujo de la solución nutritiva dentro del sistema. Se necesitan estas válvulas para regular con precisión el suministro de agua y nutrientes a las plantas en todo momento.

Por ejemplo, se utilizarán válvulas de bola y de compuerta para abrir y cerrar el flujo de la solución nutritiva en diferentes etapas del ciclo de crecimiento de las plantas o para controlar el flujo a través de diferentes secciones del sistema, según sea necesario para las necesidades específicas de los productos. (Lübbert Carmona, 2016)

Además, se planea integrar válvulas de solenoide en el diseño para permitir un control del flujo de la solución nutritiva. Esto permitirá ajustar automáticamente el suministro de agua y

nutrientes según las necesidades específicas de las plantas en diferentes etapas de su crecimiento, lo que garantizará un crecimiento saludable y óptimo.

También se instalarán válvulas de retención para evitar el retroceso del flujo de la solución nutritiva, asegurando que el flujo se mantenga en la dirección deseada y evitando la contaminación del sistema. (Válvulas, 2024)

En el diseño de los vasos de contención para las máquinas de cultivo hidropónico, el enfoque principal del diseñador es crear un entorno óptimo para el crecimiento de las plantas. Por ello, selecciona cuidadosamente el material de construcción, teniendo en cuenta su resistencia a la corrosión y su seguridad para el contacto con soluciones nutritivas.

Utilizando técnicas avanzadas de diseño asistido por computadora, desarrolla modelos detallados que consideran la disposición espacial de los vasos y su integración con otros componentes del sistema hidropónico. Durante este proceso, diseña la superficie interna de los vasos para facilitar un flujo continuo de la solución nutritiva y prevenir la acumulación de residuos que puedan afectar el crecimiento de las plantas. (GALLEGO, 2023)

Aunque aún no se han realizado pruebas físicas, durante el proceso se diseñó simulaciones para evaluar la resistencia de los vasos bajo condiciones de carga previstas. Estas simulaciones permiten garantizar la integridad estructural y la durabilidad de los vasos en el entorno de cultivo hidropónico. Además, optimiza la disposición de los vasos para maximizar la eficiencia del espacio y la capacidad de producción de las máquinas. Este enfoque permite aprovechar al máximo el espacio disponible sin comprometer la calidad del cultivo.

En el proceso de manufactura de los componentes diseñados para las máquinas de cultivo hidropónico, se sigue un enfoque meticuloso que garantiza la precisión y la calidad de cada pieza, manteniendo coherencia con las etapas previas de diseño y selección de materiales.

Se comienza traduciendo los detallados diseños en instrucciones de fabricación claras y concisas, asegurando que cada paso del proceso esté perfectamente alineado con las especificaciones establecidas. Esto incluye la fabricación de componentes metálicos, como la estructura principal y los tubos, mediante procesos especializados como corte, doblado y soldadura. Se utilizan herramientas de última generación y se siguen los planos de diseño con precisión para garantizar la exactitud dimensional y la calidad de los acabados. (GALLEGO L., 2019)

Al igual que en el diseño, la selección de técnicas de fabricación para las conexiones, válvulas y acoples se realiza considerando cuidadosamente los materiales elegidos y su compatibilidad con el ambiente hidropónico. Por ejemplo, se emplea el moldeo por inyección para piezas plásticas y el mecanizado para componentes metálicos, asegurando la adaptabilidad y eficiencia en el ensamblaje de cada componente. (Leonardo, 2016)

3.3 DESGLOSE DE COSTOS

Para comenzar con una proyección de precios tenemos que enlistar los materiales y su función dentro de la creación del sistema, el sistema en este caso se dimensiona por cada nivel ya que nos da aproximadamente 15 m de tubería, 3 niveles en este caso que nos dan 18 metros de tubo, pero los primeros niveles son más angostos, cada nivel consta de dos tubos de 3 metros colocados en paralelo:

1. Tubos de PVC: tubos de PVC para construir el sistema hidropónico. El tamaño de los tubos dependerá del tamaño de las plantas que se planean cultivar. 6 tubos.
2. Manguera para irrigar: La longitud debe ser igual a dos veces la longitud de los tubos de PVC más 2 metros por cada tubo de PVC. 36 metros según cantidad de tubo y 12 metros extra para conexión entre tubos

3. Tapas de PVC: Necesitarás dos tapas de PVC por cada tubo de PVC. Un total de 12 tapas de PVC.

4. Taladro con brocas circulares o una caladora: Necesitarás esto para hacer los agujeros en los tubos de PVC. Se lo coloca como un valor similar a un servicio por el desgaste del taladro y las brocas a utilizar.

5. Contenedores tipos vaso: para el medio de cultivo y la contención de este dentro de los agujeros del tubo de PVC. Cada nivel usa 10 contenedores en total 30.

6. Tanque: Un tanque con capacidad igual a un galón de agua por cada planta en el cultivo. Contenedor de 30 galones

7. Tubos de diámetro más pequeño (3/4-1 pulgada): Se necesitan probablemente unos 3m de estos tubos para realizar las conexiones del drenaje y la bomba.

8. Soportes de madera o similares: Estos se usarán para sostener los tubos de PVC, en este caso utilizaremos soportes de metal preconstruidos por un soldador y se ajustarán los tubos con amarras de metal a soportes.

Tabla 3. *Tabla de precios*

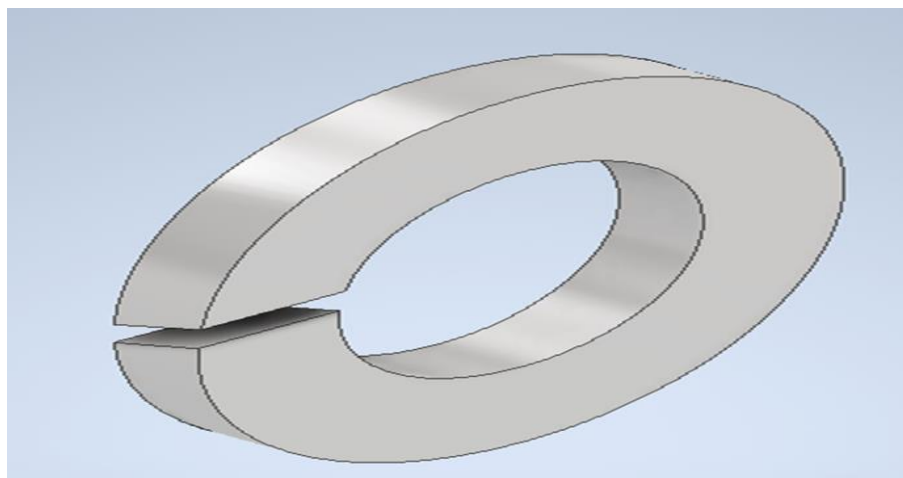
Material	Cantidad	MEDIDA	Precio U.	Precio S	Precio AC
TUBO PVC	6	U	4,2	25,2	25,2
MANGUERA IRRI	36	m	0,35	12,6	37,8
TAPA PVC	12	U	0,2	2,4	40,2
TALADRO Y BROCAS	1	U	3,5	3,5	113,7
CONTENEDORES	30	U	0,4	12	136,5
TANQUE	1	U	10	10	146,5
TUBOS CONEX	3	m	2,2	6,6	153,1
SOPORTES	1	U	45	45	198,1

Fuente: Autores.

3.4 DISEÑO DE PIEZAS EN EL SOFTWARE INVENTOR

3.4.1 ANILLO DE PRESIÓN

Figura 1. Anillo de presión.



Fuente: Investigación de campo

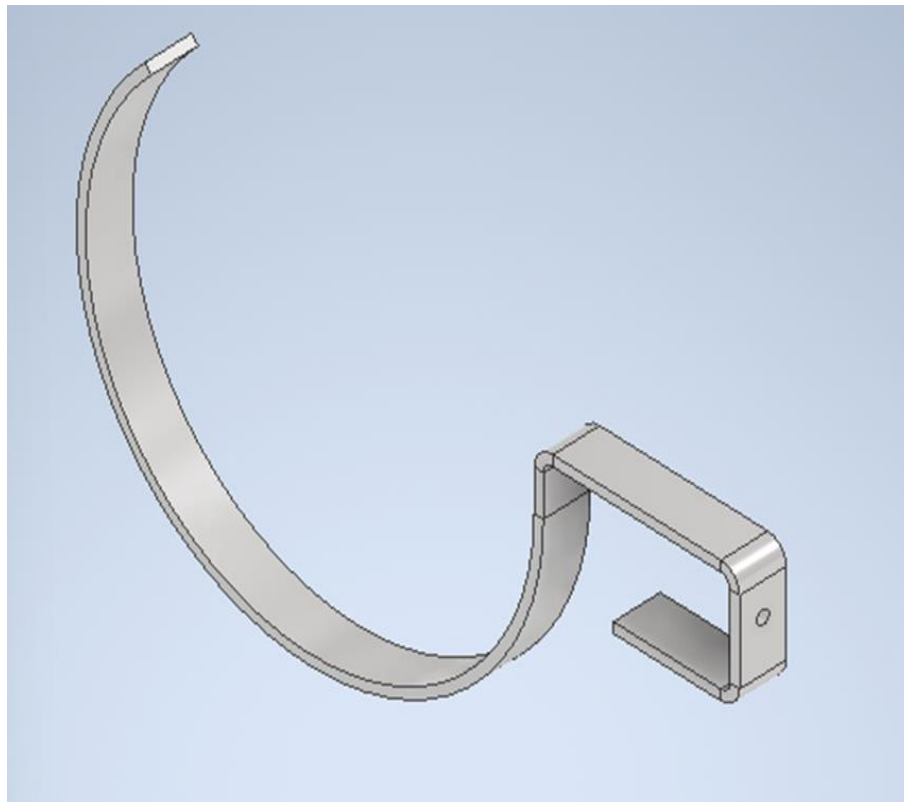
El anillo de presión se utiliza para asegurar componentes en su lugar, proporcionando una fuerza de sujeción que puede resistir las vibraciones y los movimientos que ocurren durante el funcionamiento normal de la maquinaria. En el contexto de una línea de producción para la fabricación de máquinas de cultivo hidropónico, este anillo de presión podría utilizarse para asegurar tuberías, mangueras u otros componentes similares.

La muesca o corte visible en el anillo sugiere que es ajustable o expandible, lo que significa que puede adaptarse a diferentes tamaños o formas de componentes. Esto puede ser útil en una línea de producción donde se manejan componentes de diferentes tamaños.

Hecho de un material metálico, soportara altas presiones y temperaturas, lo que podría ser una característica importante en ciertas aplicaciones de cultivo hidropónico.

3.4.2 BRACKETS

Figura 2. Brackets.



Fuente: Investigación de campo

Este bracket, que juega un papel crucial en la línea de producción que estamos diseñando, es más que un simple componente. Es una pieza de ingeniería precisa que tiene un impacto significativo en la eficiencia y efectividad de la línea de producción.

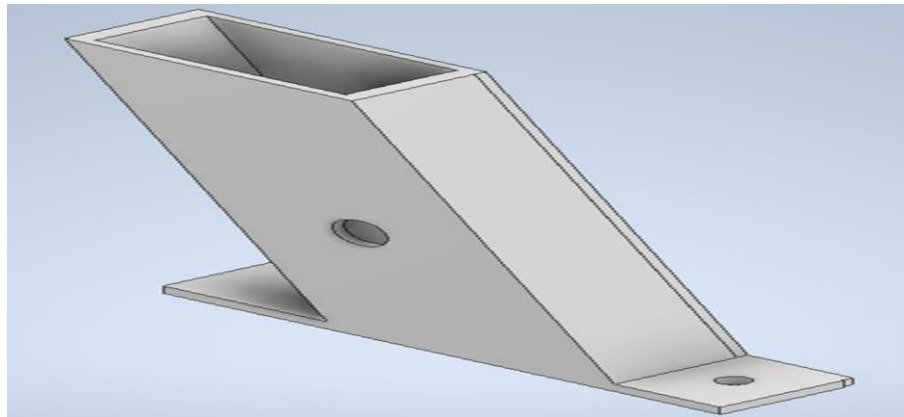
Consta de dos partes distintas: una sección curva y una sección rectangular. La sección curva, delgada y suave, no es solo estéticamente agradable, sino que también tiene implicaciones funcionales. Su forma curva puede permitir una distribución uniforme de la presión, lo que puede minimizar el desgaste y prolongar la vida útil del componente al que está unido.

La sección rectangular, por otro lado, tiene un agujero. Este agujero no es un simple vacío, sino un punto de conexión crucial. Proporciona un medio para que el bracket se fije firmemente a otra superficie o componente, asegurando así su posición y función en la línea de producción.

La combinación de estas dos secciones proporciona la flexibilidad necesaria para adaptarse a diferentes superficies y componentes. Esta flexibilidad es útil en una línea de producción donde se manejan componentes de diferentes tamaños que permiten que se utilice en una variedad de aplicaciones, lo que puede simplificar la logística y reducir los costos.

3.4.3 PATA PARA FIJACIÓN AL PISO

Figura 3. Pata para fijación al piso.



Fuente: Investigación de campo

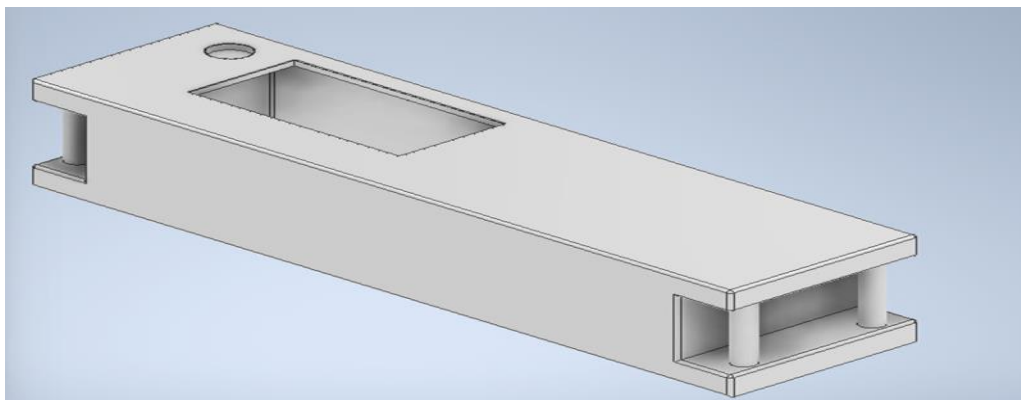
La pata de fijación al piso es un componente esencial. Su función principal es anclar y estabilizar la maquinaria o el equipo al suelo. Esta característica es importante en una línea donde las máquinas pueden sujetas a fuerzas de vibración. Sin una base sólida y segura, el rendimiento de la maquinaria puede verse afectado, lo que a su vez puede tener un impacto en la eficiencia de la línea de producción.

