

GREENHOUSE

INVERNADEROS AUTOMATIZADOS



PROYECTO FINAL

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Contenido

1	¿QUIÉNES SOMOS?	2
2	INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	3
3	IDEA DE PROYECTO	4
4	ESTUDIO DE MERCADO.....	7
4.1	Mercado Consumidor	7
4.2	Mercado Competidor.....	10
5	OBJETIVOS.....	12
6	PROPUESTA TÉCNICA	13
6.1	Características del producto.....	13
6.2	Lay out Planta:.....	15
7	DESARROLLO TÉCNICO	16
7.1	ESTRUCTURA	16
7.1.1.	Dimensión:	16
7.1.2.	Materiales:.....	17
7.1.3.	Diseño:	21
7.1.4.	Cubierta:.....	31
7.2	SISTEMA DE RIEGO	32
7.2.1.	Partes constitutivas	32
7.2.2.	Funcionamiento.....	38
7.3	SISTEMA DE CALEFACCIÓN	40
7.3.1.	Partes constitutivas	40
7.3.2.	Funcionamiento.....	46
7.3.3.	Verificación de la energía térmica requerida según la bibliografía y la disponible en el equipo seleccionado	47
7.4	SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD	50
7.4.1.	Partes constitutivas	50
7.4.2.	Funcionamiento.....	55
7.4.3.	Verificación analítica de presión y caudal.....	56
7.5	SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	57
7.5.1.	Características	57
7.5.2.	Mecanismo enrollable	59
7.5.3.	Cálculo de parámetros	61
7.5.4.	Selección de componentes:	62
7.5.5.	Guías para Mecanismo enrollable:.....	63
7.5.6.	Ventilación Activa:.....	67
7.6	SISTEMA DE CONTROL	68
7.6.1.	Variables a controlar:	68
7.6.2.	Entradas	70
7.6.3.	SALIDAS	76
7.6.4.	CONTROLADOR	85
8	ANÁLISIS FODA:.....	91
9	DIAGRAMA DE GANTT.....	92
10	CONCLUSIÓN:	93
11	ANEXOS.....	94
11.1	ANEXO 1: “Parámetros del microclima”.....	94
11.2	ANEXO 2: “Producción y Rendimiento Hortícola”.....	117
11.3	ANEXO 3: “Manual del usuario”.....	129
11.4	ANEXO 4: “Estudio económico”.....	155
11.5	ANEXO 5: “Relevamiento de escuelas del sur mendocino”.....	170
11.6	ANEXO 6: “Código de Programación, Lenguaje C++, software Arduino”	209



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 1 de 218

1 ¿QUIÉNES SOMOS?

“GREENHOUSE S.R.L” es una empresa joven conformada por 2 socios que se dedica al desarrollo de invernáculos de ambiente controlado para la producción de cultivos varios, En la zona Sur de Mendoza.

Estos productos están diseñados para grupos de personas que quieran adquirir sus propios alimentos, sin invertir demasiado tiempo en trabajar sus cultivos y protegerlos de contingencias climáticas y las temperaturas bajas del invierno, los clientes podrán ahorrarse varias etapas en la cadena productiva y logrando productos orgánicos y frescos, ya sea para el consumo propio o para la venta.

La empresa dispone de modelos de invernaderos ya diseñados con todos sus parámetros definidos a los cuales el cliente se podrá adaptar, y también cuenta con la capacidad de abordar productos por pedido en los cuales se podrá adaptar a las necesidades de los clientes, ya sea modificando el tamaño del mismo o utilizando los recursos que se posean en cada caso.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 2 de 218

2 INTRODUCCIÓN A LA PROBLEMÁTICA

Las ciudades, en sus procesos de expansión, suelen avanzar sobre suelos de alta calidad donde se desarrollan actividades de producción de alimentos, obligando a grandes plantaciones a mudarse a zonas más desérticas y alejadas de las grandes poblaciones, aumentando la inversión necesaria tanto en transporte como en tecnología para la producción.

También en la zona de Mendoza algunos grupos de poblaciones, al encontrarse en lugares alejados de las ciudades y de los puntos de producción, les resulta difícil su consumo variado de hortalizas y frutas debido a que no es factible el transporte de los mismos, y en el caso que se realice, la calidad de estos productos se pierde por el tiempo que transcurre desde la cosecha hasta el consumo.

Los fenómenos climáticos como las sequías, el granizo, las heladas y el viento Zonda, así como tormentas de nieve en las montañas, son condicionantes climáticos al desarrollo de estos cultivos al aire libre. El agua de riego es una limitante de los cultivos en general y en particular, de los hortícolas. Las escasas precipitaciones, la baja frecuencia de riego proveniente del sistema de distribución del agua, y las técnicas de riego tradicionales afectan y limita la horticultura tradicional en muchos casos.

Surgen como desafíos cubrir parte de la demanda del mercado con producciones de hortalizas pequeñas y más eficientes, protegiéndolas de las contingencias climáticas que presenta el clima cambiante de Mendoza. Haciendo un uso del agua más eficiente y disminuyendo el uso de agroquímicos.



**U.T.N.
F.R.S.R.**

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 3 de 218

3 IDEA DE PROYECTO

En el mes de agosto del año 2019 se realizó una visita a la escuela “N° 4-205” “Embajador Pablo Neruda” en el paraje el carapacho, en la zona rural y aislada del departamento de Malargue.

1. En la visita se observó que la escuela disponía un invernadero en el cual se cultivaba tomate, el ciclo de cultivo se realiza desde la semilla hasta el fruto, y se consume en el comedor de la escuela. Teniendo en cuenta que la escuela se encuentra en una zona de difícil acceso, el aprovisionamiento de vegetales y frutas frescos no es fácil.



Imagen invernadero de Escuela Pablo Neruda 4/19

La necesidad de automatizar los parámetros dentro del invernáculo surge de los pedidos del directivo de la escuela quien nos comentó que necesitan un sistema que defienda la producción cuando la temperatura descienda de los 0°C. Ya que en la zona se registran temperaturas bajo cero, y en muchas ocasiones para proteger el cultivo tenían que realizar tareas de defensa a altas horas de la madrugada, además de esta protección aparece la necesidad de controlar otros parámetros para facilitar las tareas y para mejorar la calidad de la producción.

Para conocer mejor las necesidades que poseen los invernaderos, se decidió realizar una investigación sobre las escuelas rurales que poseen cultivos, esta investigación se informa en “ANEXO 4 Relevamiento de escuelas”

Surge la idea de diseñar un invernáculo de pequeña escala; el cual mediante la tecnología necesaria sea capaz de controlar de forma automatizada los parámetros necesarios (Temperatura, Humedad, etc.) para la producción de distintos alimentos. Brindándole a esa población la posibilidad de cultivar sus propios alimentos orgánicos, sin la necesidad de invertir mucho tiempo en su cuidado. Este invernáculo será capaz de mantener un microclima controlado durante todo el año protegiendo los cultivos de las diferentes contingencias climáticas, como altas y bajas temperaturas, sequias, fuertes precipitaciones, viento, etc.

Imágenes de ejemplo:

Interior:



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 5 de 218



Exterior:



4 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado se realiza para definir quiénes serán nuestros potenciales clientes, cual es la cantidad de demanda definiendo así el tamaño del proyecto y la producción. Se define la segmentación de los clientes, se estudia el mercado competidor y el mercado proveedor.

4.1 Mercado Consumidor

Nuestros productos se definen como bien de capital. Están diseñados para consumidores que quieran cultivar y producir sus propios alimentos, conocer los ciclos de crecimiento de distintos cultivos, tener una experiencia con la agricultura. El invernáculo gracias a su tecnología permitirá un control del microclima y de los requerimientos de los cultivos, como por ejemplo el riego. Todo esto le permitirá al consumidor ahorrar tiempo y no tener que estar pendiente de los parámetros del invernadero, también le permitirá ausentarse varios días teniendo la certeza de que se mantendrán las condiciones necesarias. Tampoco tendrá que implementar técnicas para protegerlos de contingencias climáticas como el granizo y las temperaturas bajas del invierno, ya que el invernáculo está diseñado para trabajar bajo esas condiciones.