El diseño de la pata de fijación al piso es tanto funcional como eficiente. Su forma alargada y rectangular permite una distribución uniforme del peso de la maquinaria, lo que ayuda a mantener su estabilidad. Los agujeros para los pernos de montaje son una característica clave que permite que la pata se fije firmemente al suelo. Esto no solo proporciona una base sólida y segura, sino que también permite un cierto grado de flexibilidad.

Además, la presencia de un agujero en la base de la pata de fijación al piso sugiere que se puede atornillar al suelo. Esto es crucial para garantizar que la maquinaria permanezca en su lugar durante la operación, independientemente de las fuerzas a las que pueda estar sometida.

3.4.4 TANQUE DE 45 LITROS

Figura 4. Tanque de 45 litros



Fuente: Investigación de campo

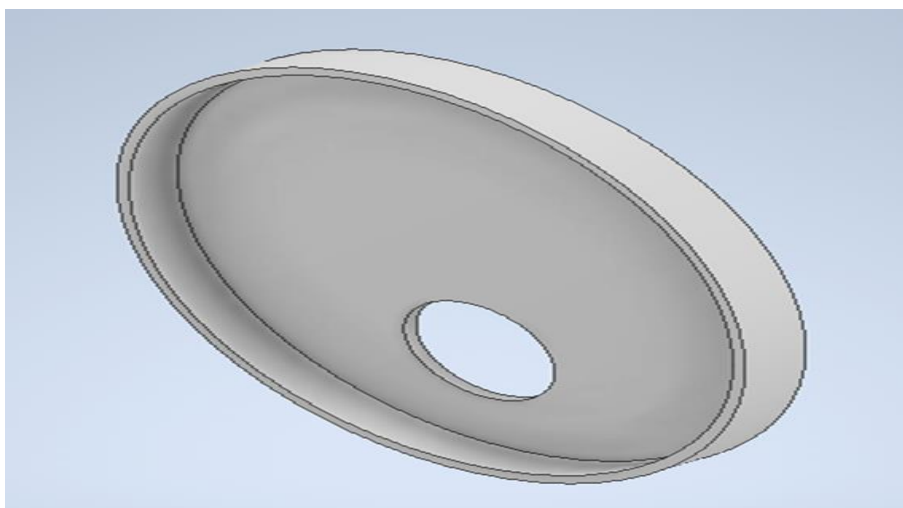
En una línea de producción, un tanque de agua como este es esencial para almacenar y suministrar agua para diversos procesos en el cultivo hidropónico, el agua es un recurso vital que debe estar disponible en todo momento. Este tanque de agua de PVC puede almacenar una gran cantidad de agua, asegurando que siempre haya suficiente suministro para las plantas.

El tanque tiene una abertura en la parte superior, que podría ser para llenar el tanque o para acceder al interior para mantenimiento. Las dos secciones sobresalientes en la base del tanque

podrían ser para montaje o estabilidad, asegurando que el tanque permanezca en su lugar durante la operación.

3.4.5 TAPA PVC

Figura 5. Tapa PVC.



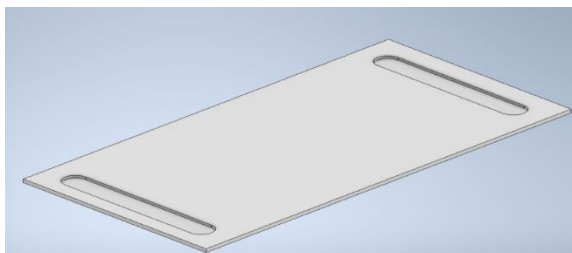
Fuente: Investigación de campo

Uno de los usos más comunes de esta tapa podría ser cubrir o proteger componentes internos de la maquinaria o del equipo. Esto es especialmente importante en entornos de producción donde los componentes pueden estar expuestos a factores ambientales, como polvo, humedad o temperaturas extremas. Al cubrir estos componentes, la tapa de PVC puede ayudar a prolongar su vida útil y garantizar un funcionamiento eficiente.

Este agujero permite el paso de tuberías en la máquina de cultivo hidropónico, este agujero podría permitir el paso de tuberías de agua o cables eléctricos, manteniendo al mismo tiempo la integridad estructural de la máquina.

3.4.6 TAPA TANQUE B

Figura 6. Tapa tanque B.



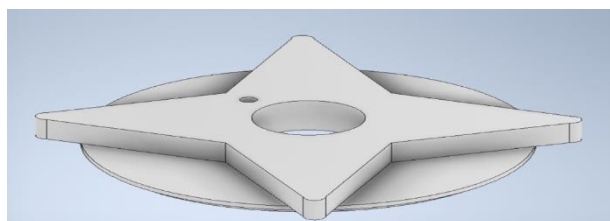
Fuente: Investigación de campo

En la línea de producción que estoy diseñando, una tapa de PVC como la que se muestra es un componente vital. Su función principal es mantener el agua contenida dentro de un tanque y protegida de contaminantes externos. Esta protección es esencial para garantizar la pureza y calidad del agua, algo importante en aplicaciones como el cultivo hidropónico, donde la calidad del agua puede afectar directamente a la salud y al crecimiento de las plantas.

Los recortes ovalados en la tapa no son solo una característica de diseño, sino que tienen una función práctica. Podrían permitir el paso de tuberías que se utilizan para llenar o vaciar el tanque. Esto da una forma eficiente y efectiva de gestionar el agua dentro del tanque sin quitar la tapa. Además, los agujeros circulares en las esquinas de la tapa son para pernos de montaje

3.4.7 TAPA TANQUE TUBOS

Figura 7. Tapa tanque tubos



Fuente: Investigación de campo.

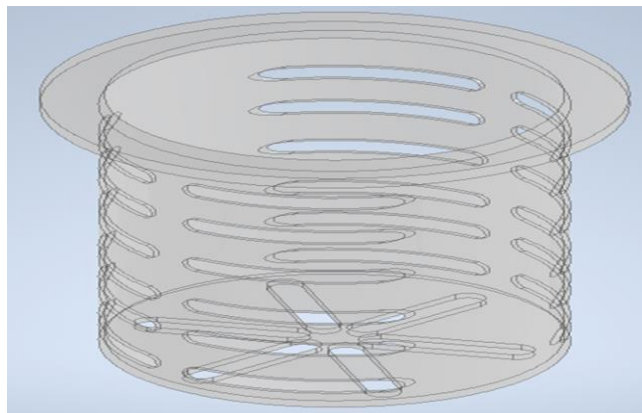
Esta tapa de estructura en forma de estrella y cuatro brazos que se extienden hacia afuera es un componente clave en la línea de producción que estamos diseñando.

En una línea de producción, especialmente en contextos donde se manejan líquidos como en el cultivo hidropónico. Su uso radica en cubrir la boca del reservorio para proteger su contenido. En este caso, el contenido sería agua u otra solución de nutrientes necesaria para el cultivo hidropónico. Al cubrir el tanque, la tapa ayuda a mantener la pureza del líquido, protegiéndolo de contaminantes externos como polvo, escombros o incluso microorganismos.

Además, el agujero presente en la estructura es para un perno de montaje. Estos pernos permitirían que la tapa se fije firmemente al tanque, asegurando un sellado hermético. Un sellado hermético es esencial para prevenir la evaporación del líquido y la entrada de contaminantes.

3.4.8 TRAY PLASTIC

Figura 8. Tray Plastic.



Fuente: Investigación de campo

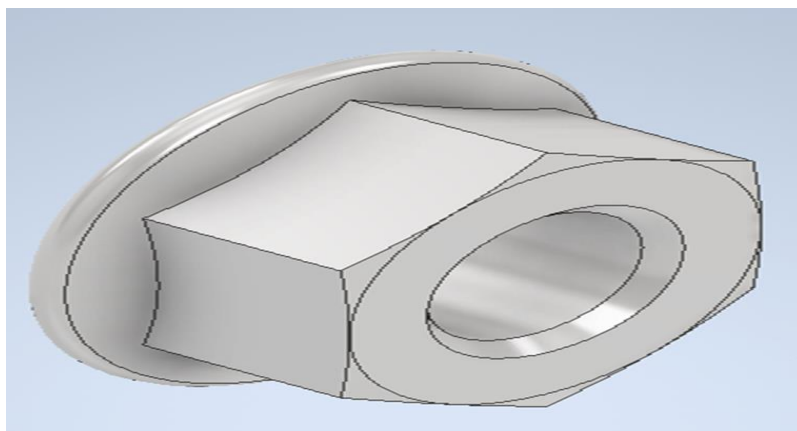
Esta bandeja de PVC tiene una estructura cilíndrica con múltiples ranuras. Su forma cilíndrica permite un volumen máximo dentro de un espacio mínimo, lo que la hace eficiente en términos de espacio. Permiten el paso de aire, lo que podría ser útil para mantener los componentes

frescos si se almacenan en la bandeja, también permiten el paso de líquidos, evitando que se acumulen en la bandeja si los componentes están mojados o si la bandeja se utiliza en un entorno húmedo.

En una línea de producción, una bandeja como esta puede tener varios usos. Uno de los usos más comunes podría ser contener o transportar componentes pequeños. En un entorno de producción, es esencial mantener los componentes organizados y protegidos, y esta bandeja de PVC podría ser la solución perfecta para eso.

3.4.9 TUERCA

Figura 9. Tuerca



Fuente: Investigación de campo

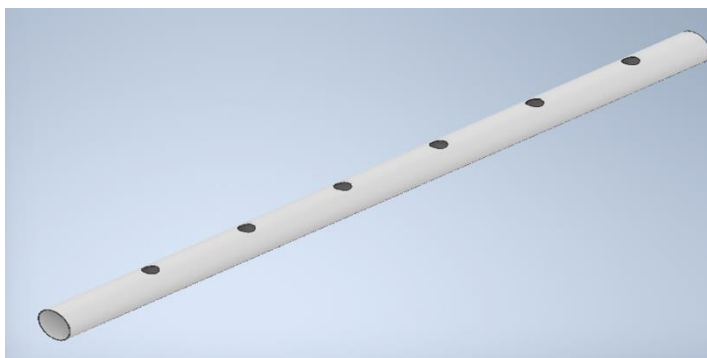
Las tuercas, en conjunto con los pernos, crean uniones roscadas. Estas uniones son útiles en un entorno de producción, ya que son fáciles de montar y desmontar. Esto significa que, si es necesario realizar mantenimiento, se puede desmontar fácilmente sin causar daño a los componentes. Una vez que se ha realizado el mantenimiento, los componentes se pueden volver a montar con la misma facilidad.

El acero, el material del que está hecha la tuerca, es conocido por su resistencia a la corrosión. Esto significa que incluso en condiciones adversas, como la exposición a la humedad o a productos químicos, la tuerca de acero puede mantener su integridad. Esta resistencia a la corrosión es importante en aplicaciones industriales, donde las condiciones pueden ser duras y los componentes pueden exponerse a varios elementos.

Esto significa que una tuerca de acero puede soportar una gran cantidad de tensión y presión sin deformarse ni romperse. Esta resistencia y durabilidad hacen que las tuercas de acero sean adecuadas para aplicaciones industriales, donde los componentes pueden estar sujetos a fuerzas significativas.

3.4.10 TUBO PVC SIN TAPA

Figura 10. Tubo PVC sin tapa.



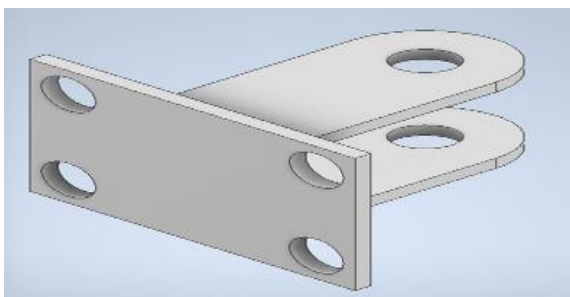
Fuente: Investigación de campo

En el sistema de hidroponía que estás diseñando, este tubo de PVC juega un papel crucial. Los agujeros en el tubo están estratégicamente diseñados para albergar los canastos que contienen los cultivos. Esta es una práctica común en muchos sistemas de hidroponía, optimizando el uso del espacio y permitiendo el acceso a las plantas. Los canastos, que contienen las plantas y su medio de crecimiento, se colocan directamente en estos agujeros. Esto permite que las plantas

crezcan verticalmente fuera del tubo, maximizando el uso del espacio vertical, algo útil en áreas donde el espacio horizontal puede ser limitado. Además, el agua y los nutrientes pueden fluir a través del tubo, proporcionando a las plantas el sustento que necesitan para crecer. Las raíces de las plantas pueden acceder a estos nutrientes esenciales a través de los agujeros en los canastos, permitiendo una absorción eficiente y promoviendo un crecimiento saludable. Este diseño también facilita el mantenimiento y la cosecha. Dado que las plantas están fácilmente accesibles desde el exterior del tubo, puedes cuidarlas, monitorizar su crecimiento y, finalmente, cosecharlas con facilidad.

3.4.11 BISAGRA PISO O PARED

Figura 11. Bisagra piso o pared.



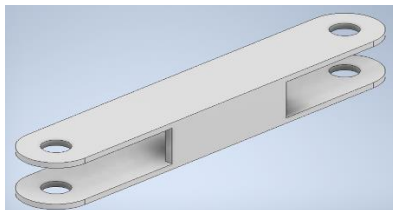
Fuente: Investigación de campo

Una pieza fundamental que podría integrarse sin problemas en una línea de producción dedicada a un sistema hidropónico. Esta pieza, diseñada con precisión, exhibe una estructura intrincada y funcional. Consiste en una placa base rectangular que presenta cuatro orificios circulares estratégicamente ubicados para la fijación mediante tornillos, y dos brazos curvos que se proyectan desde la placa base. Cada uno de estos brazos curvos exhibe un orificio circular considerable, presumiblemente destinado para pernos de montaje. Es evidente que estos brazos curvos se fabricaron ingeniosamente para facilitar un movimiento pivotante fluido y preciso.

En el contexto del sistema hidropónico, esta bisagra es esencial al establecer la conexión y permitir el movimiento entre dos componentes estructurales, independientemente de si están en el suelo o anclados a la pared. Su función primordial es que radica en garantizar una unión sólida y segura entre estos componentes, al mismo tiempo que facilita la flexibilidad necesaria para ajustar o mover partes del sistema según las necesidades específicas. Por ejemplo, la bisagra permite ajustar con precisión la posición de las luces o los paneles de crecimiento, crucial para optimizar las condiciones ambientales y promover un óptimo desarrollo de las plantas en el entorno hidropónico. En esencia, esta pieza de ingeniería no solo asegura la estabilidad estructural del sistema, sino que también permite una adaptabilidad dinámica que es fundamental para el éxito y la eficiencia de la producción agrícola en este contexto innovador.