El mercado creciente de los productos orgánicos y el auto cultivo de alimentos. Brinda una oportunidad al producto de ingresar al mercado, ya que le permite al cliente garantizarse de que sus cultivos no estarán afectados por agroquímicos si así lo desea. También garantizara la frescura de los alimentos lo cual es importante a nivel nutricional.

Segmentación del mercado

Los clientes deberán cumplir ciertos requisitos técnicos para poder garantizar el óptimo funcionamiento del producto, las mismas serán excluyentes.

- a) Ubicación: El producto deberá instalarse en la provincia de Mendoza, ya que el producto está diseñado específicamente para las condiciones y contingencias climáticas de esta zona.
- b) Espacio físico: Se deberá disponer de espacio físico suficiente (10m * 10m), que se encuentre en terreno cerrado, también se deberá asegurar que la luz solar llegue de forma directa a todo el terreno y se mantenga entre 6 y 8 hs por día.
- c) Servicios: El cliente deberá tener a disposición agua de red o alguna fuente de agua que sirva para el uso del invernadero. También deberá poseer energía eléctrica disponible en la puesta del invernadero.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 7 de 218

Nichos del mercado

Los nichos de mercado en este caso serán los potenciales clientes donde el producto pueda cubrir su necesidad y aportar valor.

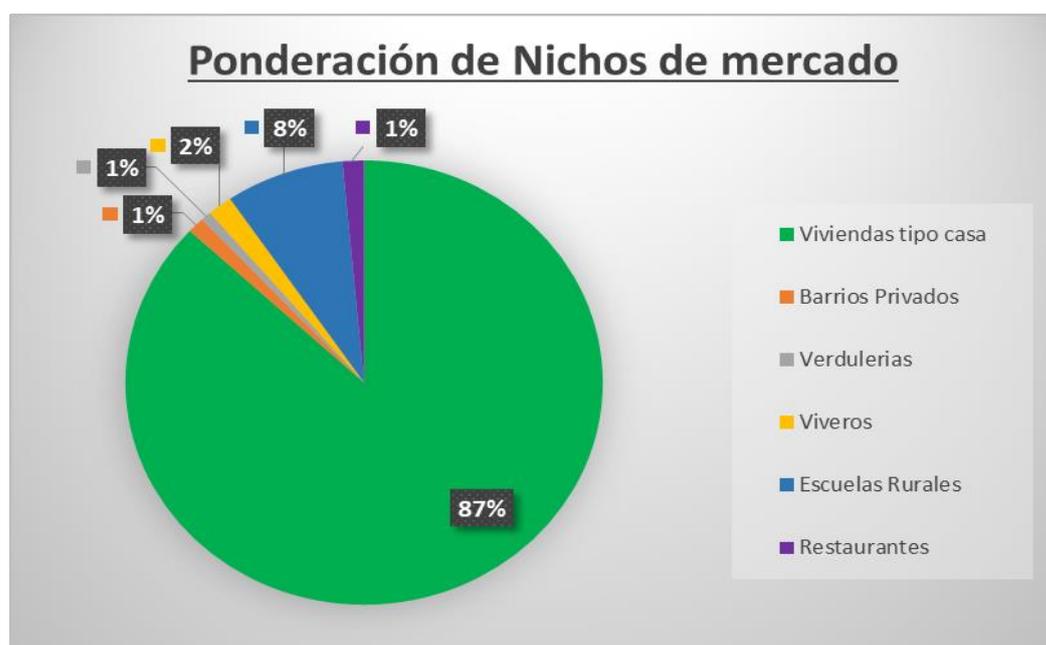
- a) Viviendas: Las viviendas rurales o simplemente viviendas con suficiente espacio que cumplan con los requisitos técnicos del producto podrán adquirir el mismo, esto traerá muchas ventajas al cliente como el contacto con los cultivos, distintos aprendizajes sobre la agricultura y poder ver el crecimiento de los cultivos, para luego consumirlos.
- b) Barrios privados: Algunos barrios podrán estar interesados en la implementación de un invernáculo en su interior, dándole un servicio más a los residentes y sirviendo como atracción.
- c) Campos: En el sur de Mendoza existen muchas viviendas alejadas de las grandes poblaciones que se dificulta el consumo de cultivos frescos debido a la dificultad del transporte. Actualmente ya existen muchos campos con los requisitos técnicos suficientes que podrían adquirir el producto para consumo de los residentes del lugar.
- d) Verdulerías: Las verdulerías pueden ser posibles clientes aprovechando el invernáculo para el cultivo de distintas hortalizas novedosas dándole variedad a los productos que ofrece a sus clientes y mejorando la calidad de los mismos.
- e) Viveros: En el caso de los viveros se podrá utilizar el invernáculo para la producción específica de cultivos y plantas que requieran de mayor cuidado en su crecimiento o para producir distintos cultivos fuera de temporada, ahorrando tareas de mantenimiento.
- f) Escuelas rurales: En base a las investigaciones que ha hecho nuestra empresa "GREENHOUSE S.R.L" las escuelas son establecimiento en donde se realizan cultivos bajo cubierta, con fines didácticos y para el consumo de los cultivos en los comedores de las mismas. Además, los cultivos bajo cubierta en muchos casos toman un rol social muy importante. En la mayoría de los casos se encuentran alejadas de las grandes poblaciones y los caminos de acceso no están en buenas condiciones por lo que proveer alimentos frescos no es fácil.
- g) Restaurantes: Los restaurantes son potenciales clientes, sobre todo los que se encuentran en lugares abiertos y zonas rurales. Un invernáculo podría ser un gran atractivo y un proveedor de alimentos de calidad para su menú.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 8 de 218

Tamaño del mercado:

Se estudia el tamaño de los nichos anteriores, en el sur de la provincia de Mendoza (General Alvear, Malargue y San Rafael) para poder cuantificar la posible demanda del producto. Suponiendo como mercado todo aquel posible cliente que cumpla con las condiciones técnicas aclaradas en la segmentación del mercado.

	Viviendas tipo casa	Barrios Privados	Verdulerías	Viveros	Escuelas Rurales	Restaurantes
San Rafael	40023	64	110	22	144	72
General Alvear	12973	11	23	15	38	55
Malargue	6047	3	26	10	20	36
TOTAL	59043	78	159	47	202	163
% Aplica Tec.	3,30%	33%	10%	80%	90%	20%
APLICA	1968	26	16	38	182	33



Fuente:

- "INDEC pre-censo habitacional 2021"
- "Servidor googlemaps"
- "Buscador de escuelas DGE"

4.2 Mercado Competidor.

El mercado competidor son aquellas opciones en las cuales el cliente puede elegir, con el fin de satisfacer su necesidad, este mercado puede diferenciar las cualidades del producto del resto, y acentuar las razones de porque el cliente elegiría un producto antes que el otro.

Competencia Directa

Se considera competencia directa a aquellos agentes del mercado que brindan productos y servicios similares al ofrecido. Es decir que vendan invernáculos, ya sean automatizados o no, y apunten a cubrir mismo segmento de mercado estudiado anteriormente.

a) “ADC invernaderos”:

Invernaderos
Serie Macrotunel

ADC
INVERNADEROS
Para toda la vida!



A.D.C. Invernaderos es una compañía de asesoramiento hortícola-florícola que se ubica en la localidad de Buenos Aires. Con su equipo de ingenieros para el desarrollo técnico. Trabaja en el mercado argentino de Invernaderos, con más de 25 años de experiencia en el diseño, fabricación y automatización de estructuras metálicas para el agro.

La empresa cuenta en su departamento de desarrollo y planificación, con un equipo calificado para el diseño de las más avanzadas estructuras, teniendo como objetivo principal, crear un ambiente óptimo para cada uno de los diferentes cultivos, haciendo



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 10 de 218

especial hincapié en alcanzar la más alta productividad a costos accesibles para el productor.