3.4.12 BISAGRA UNIÓN

Figura 12. Bisagra unión



Fuente: Investigación de campo

Es una pieza esencial en muchos sistemas, incluyendo los sistemas hidropónicos, es alargada y consta de dos secciones principales que están conectadas para permitir el movimiento pivotante. Cada sección tiene dos orificios circulares en los extremos. Estos orificios son para los tornillos o remaches que aseguran la bisagra en su lugar.

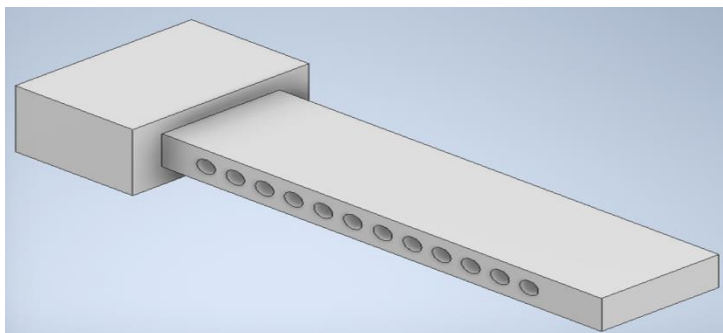
En un sistema hidropónico, esta bisagra unión de acero se utiliza para conectar y permitir el movimiento entre dos componentes estructurales. La bisagra asegura que los componentes estén

firmemente unidos. Al mismo tiempo, permite la flexibilidad necesaria para ajustar o mover partes del sistema según sea necesario.

Por ejemplo, en un sistema hidropónico, las luces y los paneles de crecimiento deben ser ajustables para optimizar las condiciones de crecimiento de las plantas. La posición de las luces puede necesitar ser ajustada para asegurar que todas las plantas reciban la cantidad adecuada de luz. Del mismo modo, los paneles de crecimiento pueden necesitar ser movidos para acomodar el crecimiento de las plantas o para facilitar el acceso para el mantenimiento y la cosecha. La bisagra unión de acero permite estos ajustes al proporcionar un punto de pivote seguro y resistente.

3.4.13 VÁLVULA DIVISORA DE CAUDAL

Figura 13. Válvula divisora de caudal.



Fuente: Investigación de campo

La válvula divisora de caudal es una pieza importante. Esta válvula consta de dos partes principales: una base cuadrada y una sección rectangular alargada unida perpendicularmente. La sección rectangular tiene ocho orificios circulares distribuidos uniformemente a lo largo de su superficie. Estos orificios son para el paso de fluido, ya sea agua o una solución de nutrientes.

En un sistema hidropónico, esta válvula divisora de caudal se utiliza para controlar y dividir el flujo de agua o nutrientes a diferentes partes del sistema. Esto es crucial para asegurar que cada

planta reciba la cantidad correcta de agua y nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo saludables.

Además, la válvula puede ser ajustada para cambiar la cantidad de fluido que pasa a través de cada orificio. Esto permite un control preciso del flujo de agua o nutrientes, algo útil en un sistema hidropónico donde diferentes plantas pueden tener diferentes necesidades de agua y nutrientes.

3.5 LÍNEA DE PRODUCCIÓN

El cultivo hidropónico permite cultivar plantas en agua sin utilizar tierra, utilizando únicamente soluciones minerales. Este método tiene muchas ventajas, entre ellas: la capacidad de controlar con precisión las condiciones de crecimiento, lo que le permite tener rendimientos óptimos. La línea de producción que diseñamos está dividida en varias partes, cada parte tiene su propio proceso de producción. Estas secciones incluyen control de calidad de piezas y materiales, corte de metales y no metales, control de inventarios, soldadura de estructuras de marcos y adiciones de metales, pintura, ensamblaje de piezas metálicas y PVC en estructuras, ensamblaje básico, recepción y conteo. accesorios y finalmente espacio de almacenamiento. Cada parte de la línea de producción está diseñada para ser lo más eficiente posible.

Cada puesto en la estructura organizacional está asociado con deberes y responsabilidades específicas. Por ello, analizamos en detalle las competencias y habilidades necesarias para desempeñar eficazmente cada rol, así como la importancia de vincular estas funciones con los objetivos estratégicos de la empresa.

3.5.1 SECCIONES DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.5.1.1 PIEZAS EXTERNAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Área: Control de Calidad.

Descripción: En esta etapa se comprueba la consistencia de los lotes de partes extrañas. Los componentes externos pueden incluir mangueras, accesorios, tuberías, divisores de flujo, soportes, cubiertas de tanques grandes y pequeños y canastos de plástico para plantas. El propósito es asegurar que estas piezas cumplan con los estándares de calidad establecidos antes de ingresar al proceso de fabricación. El control de calidad es necesario para garantizar que las piezas externas sean sólidos y no afecten a la calidad final del producto. Se pueden utilizar herramientas como inspección visual, pruebas funcionales y mediciones de precisión para evaluar la calidad de estas piezas antes de su uso en la línea de producción.

El control de calidad de los materiales de fabricación, su proceso de fabricación tiene como objetivo garantizar que los materiales utilizados cumplan con los estándares de calidad especificados antes de transferidos al área de producción. Realizamos inspecciones detalladas de las superficies de chapa para detectar cualquier daño como abolladuras, rayones o corrosión. Además, calculamos cuidadosamente las dimensiones para asegurarnos de que cumplan con las especificaciones del diseño del software inventor. También se realizan pruebas de tracción o flexión para evaluar la resistencia y durabilidad del material. En el caso de los perfiles metálicos, se evalúa su calidad para detectar cualquier deformación o fisura que pueda amenazar su estructura. Se prueban para determinar el cumplimiento de tolerancias dimensionales especificadas y un acabado superficial uniforme para garantizar su capacidad para su uso en el proceso de fabricación. Los pernos, arandelas y tuercas también se someten a rigurosas pruebas de integridad y funcionalidad. Se realiza análisis de signos de desgaste, corrosión o daños que puedan afectar el rendimiento. El

estado de la rosca se comprueba cuidadosamente y se garantiza la plena funcionalidad del conector para el montaje del producto.

3.5.1.2 CORTE DE METAL

Área: Preparación de materiales.

Descripción: Durante el proceso de corte es importante asegurar la precisión y calidad de los cortes realizados. Esto incluye la instalación de las herramientas y equipos adecuados, así como inspecciones periódicas para garantizar la precisión y la calidad del corte. Para lograr los mejores resultados, se deben tener en cuenta factores como la velocidad de corte, la presión aplicada y la orientación de la pieza. Eso se regula con el maquinista a cargo de la maquina midiendo de los tiempos de trabajo con la finalidad de ir a un ritmo constante. Además del corte en sí, se pueden realizar otras operaciones para preparar piezas cortadas para su uso en el proceso de fabricación. Esto puede incluir esmerilado para eliminar bordes afilados, biselado para facilitar la soldadura o tratamiento de superficie con la finalidad de mejorar la resistencia a la corrosión de la pieza.

3.5.1.3 CORTE EN NO METALES

Área: Preparación de materiales.

Descripción: En el área de preparación de materiales se realiza un proceso especial de corte para materiales no metálicos, incluyendo la manipulación de tuberías y ductos, así como la unión de sus cubiertas. Este proceso es esencial en la producción de una variedad de productos, desde sistemas de tuberías hasta ensamblajes. Cortar metales no metálicos requiere el uso de una serie de técnicas y herramientas apropiadas para el material específico que se utiliza. Estos métodos incluyen cortar con sierras de cinta, sierras circulares, cortadoras láser, cuchillas o herramientas de corte por chorro de agua, según el tipo y la naturaleza del material. Las tuberías y canales, que

están hechos de material PVC, se cortan con precisión y cuidado a las dimensiones dadas en el CAD para su uso posterior en el proceso de fabricación. Este corte podrá incluir operaciones adicionales como achaflanar los bordes para facilitar la posterior conexión o montaje. Después de realizar los cortes necesarios, se conectan las cubiertas adecuadas. Esta operación puede implicar el uso de adhesivos, soldadura fuerte u otros métodos de unión, dependiendo de las propiedades del material y los requisitos de la aplicación. Además del corte y la unión, es posible que se requieran operaciones de acabado para garantizar la calidad del producto terminado.

3.5.1.4 SOLDADURA DEL MARCO (FRAME)

Área: Ensamble y soldadura.

Descripción: En términos de ensamblaje y soldadura, el proceso de soldadura implica una serie de pasos detallados que conectan las partes metálicas base para crear la estructura básica del producto de acuerdo con un diseño específico.

La soldadura de estructuras comienza con la preparación de las piezas metálicas que formarán la estructura principal. Estas piezas pueden cortarse previamente en otras etapas del proceso. Después de preparar las piezas, procedemos a soldar. Esto implica el uso de equipos de soldadura que pueden incluir soldadura por arco, soldadura con gas, soldadura por puntos o cualquier otro método apropiado para el tipo de material y diseño de la estructura. Durante el proceso de soldadura, se aplica calor y el metal base se funde junto con el material de relleno para crear una unión fuerte y duradera entre las piezas.

Es muy importante mantener un control preciso de la temperatura y velocidad de soldadura para evitar defectos como porosidad, grietas o deformaciones estructurales. Además, se deben tomar precauciones para garantizar la seguridad de los empleados y prevenir riesgos potenciales

asociados con la soldadura, como la liberación de humos tóxicos o la exposición a temperaturas extremas.

Una vez soldado las estructuras, se realizan inspecciones visuales y controles de calidad para verificar la integridad de las uniones y garantizar que el diseño cumpla con los estándares y especificaciones del diseño.

3.5.1.5 SOLDADURA DE AÑADIDOS DE METAL

Área: Ensamble y soldadura.

Descripción: La soldadura aditiva de metales en el campo del montaje y la soldadura es importante en la producción de estructuras y componentes utilizados en sistemas hidropónicos. Estos sistemas permiten que las plantas crezcan sin tierra, lo que requiere estructuras metálicas bien diseñadas y ensambladas para soportar los componentes del sistema, como bandejas de cultivo, tanques de nutrientes y sistemas de riego. Los soportes de piso son componentes importantes de los sistemas hidropónicos porque brindan estabilidad y elevan los componentes del sistema del suelo, facilitando el drenaje y el acceso a las plantas. La soldadura precisa de estos pasadores proporciona una base estable para el sistema hidropónico. Los soportes de pared son accesorios metálicos que se utilizan para fijar estructuras hidropónicas a paredes u otras superficies verticales. Estos soportes brindan estabilidad estructural y pueden ser necesarios para sistemas verticales optimizando el espacio de cultivo y permitiendo un diseño de sistemas hidropónicos más eficiente. Las conexiones metálicas son importantes a la hora de construir un sistema hidropónico porque permiten ensamblar los distintos componentes de forma segura

3.5.1.6 PINTURA

Área: Acabado y pintura.

Descripción: Esta etapa es un paso importante en la línea de producción. Consiste en aplicar una capa de pintura en polvo sobre una estructura metálica para mejorar su aspecto y protegerla contra la corrosión. Primero se prepara la estructura metálica para pintar, lo que puede incluir limpieza y desengrase para asegurar una buena adherencia de la pintura. Una vez preparada, la estructura se coloca en la cabina de pintura, donde se aplica pintura en polvo mediante un sistema de pulverización. Este proceso se realiza de manera uniforme para garantizar una cobertura completa de la superficie.

Después del recubrimiento en polvo, la estructura se transfiere al horno de curado, donde se calienta a una temperatura específica. Durante este proceso, la pintura en polvo se derretirá y se adherirá a la superficie del metal, creando una capa duradera y duradera.

3.5.1.7 ENSAMBLE DE PIEZAS DE METAL A LA ESTRUCTURA

Área: Ensamble final.

Descripción: En esta etapa, en el lugar del montaje final, los soportes se conectan a la estructura principal mediante un taladro. Este proceso es importante para asegurar la estabilidad y estabilidad de la estructura final. El soporte está ubicado estratégicamente y está equipado con tornillos para bloquear el movimiento no deseable.

3.5.1.8 ENSAMBLE DE PIEZAS DE PVC

Área: Ensamble final.

Descripción: En esta etapa de montaje final, las piezas y accesorios de PVC se conectan a una estructura de tubería de PVC horizontal. Es necesario soldar o encintar estos componentes para garantizar una conexión segura y hermética entre los componentes del sistema. Se aplica el pegamento adecuado a las superficies a unir y a las piezas a ensamblar para asegurar su correcto

posicionamiento. La calidad de esta conexión es importante para garantizar la estabilidad del sistema hidropónico, evitar fugas de agua y mantener un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas.

3.5.1.9 ENSAMBLE PRINCIPAL

Área: Ensamble final.

Descripción: En este punto crítico del proceso, se instala el área de montaje final que conecta la estructura principal con las piezas de PVC. Este conjunto combina todos los elementos del sistema hidropónico en una estructura funcional. Antes de la conexión, se comprueba la integridad de todas las piezas, garantizando un montaje correcto y sin errores. La durabilidad de este equipo es fundamental para asegurar la estabilidad y eficiencia de todo el sistema hidropónico, proporcionando condiciones óptimas para las plantas.

3.5.1.10 RECOLECCIÓN Y CONTEO DE ACCESORIOS

Área: Logística y control de inventario.

Descripción: En esta etapa del proceso, el área de logística y gestión de inventarios recolectará y contabilizará los materiales de producción, incluyendo tuberías, accesorios y divisores de flujo. Se comprueba si se han montado todas las piezas necesarias según la lista de materiales de producción. Se establece un inventario preciso para cada artículo para garantizar que se cumplan los requisitos de producción y se mantenga un control de inventario efectivo.

3.5.1.11 ESTIBAR

Área: Embalaje y envío.

Descripción: El último paso en este proceso de embalaje y envío implica el embalaje final de los accesorios para su almacenamiento y envío. Los accesorios se organizan y empaquetan en

cajas más pequeñas dentro del sistema, lo que permite una distribución eficiente y segura de las piezas. Las cajas están claramente marcadas para una fácil identificación y manipulación durante el almacenamiento y transporte. El embalaje cuidadoso garantiza que el producto llegue en óptimas condiciones, listo para que lo utilicen los clientes.