Ofrece distintos modelos de invernaderos a los cuales el cliente se puede adaptar y también realizar cotizaciones para trabajos de mayor envergadura.

b) “IRIE S.R.L.”:



“IRIE SRL” es una empresa que se encuentra en el mercado de invernaderos hace 20 años, ubicada en la provincia de Buenos Aires, ofrece distintos modelos de invernáculos para distintas necesidades de clientes, desde invernáculos para jardín, para producciones familiares o para emprendimientos agrarios. No dispone de productos automatizados.

c) “INVERNADEROS MENDOZA”



Invernaderos Mendoza es un representante de “ADC invernaderos” en la provincia de Mendoza, sus servicios consisten en Diseño, implementación de tecnologías (Automatización), asesoramiento de cultivo y evaluación de proyectos, todo aplicado a las necesidades específicas del cliente.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramírez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 11 de 218

5 OBJETIVOS

Objetivo Generales:

- Diseñar, fabricar y distribuir un invernáculo tipo residencial (20 m²), con un sistema automatizado, capaz de controlar los parámetros necesarios para la óptima producción de cultivos hortícolas y frutales. Adaptado específicamente al clima del sur mendocino.
- Utilizar de forma eficiente la energía, aprovechando siempre que sea posible la energía solar, disminuyendo el consumo energético del invernadero al mínimo requerido para cumplir con los parámetros.

Objetivos Específicos

- Insertar el invernadero tipo residencial en el mercado de la provincia de Mendoza, promoviendo su implementación y mostrando su valor.
- Abarcar un 4,14 % del mercado del sur de Mendoza lo cual corresponde a 180 invernaderos instalados en un periodo de 5 años.
- Incrementar las ventas un 20% anual.

ALCANCE:

El proyecto abarca el diseño, producción e instalación de los 180 invernáculos tipo residencial a lo largo de 5 años.

El diseño del mismo corresponde a: La estructura y los sistemas de: calefacción, ventilación, riego, y control.

La producción abarca el abastecimiento y pre armado, de los módulos estructurales y los sistemas mencionados anteriormente.

Instalación incluye la logística hasta la localización del cliente, colocación de estructura y sistemas.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 12 de 218

6 PROPUESTA TÉCNICA

6.1 Características del producto

La propuesta técnica del proyecto consiste en un invernadero tipo residencial, el cual está pensado y diseñado para viviendas, o establecimientos que deseen producir cultivos (Frutas, Hortalizas, Flores, Plantines). El producto posee la tecnología necesaria para brindarle a los cultivos las condiciones óptimas para su crecimiento, y para mantenerlas, encargándose de tareas como el riego de los mismo.

El invernadero, gracias a su tecnología permitirá un control del microclima y de los requerimientos de los cultivos, como por ejemplo el riego. Todo esto le permitirá al consumidor ahorrar tiempo y no tener que estar pendiente de los parámetros del invernadero, también le permitirá ausentarse varios días teniendo la certeza de que se mantendrán las condiciones necesarias.

Producto: "GREENHOUSE 1"



CARACTERÍSTICAS:

- Estructura pre-ensamblada.
- Sistema de calefacción solar.
- Sistema de riego automático.
- Control de humedad relativa.
- Ventanas con apertura y cierre automático.
- Ventilación forzada.
- Superficie Cultivable: 15 m²
- Consumo Eléctrico promedio: 50 W.
- Consumo de Agua promedio: 10 L/Día.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 14 de 218

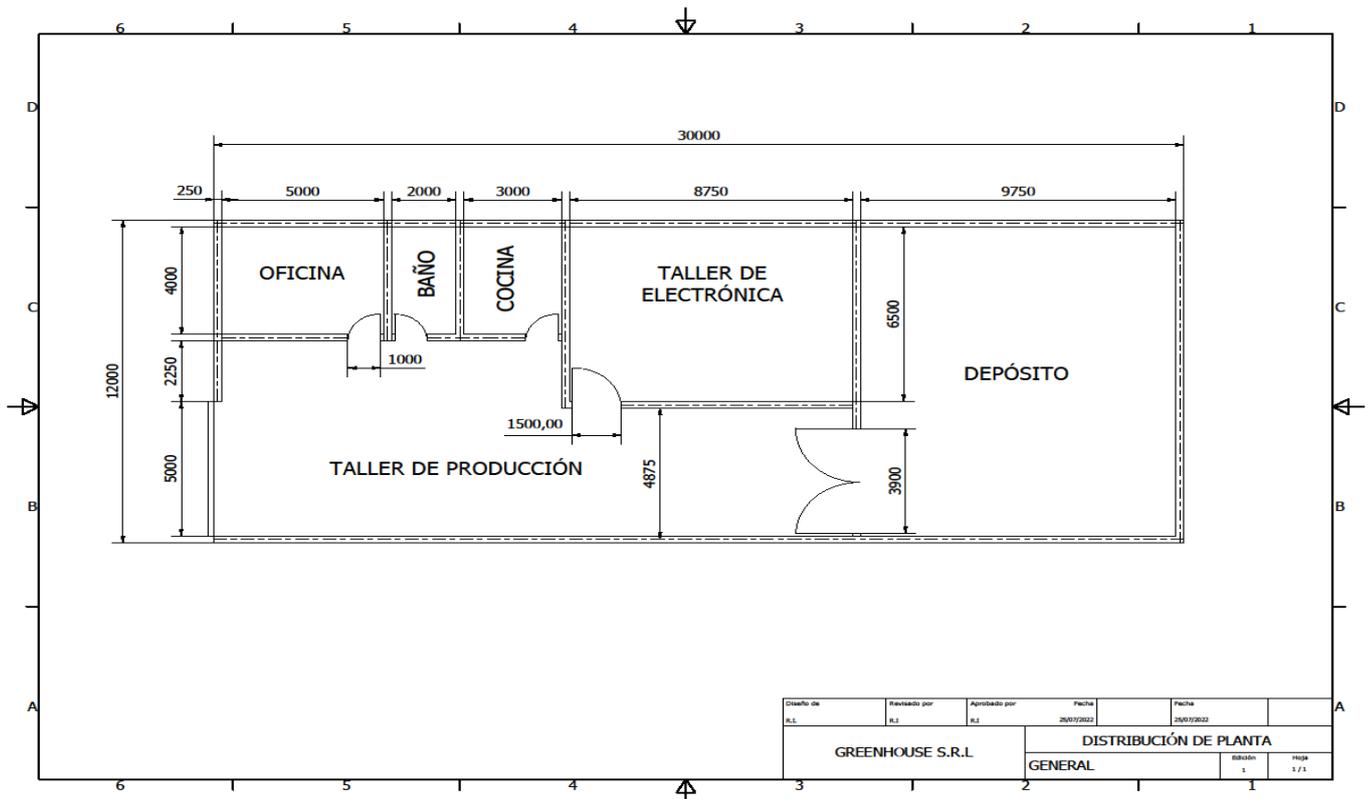
6.2 Lay out Planta:

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para llevar a cabo la producción de nuestros invernaderos, "GreenHouse" requiere de una planta distribuida dentro de un galpón de 12 m de ancho por una longitud 30 m. La configuración de los ambientes es de la siguiente manera:

1. Oficina: Aquí se tratan todos los asuntos administrativos.
2. Taller de electrónica: Se realizan todas las tareas de relacionadas con el armado y ensamblaje del sistema de control como así también distintas pruebas y ensayos del mismo.
3. Taller de producción: Aquí se realizan todas las tareas metalmecánicas para el armado de los módulos como también de los distintos sistemas constitutivos. Corte y armado de perfiles, de tuberías, soldaduras de estructuras, corte de las planchas de policarbonato, ensamblado, etc.
4. Depósito: Se almacenan todos los materiales y materias primas necesarias para la realización de los invernaderos.
5. Baño y cocina.

A continuación, se muestra el plano de distribución de la planta.