3.6 PUESTOS DE TRABAJO

3.6.1 SOLDADOR

Figura 14. Soldador



Fuente: Investigación de campo

Funciones: Durante esta etapa del montaje final en la línea de producción del sistema hidropónico, los soldadores juegan un papel importante. Su función principal es conectar las piezas metálicas con las estructuras de soporte, tuberías, marcos y otras piezas para crear la estructura básica del sistema hidropónico. Los soldadores utilizan técnicas de soldadura especiales para crear conexiones resistentes entre piezas metálicas. Esto puede incluir soldadura con electrodo revestido, soldadura MIG (gas inerte de metal) o soldadura TIG (gas inerte de tungsteno), según el material y las características de diseño. Antes de soldar se prepara la superficie de los elementos metálicos para asegurar una conexión adecuada. Esto puede incluir limpiar la superficie y eliminar cualquier contaminante que pueda afectar la calidad de la soldadura. Después de preparar las piezas, el

soldador comienza su labor bajo el diseño ya establecido. La soldadura precisa y cuidadosa realizada por un soldador garantiza la integridad estructural del sistema hidropónico.

Responsabilidades:

- Realizar soldaduras de alta calidad para garantizar la resistencia y durabilidad de las estructuras.
- Interpretar planos y especificaciones para ensamblar correctamente las partes.
- Inspeccionar las uniones soldadas para asegurar su integridad.

3.6.2 ESTIBADOR

Figura 15. Estibador



Fuente: Investigación de campo

Funciones: Desempeñan un papel importante en el movimiento de materiales y componentes a lo largo de la línea de producción. Sus principales responsabilidades incluyen la carga y descarga eficiente de materiales y componentes en diversas etapas del proceso de fabricación. Primero, los cargadores reciben materiales y componentes de proveedores u otras partes de la fábrica. Esto puede incluir tuberías de PVC, accesorios, distribuidores de flujo y otros componentes necesarios para construir un sistema hidropónico. Después de recibirlos, se organiza

y clasifica los materiales según las necesidades de la línea de producción. Esto implica garantizar que los materiales estén disponibles y listos para su uso en las estaciones de trabajo adecuadas, garantizando así un proceso de trabajo eficiente y fluido. Durante el proceso de ensamblaje, se proporciona continuamente los materiales y componentes necesarios a los trabajadores de la línea de producción. Esto puede incluir la entrega oportuna de tuberías, accesorios y otros componentes necesarios para construir el sistema hidropónico. Además de cargar materias primas, los manipuladores de materias primas también son responsables de descargar los productos terminados de la línea de producción. Esto incluye retirar de la línea los sistemas hidropónicos ensamblados y empaquetados y prepararlos para su almacenamiento o envío. Finalmente, el estibador se encarga del embalaje final del producto terminado para su almacenamiento y transporte. Esto puede incluir colocar los sistemas hidropónicos en cajas apropiadas y asegurarse de que estén correctamente etiquetados y listos para su envío.

Responsabilidades:

- Mover materiales desde el área de almacenamiento hasta la línea de producción.
- Cargar y descargar camiones con los componentes necesarios.
- Organizar y mantener el flujo eficiente de materiales.

3.6.3 ENSAMBLADOR 1 Y ENSAMBLADOR 2

Funciones: Su función principal es ensamblar piezas individuales para formar el marco y los componentes principales del sistema hidropónico. El conjunto principal incluye la conexión de diversos componentes y conjuntos como estructuras de soporte, tuberías de PVC, accesorios, divisores de flujo y otros componentes necesarios para el funcionamiento del sistema. Los

ensambladores utilizan herramientas y técnicas especializadas para garantizar que cada pieza esté conectada de forma correcta y segura, de acuerdo con las especificaciones de diseño. Antes de comenzar el montaje, el instalador comprobará la calidad de cada pieza para garantizar que esté libre de defectos y cumpla con los estándares de calidad requeridos. Luego, comienzan a organizar y disponer las piezas según la secuencia de diseño y montaje. Durante el montaje, los instaladores trabajan en equipos para coordinar de forma eficaz y precisa la unión de varios componentes. Esto puede incluir el uso de técnicas de ensamblaje mecánico, soldadura, pegado u otros métodos de unión, dependiendo del material y las especificaciones de diseño. Los instaladores están capacitados para identificar y resolver problemas que puedan surgir durante el ensamblaje, fallas en las dimensiones o ajustes necesarios para garantizar una instalación adecuada y funcional. Además, prestan mucha atención a los detalles para garantizar la calidad y precisión en cada etapa del proceso. Una vez completada la instalación, el instalador realizará una inspección final para verificar la funcionalidad del sistema hidropónico ensamblado.

Responsabilidades:

- Leer instrucciones de ensamblaje y seguir los procedimientos establecidos.
- Ensamblar componentes como bombas, tuberías, válvulas y sistemas de riego.
- Realizar pruebas de funcionamiento para verificar que los ensamblajes sean correctos.

3.6.4 PINTOR

Figura 16. Pintor.



Fuente: Investigación de campo

Funciones: Los pintores juegan un papel importante en la producción de sistemas hidropónicos, aplicando recubrimientos protectores y estéticos a las estructuras metálicas. Su trabajo afecta en gran medida la durabilidad, la resistencia a la corrosión y la apariencia estética de los componentes del sistema. El proceso comienza con la preparación de la superficie metálica, que incluye una limpieza profunda de residuos, suciedad y grasa que puedan interferir con la adhesión del recubrimiento. Los pintores también pueden realizar reparaciones menores, como lijar imperfecciones o rellenar pequeñas grietas o abolladuras, para garantizar un acabado uniforme. Después de preparar la superficie, el pintor elige el revestimiento adecuado para la estructura metálica del sistema hidropónico. Pueden ser pinturas epoxi, poliuretano, poliéster o poliéster, dependiendo de los requisitos específicos de resistencia química, durabilidad. El recubrimiento se aplica con cuidado y cuidado para garantizar una cobertura total y uniforme. Utilizan métodos de aplicación como pulverización, brocha o rodillo, adaptando la técnica a las características del revestimiento y a las necesidades del proyecto. Una vez aplicado el recubrimiento, sigue un proceso de curado, que puede incluir secado al aire o curado en un horno a una temperatura específica. Durante este proceso, el recubrimiento se endurece y forma una capa protectora duradera que

protege las estructuras metálicas del sistema hidropónico de la corrosión, la abrasión y otros daños ambientales. Finalmente, el pintor realiza un control de calidad para garantizar que el revestimiento se haya aplicado correctamente y cumpla con los estándares requeridos de durabilidad y apariencia estética. Se pueden realizar cambios o correcciones si es necesario para garantizar un acabado final de alta calidad.

Responsabilidades:

- Preparar las superficies antes de pintar (limpieza, lijado, etc.).
- Aplicar pintura o recubrimientos según las especificaciones.
- Garantizar que las estructuras estén protegidas contra la corrosión.

3.6.5 OPERADOR

Figura 17. Operador.



Fuente: Investigación de campo

Funciones: El operador es la figura fundamental en la línea de producción de sistemas hidropónicos. Su papel es vital para garantizar que la línea de producción funcione de forma

continua, eficiente y segura, así como para mantener la calidad y productividad del producto final. El operador es responsable de monitorear y controlar el proceso de trabajo en la línea de producción. Esto incluye monitorear la capacidad del equipo, coordinar grupos de trabajo y administrar los recursos necesarios para mantener la productividad. Una de las principales responsabilidades de un operador es garantizar que toda la maquinaria y el equipo funcionen correctamente. Esto incluye realizar inspecciones periódicas, identificar y resolver cualquier problema técnico que pueda surgir y realizar mantenimiento preventivo cuando sea necesario para evitar tiempos de inactividad no planificados. Además, el operador también es responsable de coordinar las actividades del grupo de trabajo en la línea de producción. Esto puede incluir asignar tareas, monitorear el progreso y garantizar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad establecidos. Los operadores también desempeñan un papel importante en la gestión de los recursos necesarios para mantener la eficiencia de la producción. Esto puede incluir la gestión de inventarios de materias primas y componentes, la programación de entregas y la optimización de procesos para maximizar la eficiencia y minimizar los costos.

Responsabilidades:

- Monitorear y controlar las máquinas y equipos utilizados en la fabricación de sistemas hidropónicos.
- Hay que asegurar que los procesos se ejecuten correctamente y dentro de los estándares de calidad.
- Realizar ajustes y mantenimiento básico en las máquinas.

3.7 HERRAMIENTAS

3.7.1 CALIBRADOR DE BERNIER

Figura 18. Calibrador de Bernier.



Fuente: Investigación de campo

En el control de calidad, los calibradores Bernier son herramientas esenciales para medir con precisión el tamaño de objetos pequeños. Se utiliza para verificar que las piezas fabricadas cumplan con las especificaciones de diseño establecidas. Los operadores de la línea de producción utilizan calibradores para garantizar que las dimensiones de los componentes hidropónicos estén dentro de límites aceptables, lo que garantiza la precisión y funcionalidad del sistema.

3.7.2 PULIDORA

Figura 19. Pulidora.



Fuente: Investigación de campo

En el contexto de la fabricación de sistemas hidropónicos, las máquinas pulidoras se utilizan para mejorar la apariencia y textura de piezas metálicas como rejillas o estructuras de

sistemas. Esto no sólo contribuye a la estética del producto final, sino que también ayuda a prevenir la corrosión y prolongar la vida útil de las piezas.

3.7.3 MARTILLO

Figura 20. Martillo.



Fuente: Investigación de campo.

Aunque el martillo no es una herramienta de control de calidad especializada, a veces se puede utilizar en una línea de producción hidropónica para ajustar o reparar defectos menores en las piezas ensambladas. Su uso es más común en aplicaciones de ensamblaje o reparación que requieren un impacto preciso para garantizar la integridad de la pieza. Aunque el martillo no es una herramienta de control de calidad especializada, a veces se puede utilizar en una línea de producción hidropónica para ajustar o reparar defectos menores en las piezas ensambladas. Su uso es más común en aplicaciones de ensamblaje o reparación que requieren un impacto preciso para garantizar la integridad de la pieza.

3.7.4 CEPILLO DE METAL

Figura 21. Cepillo de metal.



Fuente: Investigación de campo

Este cepillo se utiliza en control de calidad para eliminar óxido, suciedad y residuos de pintura de superficies metálicas. Las superficies limpias son esenciales para un control preciso y el aseguramiento de la calidad de las piezas fabricadas. Además, eliminar el óxido y la suciedad ayuda a prevenir la corrosión y mantener la funcionalidad de los componentes hidropónicos.

3.7.5 TUBO DE PEGAMENTO

Figura 22. Tubo de pegamento



Fuente: Investigación de campo

Estos elementos se utilizan en el control de calidad para garantizar una conexión segura y duradera entre materiales y componentes. La aplicación adecuada de pegamento garantizará un ensamblaje perfecto de los componentes, lo cual es fundamental para la integridad estructural y el rendimiento de su sistema hidropónico.

3.7.6 BROCHA

Figura 23. Brocha.



Fuente: Investigación de campo

Los pinceles se utilizan para el control de calidad para garantizar que la pintura o el pegamento se apliquen de manera uniforme y controlada. La correcta aplicación es clave para garantizar la estética y funcionalidad de los elementos hidropónicos.

3.7.7 CINTA Y PAPEL DE EMBALAJE

Figura 24. Cinta y papel de embalaje.



Fuente: Investigación de campo

Estos materiales se utilizan en control de calidad para empaquetar y proteger productos terminados durante el transporte y almacenamiento. El embalaje adecuado es importante para evitar daños y garantizar que el sistema hidropónico llegue al cliente en óptimas condiciones.

3.7.8 CARTÓN

Figura 25. Cartón



Fuente: Investigación de campo

Al igual que la cinta adhesiva y el papel de embalaje, el cartón se utiliza para fabricar cajas y embalajes para proteger los sistemas hidropónicos durante el transporte y el almacenamiento. Un embalaje robusto y adecuado garantiza que la mercancía llegue a su destino sin daños.

3.8 EQUIPOS DE PROTECCIÓN (EPP)

Es esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores en diversos entornos laborales. A continuación, describiré las funciones y usos de cada uno de los elementos específicos mencionados:

3.8.1 CASCO

➤ **Funciones:**

- Protege la cabeza contra impactos, caídas de objetos y golpes.
- Reduce el riesgo de lesiones craneales y traumatismos.

➤ **Uso:**

- En construcción, industria, minería y cualquier actividad donde haya peligro de objetos que caen o golpean.

3.8.2 CAMISA DE TRABAJO

➤ **Funciones:**

- Proporciona cobertura para el torso y los brazos.
- Protege la piel contra raspaduras, abrasiones y salpicaduras.

➤ **Uso:**

- En entornos industriales, talleres, construcción y trabajos manuales.

3.8.3 ZAPATOS CON PUNTA DE ACERO

➤ **Funciones:**

- Protege los pies contra impactos, compresión y objetos punzantes.
- Evita lesiones en los dedos y la planta del pie.

➤ **Uso:**

- En construcción, almacenes, industria pesada y cualquier lugar donde haya riesgo de lesiones en los pies.

3.8.4 GUANTES ANTI - CORTE

➤ **Funciones:**

- Protege las manos contra cortes, raspaduras y abrasiones.
- Ideal para manipular objetos afilados o trabajar con herramientas cortantes.

➤ **Uso:**

- En carpintería, manejo de vidrio, industria metalúrgica y trabajos con cuchillas.

3.8.5 INDUMENTARIA DE SOLDADURA Y MÁSCARA DE SOLDADURA

➤ **Funciones:**

- Protege contra la radiación, chispas y salpicaduras durante la soldadura.
- Evita quemaduras y daños oculares.

➤ **Uso:**

- En procesos de soldadura y trabajos con arco eléctrico.

3.8.6 MÁSCARA FILTRADORA, OVERALL DE PINTURA Y GAFAS DE PINTURA

➤ **Funciones:**

- Filtra partículas y vapores durante la pintura.
- Protege los ojos y la piel contra salpicaduras de pintura.

➤ **Uso:**

- En trabajos de pintura, aplicaciones de productos químicos y procesos de pulverización.

3.8.7 GUANTES ANTI – IMPACTOS

➤ **Funciones:**

- Absorbe y disipa la energía de impacto.
- Protege las manos contra golpes y vibraciones.

➤ **Uso:**

- En construcción, manejo de herramientas pesadas y trabajos con impacto.

3.8.8 GUANTES DE NITRILO Y MÁSCARA FILTRADORA:

➤ **Funciones:**

- Los guantes de nitrilo ofrecen resistencia química y protegen contra sustancias peligrosas.
- La máscara filtradora protege contra partículas y gases.