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 15 de 218

7 DESARROLLO TÉCNICO

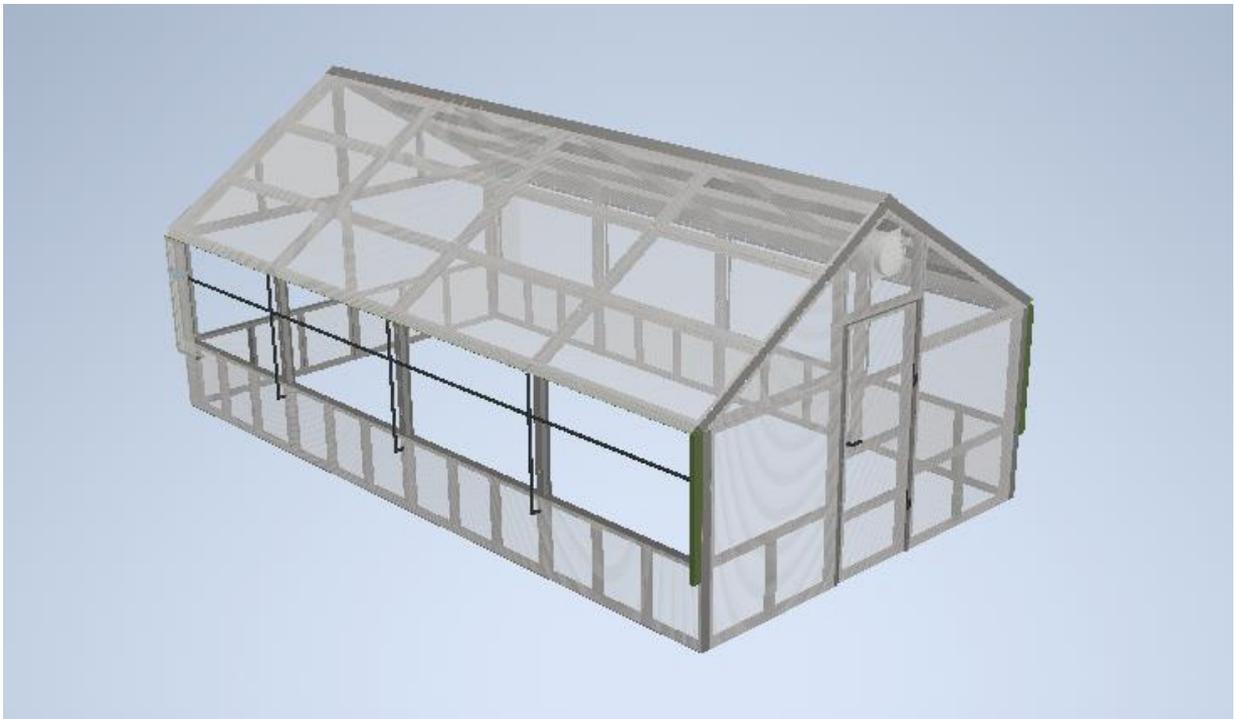
Las características que definimos de la estructura del invernadero fueron: El tamaño, los materiales utilizados y el propio diseño con sus características.

7.1 ESTRUCTURA

7.1.1. Dimensión:

Definimos la dimensión que tendrá nuestro modelo de invernáculo, tomamos en cuenta los metros cuadrados que se podrán cultivar, y el tamaño adecuado para una vivienda familiar, un tamaño que permita tener una buena producción para consumir y que no demande mucho tiempo en su mantenimiento.

- Ancho: 3,2 m
- Largo: 6 m
- Altura máxima: 2.5 m
- Superficie cubierta: 19.2 m²
- Superficie cultivable: 13.2 m²



7.1.2. Materiales:

- “Acero SAE 1010 Galvanizado”:

La totalidad de los elementos estructurales (Perfiles, bulones, etc) están fabricados a partir de acero SAE 1010 con galvanizado lo cual protegerá a la estructura del ambiente corrosivo del invernadero. Se utilizan perfiles de Steel Framing para la estructura.