➤ **Uso:**

- En laboratorios, manipulación de productos químicos y ambientes contaminados.

3.9 MAQUINARIAS

3.9.1 MÁQUINA PUNCH PRESS INDUSTRIAL

Figura 26. Máquina Punch



Fuente: Investigación de campo

La punzonadora industrial es una herramienta confiable y versátil que se utiliza para la producción de diversos elementos metálicos. Su función principal es punzonar, estampar o dar forma a piezas metálicas aplicando una fuerza mecánica controlada. Esta máquina consta de una prensa hidráulica o mecánica que aplica una fuerza al troquel y al punzón. Una matriz montada en la mesa de la máquina proporciona una superficie de soporte para la pieza de trabajo, y un punzón montado en un brazo móvil desciende sobre la pieza de trabajo para realizar la operación de estampado. La pieza de trabajo se coloca cuidadosamente entre el punzón y la matriz, y la máquina se pone en marcha para realizar la operación de producción. Dependiendo de la configuración de la máquina y la forma deseada, el punzón puede penetrar completamente el material, grabar una forma específica o doblar el material para crear una pieza bajo el diseño establecido por el sistema Inventor. Las máquinas de moldeo por inyección industriales son capaces de crear piezas precisas y repetibles a altas velocidades, lo que las hace ideales para la producción en masa. Además, su diseño permite una variedad de operaciones de fabricación, desde un simple punzonado hasta un complejo estampado, lo que la convierte en una herramienta popular para la producción de sistemas

hidropónicos. En el contexto de la fabricación de sistemas hidropónicos, las punzonadoras industriales se utilizan para producir piezas metálicas como bastidores, marcos, conectores y otras piezas que requieren orificios o moldes especiales para su montaje. Su capacidad para producir piezas precisas y de alta calidad contribuye a la eficiencia y confiabilidad de todo el sistema hidropónico.

3.9.2 CORTADORA DE DISCO INDUSTRIAL

Figura 27. Cortadora de disco industrial.



Fuente: Investigación de campo

Las cortadoras de discos industriales son máquinas especializadas diseñadas para cortar una variedad de materiales, incluidos metal, plástico y madera, utilizando discos circulares giratorios. Esta máquina consta de un potente motor que acciona un disco que gira a gran velocidad. La hoja, que puede estar hecha de una variedad de materiales según el tipo de corte requerido, tiene dientes afilados a lo largo de los bordes que le permiten cortar materiales duros con facilidad. Para operar una cortadora rotativa, el material a cortar se coloca sobre una superficie de trabajo, que puede ser una mesa o una plataforma ajustable, y se guía con cuidado sobre un disco giratorio. Una vez colocado correctamente el material, el motor arranca y la cuchilla comienza a girar, creando cortes limpios y precisos en el material. Las hojas de sierra industriales le permiten realizar cortes rectos, en ángulo o curvos, según la configuración de su máquina y las necesidades de producción específicas. Además, algunas sierras circulares pueden tener características adicionales, como un

sistema de enfriamiento que evita que la hoja se sobrecaliente durante cortes largos. En el contexto de la fabricación de sistemas hidropónicos, los cortadores rotativos industriales se utilizan para cortar materiales como metal, plástico o madera en formas y tamaños específicos para crear componentes clave del sistema, como tuberías, soportes, marcos y otras piezas. Su capacidad para realizar cortes precisos y rápidos lo convierte en una herramienta esencial para producir sistemas hidropónicos eficientes y de alta calidad.

3.9.3 SOLDADORA MIG (METAL INERT GAS)

Figura 28. Soldadora MIG



Fuente: Investigación de campo

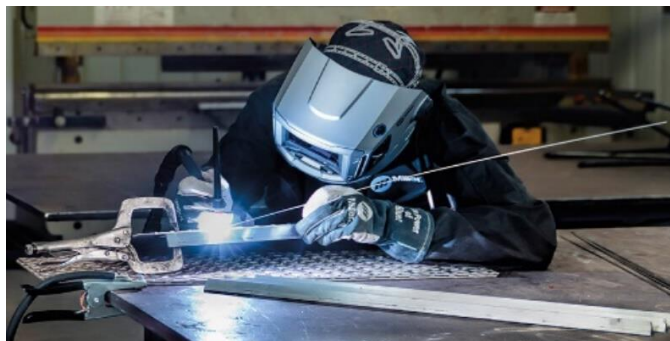
Un soldador MIG (metal inerte gas), también conocido como soldador por arco, es una herramienta esencial en la producción de sistemas hidropónicos. Este tipo de máquina de soldar utiliza un proceso de arco eléctrico para unir dos piezas de metal fundiendo un material de relleno (alambre de soldadura) y un gas inerte como argón o dióxido de carbono, alimentado continuamente a través de una pistola de soldar. Una máquina de soldar MIG consta de 3 partes principales: fuente de energía, soplete y bobina de alambre de soldadura. La fuente de energía proporciona la corriente necesaria para crear el arco entre el alambre de soldadura y la pieza de trabajo. El soplete guía el alambre de soldadura y suministra el gas inerte, y la bobina del alambre de soldadura proporciona el material de relleno. Durante el proceso de soldadura, el operador sostiene la pistola de soldar y dirige el arco hacia la unión de las dos piezas de metal que se unen.

El calor generado por el arco eléctrico derretirá el alambre de soldadura, se adherirá al conector y se unirá a las partes de la base, creando una conexión fuerte y duradera.

Las soldadoras MIG son muy apreciadas en los sistemas hidropónicos por su versatilidad, eficiencia y facilidad de uso. Es capaz de producir soldaduras limpias y de alta calidad en una variedad de metales, incluidos acero inoxidable, aluminio y acero al carbono, lo que lo hace ideal para unir componentes metálicos como bastidores, marcos y conexiones en sistemas hidropónicos.

3.9.4 GUÍAS DE SOLDADURA

Figura 29. Persona soldando.



Fuente: Investigación de campo

Una guía de soldadura es un dispositivo que se utiliza durante el proceso de soldadura para mantener una distancia constante entre la pistola de soldar y la pieza de trabajo. Estas instrucciones son importantes para asegurar una soldadura uniforme y precisa, evitando defectos como falta de fusión o falta de fusión. Las guías de soldadura vienen en muchas formas y diseños diferentes, pero todas realizan la misma función básica: proporcionar al operador un punto de referencia constante durante el proceso de soldadura. Las guías, al mantener una distancia constante entre la pistola de soldar y la pieza de trabajo, aseguran una soldadura uniforme en toda la longitud de la junta. Existen varios tipos de guías de soldadura, incluidas guías magnéticas, de rodillos y guías. La guía

magnética se fija a la pieza de trabajo mediante imanes, proporcionando un soporte estable para la pistola de soldar.

El rodillo guía consta de rodillos que se deslizan sobre la superficie de la pieza de trabajo, manteniendo la pistola de soldar en posición. En el contexto de la fabricación de sistemas hidropónicos, las guías de soldadura son esenciales para garantizar la calidad y consistencia de las soldaduras en componentes metálicos como bastidores, marcos y conectores. Al proporcionar al operador un punto de referencia constante, las guías ayudan a eliminar errores y garantizar soldaduras fuertes, duraderas y sin defectos. Esto promueve la integridad estructural y la confiabilidad del sistema hidropónico producido.

3.9.5 MÁQUINA DE PINTURA

Figura 30. Máquina de pintura



Fuente: Investigación de campo

Una máquina de recubrimiento es una herramienta utilizada en la etapa final de la producción de un sistema hidropónico. Su función principal es aplicar pinturas y barnices sobre la superficie de piezas metálicas para mejorar su aspecto, protección y durabilidad. Estas máquinas pueden variar en tamaño y complejidad, desde sistemas de pulverización automáticos hasta equipos manuales operados por operadores. Independientemente del tipo, las máquinas de pintar

funcionan con un sistema que pulveriza pintura sobre piezas metálicas en una capa uniforme. Las máquinas de pintar pueden utilizar muchos métodos de pulverización diferentes, como la pulverización convencional, la pulverización sin aire o la pulverización electrostática. Durante el proceso de pulverización de pintura, la pintura se bombea desde el recipiente a través de la pistola pulverizadora y se pulveriza sobre partículas finas depositadas en la superficie de la pieza de trabajo. La elección del método de pulverización dependerá de varios factores, incluido el tipo de pintura utilizada, el tamaño y la forma de las piezas que se van a pintar y los requisitos de acabado específicos.

En el contexto de la producción de sistemas hidropónicos, las máquinas de pintura desempeñan un papel importante en la protección y el acabado estético de piezas metálicas como bastidores, marcos y estructuras. La aplicación de un recubrimiento adecuado no sólo mejora la apariencia del producto final, sino que también proporciona una capa de protección contra la corrosión y el desgaste, extendiendo así la vida útil de los componentes hidropónicos y asegurando su rendimiento óptimo durante todo su ciclo de vida.

3.9.6 TALADRO VERTICAL

Figura 31. Taladro Vertical



Fuente: Investigación de campo

Un taladro vertical es una herramienta esencial en la producción de sistemas hidropónicos, que se utiliza para perforar materiales como metal, madera o plástico. A diferencia de los taladros convencionales que funcionan en posición horizontal, los taladros verticales están diseñados para perforar agujeros en materiales u objetos verticales que los taladros horizontales no pueden manipular fácilmente. Este tipo de taladro incluye una base resistente que garantiza la estabilidad, un eje vertical que sujeta el taladro y un mecanismo de elevación que permite ajustar la profundidad y la altura del taladro. Algunos modelos también se pueden inclinar para perforar agujeros en un ángulo específico. El operador coloca la pieza de trabajo en la plataforma y ajusta la posición y profundidad del taladro según sea necesario. Luego enciende el taladro y apunta la broca hacia la superficie de la pieza de trabajo, perforando un agujero limpio y preciso. Los taladros verticales son especialmente útiles en la producción de sistemas hidropónicos para realizar agujeros precisos en piezas metálicas como bastidores, marcos o conectores. Es posible que estos orificios sean necesarios para instalar accesorios, fijar componentes o crear puntos de montaje. La capacidad de una perforadora vertical para crear agujeros precisos y uniformes afecta la calidad y funcionalidad del sistema hidropónico producido, garantizando un montaje seguro y eficiente de los componentes.

3.9.7 EMPAQUETADO Y MÁQUINAS DE TRANSPORTE

Figura 32. Máquinas de transporte.



Fuente: Investigación de campo

Los equipos de embalaje y manipulación son componentes críticos en la fase de producción final de un sistema hidropónico, responsables de embalar de forma segura y eficiente el producto terminado para su almacenamiento y transporte.

Este equipo puede incluir diversas máquinas y dispositivos diseñados para realizar diferentes funciones durante el proceso de embalaje y transporte. Los dispositivos más populares incluyen:

Máquinas envasadoras: Estas máquinas llenan, sellan y etiquetan cajas o bolsas terminadas. Pueden ser automáticas o semiautomáticas y están diseñados para manejar una amplia gama de tipos de productos y tamaños de contenedores. **Máquinas etiquetadoras.** Estas máquinas etiquetan productos o contenedores con información importante como nombre del producto, número de lote y fecha de vencimiento. Las máquinas etiquetadoras pueden manejar una variedad de materiales de etiquetado, incluidos papel, plástico y metal. **Máquinas envolvedoras:** estas máquinas envuelven productos con material protector, como plástico retráctil o plástico de burbujas, antes de colocarlos en cajas de envío.

Un embalaje adecuado ayuda a proteger el producto de daños durante el transporte y almacenamiento, para que el producto llegue al cliente en óptimas condiciones. **Transporte.** Estas máquinas transportan cajas de un lugar a otro dentro de la planta de fabricación. Estos pueden incluir transportadores de rodillos, cintas y sistemas transportadores que mueven cajas a lo largo de las líneas de producción de manera eficiente. Todos los equipos de embalaje y envío trabajan juntos para garantizar que sus productos hidropónicos se empaqueten de forma segura y eficiente, listos para su almacenamiento y envío. Un embalaje adecuado no sólo protege el producto durante el transporte, sino que también mejora su presentación y proporciona información importante a los

consumidores. Esto ayuda a garantizar la satisfacción del cliente y la reputación de la marca en el mercado.

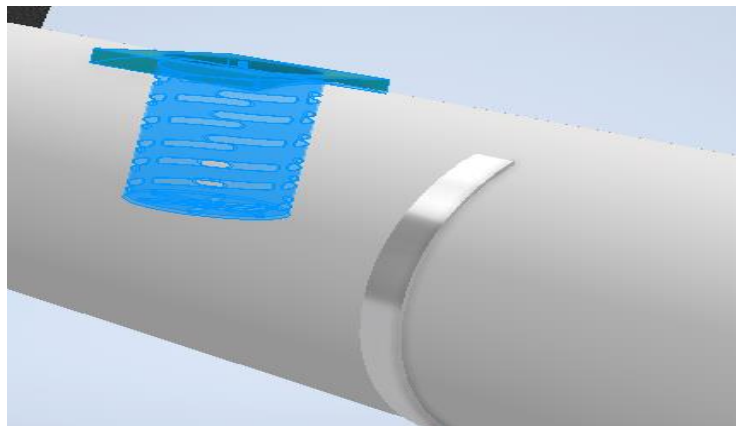
CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADO DE ENSAMBLE FINAL DEL DISEÑO CREADO EN INVENTOR

A través del entorno virtual de Autodesk Inventor 2024 Professional se realizan 3 tipos principales de archivos, partes, ensambles y presentaciones. En este apartado se revisará los resultados principales del uso del ambiente de ensamble para poder comparar las proporciones, comprobar movimientos y relaciones entre partes, además de la posibilidad de crear diferentes tipos de ensambles usando las mismas partes permite reorganizar ideas y perfeccionar los diseños a través ya sea de nuevas características, mejor uso del material, mejor reparación, mejor escalabilidad, facilidad replicabilidad.

Figura 33. Sustrato del tubo de PVC.



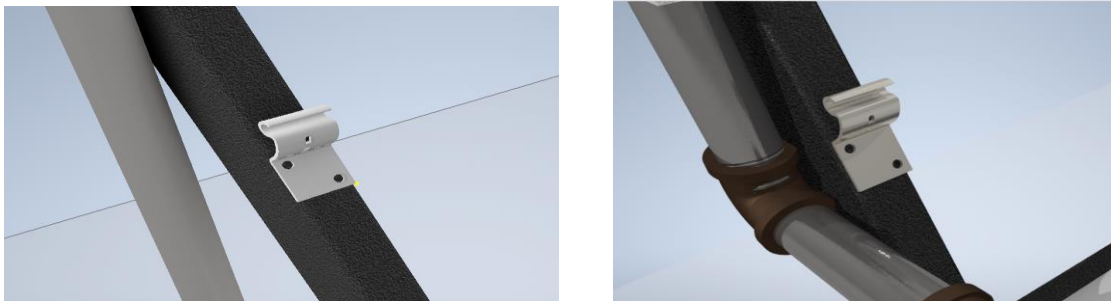
Fuente: Investigación de campo

En la imagen anterior se puede observar el contenedor de sustrato dentro del tubo de PVC, al igual que el bracket de acero inoxidable que sostiene al tubo, los cuales están hechos para encajar debidamente uno con otro, en la práctica del ensamble esto se refleja en la falta de líneas que se sobrepasan.

4.2 MODELOS FINALES A TOMAR EN CUENTA EN DISEÑO DE LÍNEA

Al colocar las piezas en disposición que deseamos este va tomando forma o al estar mal dimensionada una pieza, esta no tendrá cohesión y es probable que se vea el imperfecto inmediatamente especialmente si se revisa todo Angulo posible de visión, para esto también se vuelve necesario el uso de las herramientas de vista ofrecidas dentro de inventor, de las cuales vista de estructura con textura transparente fue el de mayor utilidad. Para fines demostrativos se puede utilizar Ray Tracing dentro del ambiente de modelado.

Figura 34. Diferencia visual y de la capacidad de uso de sombras y flexiones.



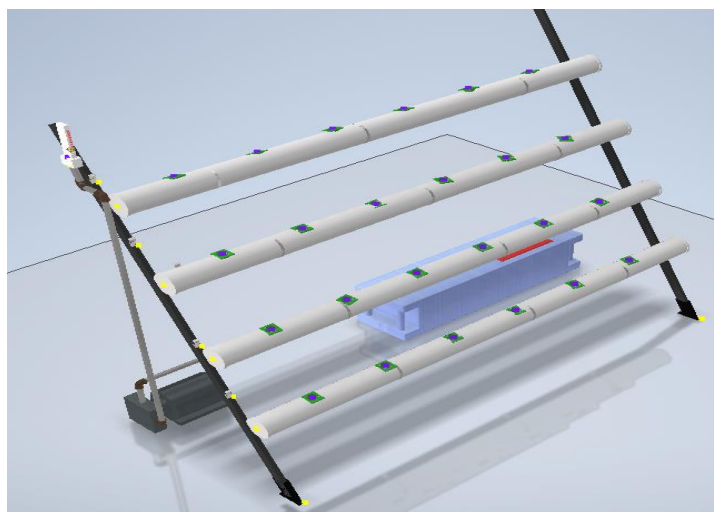
Fuente: Investigación de campo

En las imágenes anteriores se puede ver la gran diferencia visual y la gran capacidad de obtener detalle de la imagen mediante el uso de sombras y reflexiones simuladas por rayos, esta herramienta resulta ser muy buena para fines estéticos y probablemente el uso como material publicitario.

Este primer ensamble cuenta de todas las piezas diseñadas en el capítulo de metodología con algunos cambios los cuales son entre cambios de dimensiones a las partes, aumento o disminución de dimensión de agujeros, y el uso de la herramienta de creación de hilos, también se cambiaron ciertos materiales dentro de inventor y acabados correspondientes con los procesos de

la línea de producción, como lo es la textura de pintura de polvo, o la apariencia de plástico del tanque de reservorio. Se utilizaron diferentes colores.

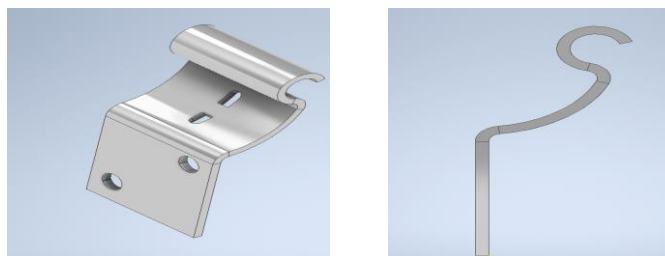
Figura 35. Sistema de diseño basado en placas de metal.



Fuente: Investigación de campo

A demás se tomó en consideración la creación de una parte nueva, ya que al armar el sistema el cliente final debería encontrar como dotar de una ruta correcta a los ductos de riego, por lo tanto, se diseña un sistema para insertar tubos de $\frac{1}{4}$ de diámetro por una argolla principal tanto, así como un descanso en forma de medialuna con perforaciones para disponer tuberías más grandes con amarras plásticas. La pieza junto los Brackets de tubo PVC se diseñaron con sheetmetal un sistema de diseño basado en el formado de placas de metal. Lo cual facilita su diseño y replicabilidad.

Figura 36. Metales empleados en la implementación.



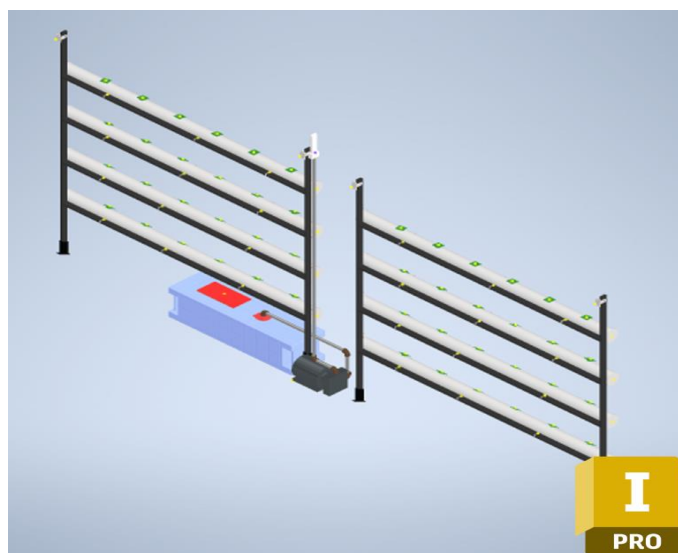
Fuente: Investigación de campo

4.3 TIPOS DE USO DE PRODUCTO PARA DEMOSTRAR ESCALABILIDAD Y MODULARIDAD

El diseño busca la flexibilidad y la capacidad del cliente de adaptar el producto en vez de adaptar sus necesidades teniendo en cuenta los diferentes tipos de estructuras de construcción que existen tanto dentro y fuera del área local para aquello se decide mostrar diferentes maneras de organizar las estructuras diseñadas.

El primer diseño es un diseño denominado side by side, debido a que se colocan una al lado de la otra, para esto se utilizan los adaptadores de pared en los extremos superiores y con los agujeros en la base del sistema podrán sostener el peso de la poca agua que circula y el material vegetal que albergará la cosecha.

Figura 37. Diseño “Side by side”.

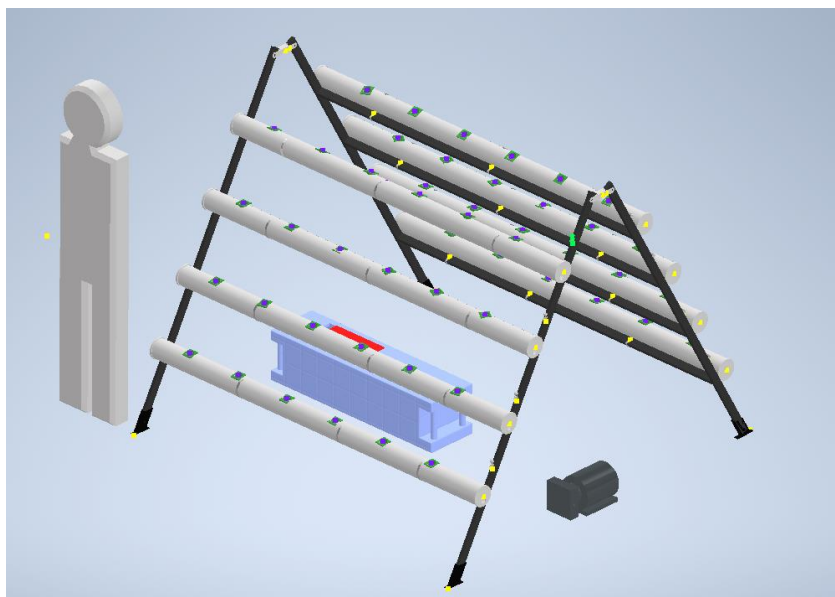


Fuente: Investigación de campo

El segundo es un diseño back to back que ocupa un poco más de espacio horizontal por la disposición inclinada de los elementos, pero nos aporta una funcionalidad más amigable con

personas de un mayor rango de estaturas. Esta disposición se logra usando una unión metálica entre ambas estructuras.

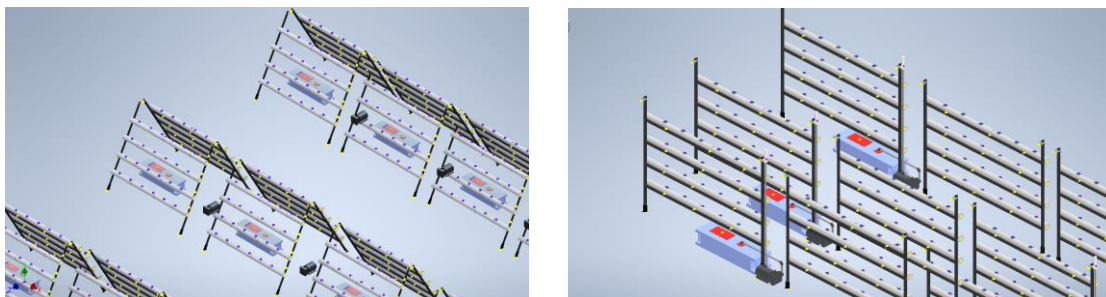
Figura 38. Diseño “Back to back”.



Fuente: Investigación de campo

Al mismo tiempo se incita al usuario a replicar sus sembríos hidropónicos, permitiéndole escalar dependiendo solamente del espacio y de una fuente de 110 voltios y la potencia requerida según sus gastos energéticos.

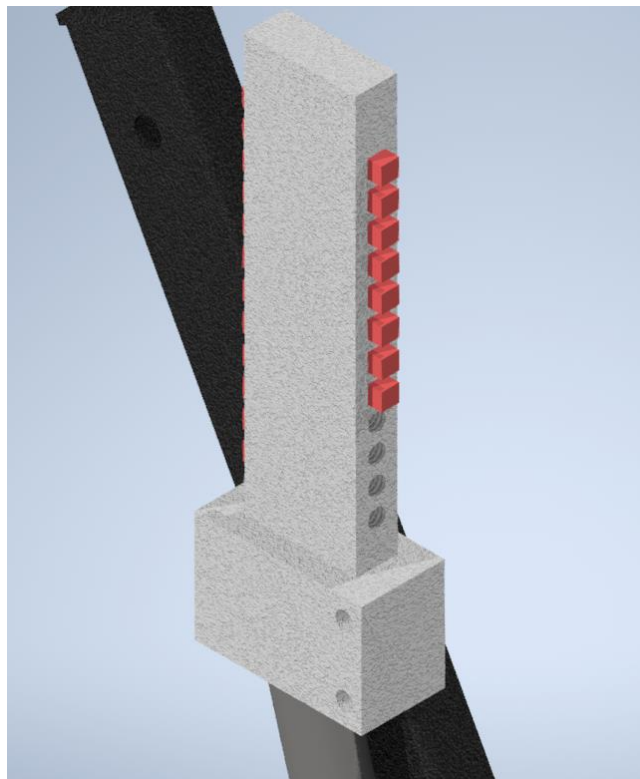
Figura 39. Estructuras de diseño.



Fuente: Investigación de campo

Al mismo tiempo el usuario final puede prescindir del uso de bombas según el ejemplo dado, cada dos estructuras, podría utilizar un sistema automatizado con más potencia centralizado para alimentar con menos energía a más sistemas hidropónicos, estos cambios son independientes al sistema pero el sistema es capaz de adaptarse, el sistema de división de caudal cuenta con hasta 24 espacio de conexiones para o bien alimentar más de dos estructuras o alimentar todas las macetas de una estructura con presión de atomización. Además de tener puntos de sujeción de $\frac{1}{4}$ y tomas estándar de PVC de media y de $\frac{1}{4}$ para entrada principal y sus divisiones, con la boquilla $\frac{1}{2}$ y un tubo PVC se puede sostener la válvula sin problemas en el aire.

Figura 40. Ejemplo de conexión en correas.



Fuente: Investigación de campo

Los ganchos de los tubos de PVC permiten que este roten, pueden apretarse más para sostener los tubos sin necesidad de pegamentos, además, tienen la forma tal en la que los tubos de PVC pueden reorientarse según el ángulo del armazón principal.

4.4 ELEMENTOS Y PROCEDENCIA: INTERNA/EXTERNA

Para la mejor utilización de los recursos monetarios y la esperada baja demanda inicial del producto, lo más plausible es el uso de la industria preexistente, por lo tanto, la línea de producción tendrá la función de crear un armazón y sus agregados metálicos mediante la soldadura, ensamble y pintura como tratamiento final y otros agregados metálicos mediante el uso de formadoras de metal, además de realizar perforaciones en el plástico. Mientras que elementos como el divisor de caudal, tapones, entre otros como empaques para uniones de PVC, entre otros son provistos por diferentes proveedores según su costo monetario tanto, así como sus esfuerzos de remediación ambiental.

Tabla 4. Proveedores y transformación.

Proveedores	Transformación
Tanque y tapas de tanque	Marco de metal
Divisor de Caudal	Bracket para tubo PVC
Tapones divisores	Tubo trabajado PVC
Tray Plastic: bandeja de sustrato	Bracket para ductos

Fuente: Autores

4.5 PUESTOS DE PRODUCCIÓN SEGÚN APRENDIZAJE DEL DISEÑO.

Para la línea de producción se decidió buscar una constitución del tipo “por unidad” en vez del método de baches, siguiendo el estudio de los tiempos y aplicando el análisis lean sobre el proceso completo, debido a que existe un gran cuello de botella en la soldadura y trabajado del metal al tomar lo cual influye en el diseño de dos líneas que convergen en una , al mismo tiempo se buscaría un espacio agradable para permitir la recolección continua de desechos directamente de la fuente para evitar costos de mantenimiento de la inocuidad por lo tanto es necesario que ambos tipos de materiales no se junten entre procesos especialmente si se generan desechos.

Se dividen los grupos en acciones divididas por secciones las cuales están codificadas color para los puestos de trabajo necesaria para la fácil operación inicial de producción de máquinas hidropónicas.

Tabla 5. Secciones y acciones

SECCIONES	ACCIONES
QC piezas externas	Se revisa la consistencia de los baches recibidos de partes producidas externamente (Mangueras, Acoples, tuberías, divisor de caudal, Brackets, tapa del tanque grande y pequeña, bandeja plástica para planta)
QC materiales de producción	Se revisa consistencia, cantidades y existencias necesarias de láminas de metal, perfiles de metal, pernos, anillos de presión, tuercas, platinas.

Corte de metal	Corte de platinas, perfiles y planchas según lo requerido, además de doblado de planchas
Corte en no metales	Corte de tubos, ductos / pegado de tapas
Soldadura frame	Soldadura de estructura de metal principal según diseño
Soldadura añadidos de metal	Soldadura de añadidos de metal, patas de soporte al piso, de sujeción a pared y de unión de estructuras metálicas
Pintura	Pintura de estructura metálica con pintura electrostática en polvo
Ensamble de piezas de metal a estructura	Ensamble de brackets con estructura principal mediante disposición y uso de tornillos de perforación para bloquear el movimiento de los brackets.
Ensamble piezas pvc	Pega de partes y acoples de pvc en estructuras horizontales tubos de pvc
Ensamble principal	Ensamble de armazón y piezas armadas de pvc
Recolección y conteo de accesorios	Recolección de materiales de producción, conteo de tubos, acoples, recolección de distribuidor de caudal
Estibador	Embalaje final para almacenamiento y envío. Accesorios embalados en la caja más pequeña dentro del sistema

Fuente: Autores

Los puestos de trabajo necesarios, se los presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Puestos de trabajo necesarios.

Estibador	Operador
Soldador	Pintor
Ensamblador 1	Ensamblador 2

Fuente: Autores

4.6 AMBIENTE DE DISEÑO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

En este caso el ambiente diseño es diferente, Tecnomatix es una herramienta relativamente nueva de Siemens, cuenta de diferentes herramientas para lograr la simulación de una cantidad muy variada de procesos y como intervienen los puestos de trabajo humanos en los mismo. Tecnomatix funciona con una interfase que es en su mayoría visual, muy similar a entornos de trabajo como inventor lo cual permite una rápida familiarización con el entorno de trabajo al mismo tiempo que se construye bajo una base compatible con su lenguaje de programación prioritario volviendo más flexible la replicabilidad y cambios a diferentes procesos que el usuario puede generar.

Figura 41. Tecnomatix


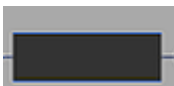





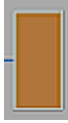
Fuente: Investigación de campo

4.7 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

El diseño de la línea de producción sigue reglas básicas de interacción con el usuario para relacionar los componentes que se agregan, cada uno tiene su significancia y relación con los demás componentes en los procesos y también los recursos tanto de materiales como recursos humanos. Los diferentes elementos utilizados en el proyecto se encuentran en la tabla 7.

Tabla 7. Elementos utilizados en el proyecto

Imagen Representativa	Elementos
	<p>Source: Representa el flujo de materiales con los que inician los procesos de transformación en la producción.</p>
	<p>Conveyor: Son líneas de transporte generalmente son bandas transportadoras y movimientos entre maquinarias lejanas.</p>
	<p>Buffer: Es un acumulador, representa lugares donde se almacena o se mantiene recursos sin cambios esperando un proceso subsecuente.</p>
	<p>Station: Es una estación de trabajo esto representa un área de trabajo, generalmente una maquinaria o mezcla de maquinarias o procesos de producción</p>

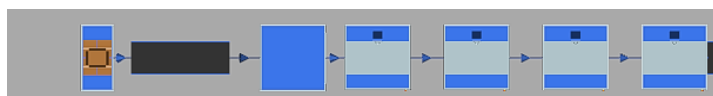
	<p>Assembly Station: Estación de ensamble, es el apartado donde diferentes componentes convergen en un único nuevo producto.</p>
	<p>Drain: Un drene de recursos terminados por este medio se retira los elementos del proceso, para su distinción a almacenaje o al cliente.</p>

Fuente: Autores.

La distribución física de las secciones es lo primero que se debe generar, se inicia situando los símbolos anteriores según lo necesario. En este caso la distribución son dos líneas paralelas con materiales bien definidos en dos grandes grupos metales y no metales. Debemos entonces colocar dos recursos que van a alimentar conjuntamente una línea de transporte la cual se dirige a dos áreas diferentes donde un Buffer representa el control de calidad de los materiales metálicos de materia bruta y en el caso de los plásticos control de calidad de los productos recibidos de los proveedores de materia bruta PVC, y los componentes entregados por los proveedores.

En la línea superior constamos con 4 estaciones de maquinaria, la primera es un área de corte (1) donde se cortan láminas de metal y perfiles, además de darle forma a los elementos del tipo sheetmetal con formadoras., La segunda estación representa los trabajos de soldadura de la estructura principal y los añadidos metálicos. La Tercera Estación es la pintura en polvo electroestático, y una última estación de ensamble de partes metálicas.

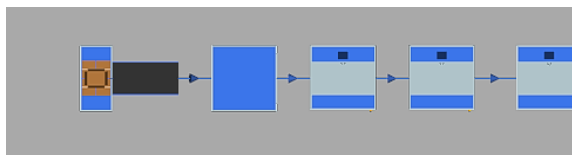
Figura 42. Primera estación



Fuente: Autores

En la segunda línea encontramos después del buffer de conteo, se tienen 3 estaciones diferentes, la primera es el control de calidad de componentes de PVC, La segunda estación representa el control de calidad de los elementos de proveedores externos, como último se contempla el ensamble de las piezas que conforman el tubo principal de contención, esto incluye la fabricación de agujeros.

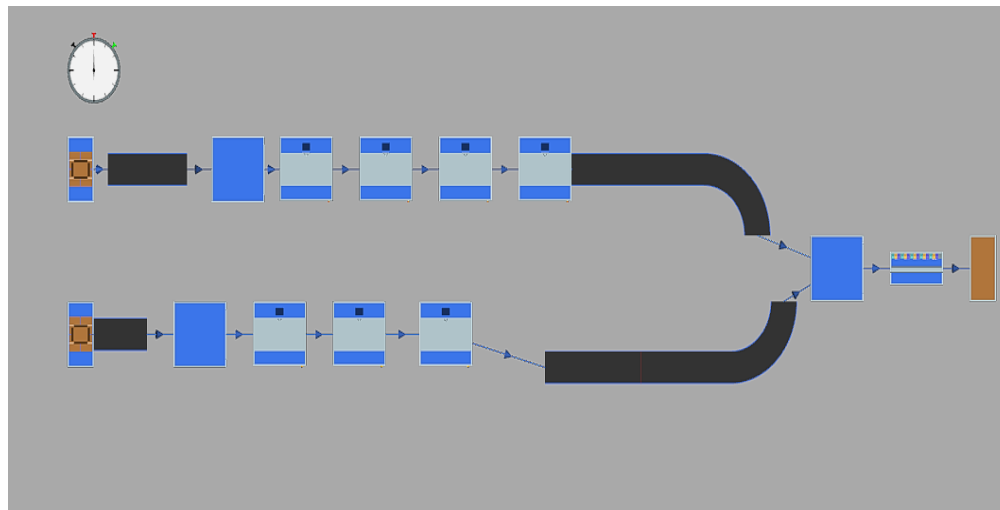
Figura 43. Segunda estación



Fuente: Autores

Como paso final integramos ambas líneas mediante el uso de las cintas de transporte y un buffer para almacenar los componentes antes de ensamblarlos y finalmente empaquetarlos y enviarlos al cliente final. El esbozo final del área dedicada a producción.

Figura 44. Esbozo final del área



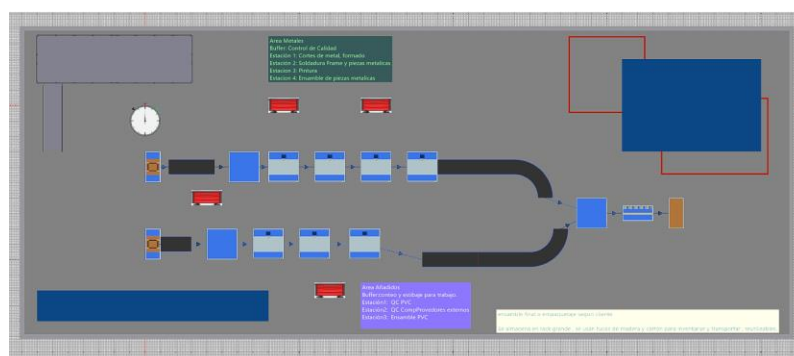
Fuente: Autores

4.8 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS AL DISEÑO

Dentro de los componentes podemos cambiar diferentes variables y comportamientos, podemos dotar de flujo de materiales a las maquinas tiempos de trabajo, de inicio de trabajo, tiempos de preparación. La creación de puestos de trabajos con administradores y sus políticas de administración. Además de la capacidad de introducir los errores y la forma en como estos se pueden presentar. En el caso de la disposición que se utiliza, se busca emparejar los tiempos entre el trabajo en metales y los trabajos en no metales, en ambas líneas paralelas se lapsa 8 horas cada sección de tal manera que el ensamble final y empaquetadura siempre se realiza de manera fácil y ordenada.

Como punto siguiente le damos elementos existentes dentro del área circundante por lo tanto incluimos un mezanine ubicado en la parte superior izquierda, un rack que representa la disposición de la bodega de materiales, un rack ubicado en la esquina superior derecha cerrada en reja con sus respectivos cuadros de seguridad por la posible caída alta de productos estibados. Además de diferentes cajas de herramientas para las secciones que las requieren. Como punto ultimo agregamos otros elementos visuales como las paredes y habilitamos la vista en 3d para corroborar el diseño y posiciones finales.

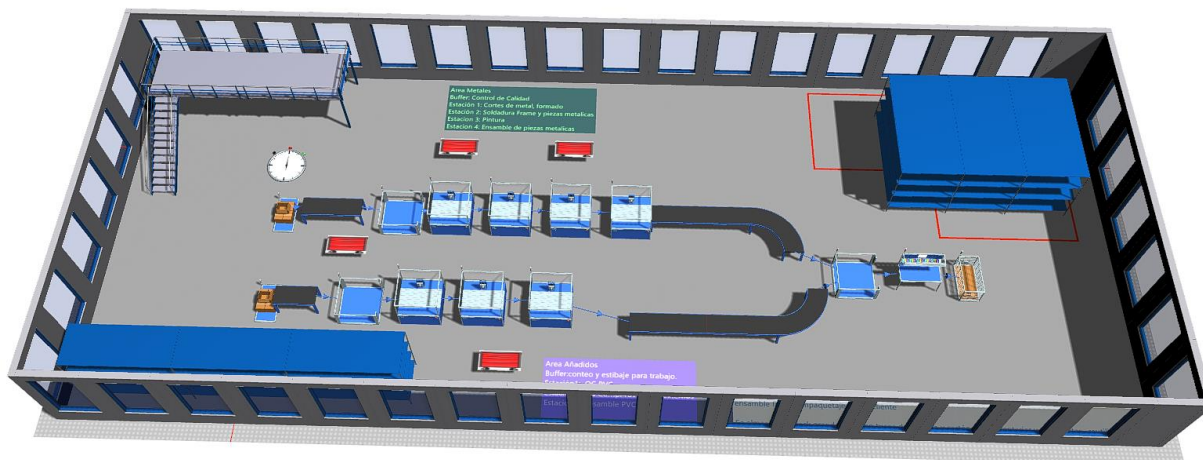
Figura 45. Vista de elementos del área



Fuente: Autores

La presentación en 3D en el cual podemos observar en tiempo real los cambios de los recursos.

Figura 46. Vista en 3D del área



Fuente: Autores

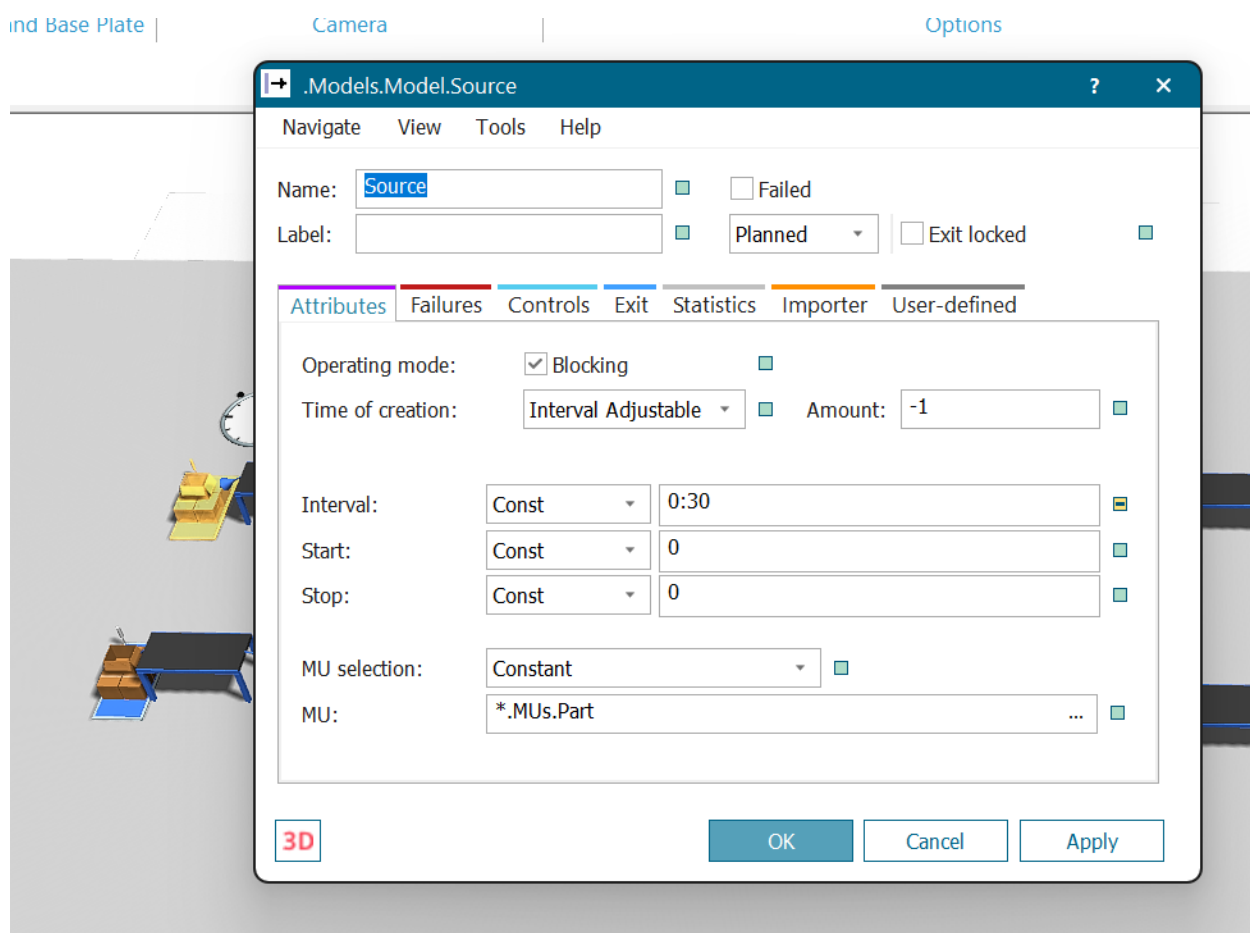
En esta vista podemos observar con más detalle cómo podría verse la disposición física de los diferentes componentes, en este caso el área de construcción tiene las dimensiones 20x30. Los puestos de maquinaria pueden recibir cambios a atributos y comportamientos, además de las estaciones en sí mismas, siendo amigable a la simulación de cambios o a situaciones reales como fallos esperados cada cierto tiempo, siendo un esquema sobre el cual se puede construir nuevas variantes más eficientes.

4.9 SIMULACIÓN DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN

Dentro del sistema de tecnomatix se realizó los cambios suficientes para determinar los tiempos correspondientes que se deberían tomar para terminar una unidad de producto, en este caso se debe colocar los tiempos necesarios para equiparar las salidas de las líneas de procesos paralelas.

Para agregar cambios se selecciona sección por sección y agregamos comportamientos, esta es una simulación cuyo fin es el análisis de concepto por lo tanto se de limitaran los tiempos según lo esperado. Eventualmente se pueden agregar más variables, tales como tiempo de iniciación, tiempo de preparación, errores, elementos gráficos como modelos específicos para maquinarias, entre otros, además se puede enriquecer y alimentar su información con el comportamiento real de los procesos y los flujos de capitales económicos o recursos.

Figura 47. Model Source



Fuente: Autores

Para cambiar los parámetros de tiempo, tomamos el parámetro Interval: , en este apartado se pueden agregar segundos , minutos , horas , días y hasta meses según lo que se modela.

En este caso los recursos de los materiales metálicos se los califica con un tiempo de duración de media hora. Los cambios son, en el siguiente orden:

Tabla 8. *Diferenciación de metales y no metales en el ensamble final*

METALES		NO METALES	
Posición	Tiempo	Posición	Tiempo
0	0:30	0	0:50
1	0:20	1	0:15
2	0:45	2	0:45
3	1:15	3	1:00
4	1:00	4	1:10
5	0:10		
Ensamble Final			
	tiempo	0:30	

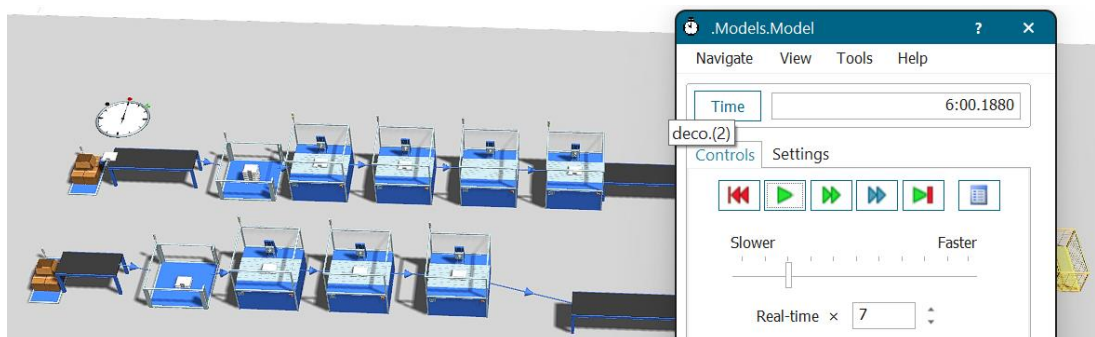
Fuente: Autores

4.10 RESULTADO INICIAL DE ANÁLISIS DE MODELADO Y SIMULACIÓN

En la herramienta colocada en la posición de 6 horas podemos observar que no hay ningún tipo de incongruencia, parecieran acumularse cajas en el buffer superior, esto se debe a que en el

tiempo esta línea se demora un poco debido al tiempo que aumenta la interacción de una estación más.

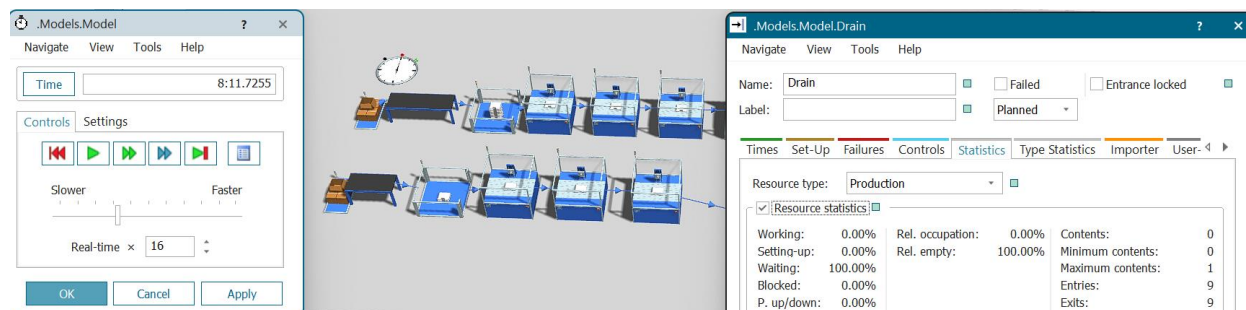
Figura 48. Tiempo de línea del proyecto



Fuente: Autores

En ese mismo tiempo se abrían construido 5 Unidades. Al aumentar a 8 horas netas de trabajo este número mejora notablemente, aunque los atrasos de la línea de metales aumentan.

Figura 49. Aumento de horas de línea de trabajo



Fuente: Autores

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades es bastante directo en lo que se refiere a la construcción del prototipo, en cambio la observación de diferentes etapas del cultivo de ser posible toma unas diferentes etapas las cuales dependerán del éxito de cada una por lo tanto es un paso sin límites de tiempo claro.

4.12 DESGLOSE DE ACTIVIDADES

Las actividades se dividen en dos apartados, el registro de tiempo utilizado para el diseño de prototipo en 3d y el tiempo de determinación de las partes de la línea de producción.

Construcción de prototipo al tener tiempos limitados de trabajo se culminó con el diseño en aproximadamente 2 semanas y media después de terminado un periodo inicial de planteamiento, conceptualización y desarrollo del prototipo en el ambiente 3D, superando lo esperado de 6,25 días debido a la poca oportunidad de tiempos largos de trabajo.

Tabla 9. Detalles del tiempo la construcción de prototipo

CONSTRUCCION DE PROTOTIPO		Días 8 horas/día	
No	Descripción	Tiempo en horas	Equivalente en días
1	Diseño de la estructura metálica	5	1,25
2	Diseño de tubos y elección de conectores	2	1,75
3	Diseño de tanque	3	2,5
4	Diseño de brackets metálicos	2	3
5	Diseño de accesorios metálicos	2	3,5
6	Diseño de divisor de caudal	2	4
7	Ensamblaje en 3d	4	5
8	Revisión medidas de modelo	2	5,5
9	Ensamble revisado	3	6,25

Fuente: Autores

En la determinación de partes de línea de producción que depende del diseño final el 3D.

Tabla 10. Detalles del tiempo la construcción de prototipo

Determinación de partes de la línea de producción			
No	Descripción	Tiempo en horas	Tiempo en días
1	Diseño basado en aprendizaje de prototipo	4	0,5
2	Determinación de maquinaria	3	0,375
3	Determinación de tiempos de producción	8	1
4	Selección de posibles proveedores	2	0,25
5	Determinación de puestos de trabajo	2	0,25

6	Selección de materiales del sistema	4	0,5
7	Esquema de área de producción	6	0,75
8	Estipulación de desechos producidos	1	0,125
9	Método de remediación de desechos	2	0,25
10	Streamline visual del producto	2	0,25
11	Determinación de riesgos	1	0,125
12	Conclusiones, observaciones	2	0,25
13	Ideas de retroalimentación para el diseño	2	0,25
		Entre	4,875

Fuente: Autores

4.13 CONCLUSIONES

Mediante los diferentes procesos del diseño a través de modelado 3D y la simulación de los sistemas de producción, se logró diseñar y dimensionar a gran nivel los componentes, puestos de trabajo y principales herramientas iniciales para construir un sistema de apoyo para la creación de nuevos sistemas hidropónicos con el objetivo de mejorar la salud alimentaria al mismo tiempo que se exploran nuevos métodos de producción limpia e innovadora.

Específicamente el diseño en 3D del producto es la tarea más ardua y compleja debido a la falta de experiencia o costumbre, la creación de varios modelos y respaldos, y la complejidad de ver en 3 dimensiones a través de una pantalla de dos dimensiones y la necesidad alta de procesamiento matemático y gráfico necesario para trabajar cómodamente. Por lo tanto, el mayor tiempo de horas hombre maquina fueron utilizados en ensambles, diseños y presentaciones en entornos 3D.

Inventor y la herramienta de ensamble nos da una idea bastante apegada a la realidad de lo que podemos esperar, al mismo tiempo no solo a nivel de apariencias, también al nivel de selección de acabados y materiales, sin tomar en cuenta la simulación de estrés y la simulación de fluidos.

Fue una pieza muy importante del diseño, dimensión y planificación de método de producción y ensamble finales.

La Herramienta Tecnomatix de Siemens no solo nos entrega un Lay Out de la línea de producción en dos y tres dimensiones, al mismo tiempo dota de una plataforma la cual se puede alimentar de nueva información, así como implementar cambios a diseños posteriores, dándole un gran valor al diseño inicial de la línea de producción a implementar.

4.14 RECOMENDACIONES

Para el diseño se recomienda llevar a cabo un listado de las piezas a diseñar es importante mantener cohesión en el diseño y al mismo tiempo las herramientas que se usaran, esto ayudara a resolver problemas, se vuelve indispensable en proyectos de varias piezas organizar por archivos los diferentes tipos de documentos como partes, ensambles y presentaciones, así como clasificación según funciones en los nombres de estos, leyendas claras y rápidas.

Al momento de cargar un ensamble en el sistema de inventor se recomienda eliminar/desactivar los detalles decorativos del modelo, incluidas las sombras entre otros, la capacidad de las computadoras promedio no son lo suficientemente potentes para trabajar con facilidad dentro del ambiente de diseño, dando como resultado una experiencia complicada, imposibilitando completamente las capacidades de animación de las piezas dentro de ensambles por la dificultad para navegar en el espacio virtual.

En el programa de Tecnomatix es necesario aprender mucho más a fondo las diferentes interacciones entre las variables, componentes, recursos y elementos decorativos, para poder modelar a futuro sistemas más eficiente, al mismo tiempo se recomendaría utilizar los diseños de inventor para alimentar los modelos de productos dentro de tecnomatix, al mismo tiempo las

maquinarias o su representación como estaciones , puede variar , se puede cargar nuevos modelos, los elementos decorativos pueden llegar hasta el diseño de diferentes iluminaciones globales.

Tecnomatix permite colocar puestos de trabajo donde descansan trabajadores virtuales, con comportamientos que van desde cómo funciona su bróker o administrador, y como estos pueden ser programados para responder a una o varias maquinarias a través del diseño de líneas de camino, por lo tanto, las dimensiones correctas desde el inicio del modelado de un sistema con empleados pueden variar según sus distancias de desplazamiento, entregando incluso más información.

Se recomienda el uso de la manufactura aditiva para observar prototipos complejos antes de enviar estos mismos a ser reproducidos por un proveedor ya que estos pueden volverse muy caros para implementarse ya sea una sola vez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benítez, C. F. (2021). *Análisis, diseño y construcción de un sistema hidropónico automatizado para autoconsumo de vegetales y plantas ornamentales*. [https://repository.unab.edu.co/:
https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/14344/2021_Tesis_Cristian_Fabian_Benitez.pdf?sequence=1](https://repository.unab.edu.co/:https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/14344/2021_Tesis_Cristian_Fabian_Benitez.pdf?sequence=1)

GALLEO, L. (JULIO de 2019). *IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA*.

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/15400/Construccion%20de%20un%20cultivo%20hidropnico%20a%20escala.%20Diseno%20e%20implementacion%20del%20sistema%20de%20automatizacion%20y%20control..pdf>

GALLEGO, L. A. (2023). IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/33008/TD-3168.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Leonardo, C. (2016). *Diseño e implementación de un control de pH, conductividad y monitoreo de variables ambientales para un sistema de cultivo hidropónico*. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3811/CruzVel%C3%A1squezLeonardo2016.pdf?sequence=1>

López Elías, J. (2018). La producción hidropónica de cultivos. *Idesia (Arica)*, 36(2). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000801>

Lübbert Carmona, J. P. (2016). *Análisis, diseño y construcción de un sistema hidropónico automatizado para autoconsumo de vegetales y plantas ornamentales*. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140623/Analisis-diseno-y->

construccion-de-un-sistema-hidroponico-automatizado-para-autoconsumo-de-vegetales.pdf?sequence=1

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2023). *Líneas de acción del Ecuador para la lucha contra la desertificación fueron presentadas*. Gobierno del Ecuador, Quito.
<https://www.ambiente.gob.ec/lineas-de-accion-del-ecuador-para-la-lucha-contra-la-desertificacion-fueron-presentadas/>

Sánchez, G. (1982). Cultivo Hidropónico.
<https://www.academia.edu/download/54078244/HIDROPONIA.pdf>

Válvulas, A. (2024). *Introducción a las válvulas de retención*. <https://www.avkvalvulas.com/es-es/m%C3%A1s-informaci%C3%B3n-y-soluciones/caracter%C3%ADsticas-de-los-productos/v%C3%A1lvulas-de-retenci%C3%B3n/introducci%C3%B3n-a-las-v%C3%A1lvulas-de-retenci%C3%B3n>

ANEXOS

Se adjuntan en el anexo los lugares que se tienen a disposición para crear el prototipo y probar diferentes tipos de sembríos verticales estos espacios son, un espacio exterior con luz directa del sol 10 horas al día; un espacio interior con entrada de luz de un 30% de intensidad por aproximadamente 8 horas



Patio para pruebas con sol directo 1



Cuarto para pruebas internas 1



Cuarto para pruebas internas 2