Características

1. Alta durabilidad, su expectativa de vida es alta (20 años)
2. No requiere mantenimiento.
3. Fácil de transportar debido a su bajo peso.
4. Fácil de trabajar (Cortar, atornillar, etc), es decir no se necesitan muchas herramientas para lograr las estructuras.
5. Se logra resistencia por forma.
6. Elementos comunes en el mercado.

- Polietileno Tricapa XD3 de 150 micrones LDT:

Metodología de fabricación coextrusión tricapa. A través de tres capas de polietileno, cada una con aditivos diferentes para lograr distintas características del recubrimiento. Este material se utilizara para las aberturas del invernáculo, las cuales serán enrollables, por lo tanto requieren de un material que sea capaz de enrollarse y además características que aporten a las necesidades de los cultivos.



Características

1. La capa exterior posee alta resistencia mecánica y protección UV
2. Capa intermedia posee alta cantidad de EVA (Copolimero etileno vinilacetato) la cual aporta grandes propiedades térmicas.
3. La capa inferior posee propiedades de difusión de luz, transmite el 90% y difunde un 45%.
4. Vida útil de 4 años aproximadamente.

- Policarbonato alveolar:

El policarbonato es un laminado plástico extruido a base de resina de policarbonato de alta tecnología, este material translucido tiene tres prestaciones diferentes, la primera es una lámina sólida (conocida como monolítica), la segunda es una lámina acanalada sólida, y por último una lámina celular la cual es llamada como alveolar. En nuestro producto se utilizará el policarbonato celular (alveolar)

Se utiliza este material de 6mm de espesor en toda la superficie del invernáculo, exceptuando las aberturas.



U.T.N.
F.R.S.R.

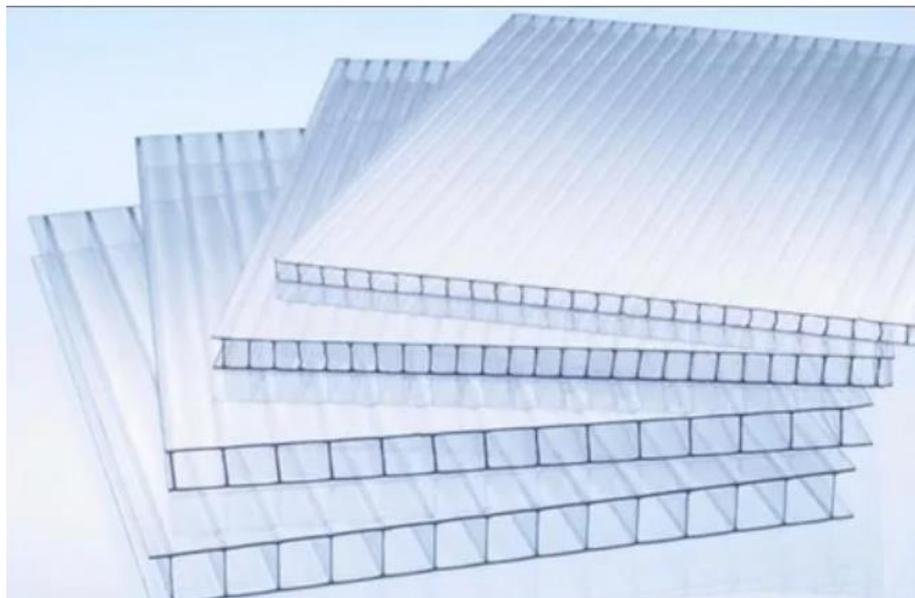
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 18 de 218



Características

1. Alta resistencia al impacto, 250 veces mayor que el vidrio y 30 mayor que el acrílico.
2. Brinda una excelente iluminación natural. Sus paredes permiten una alta transmisión de luz con una difusión uniforme y evitan el paso de los rayos ultravioleta.
3. Aislamiento Térmico: Disminuye la transferencia de calor al interior de las edificaciones y ayuda a conservar la temperatura interna estable.
4. Economía: Su bajo peso permite la utilización de estructuras livianas y una fácil instalación en obra.
5. Versatilidad: Alcanza radios de curvatura pequeños lo que permite obtener diferentes diseños en las estructuras.
6. Tiene un bajo nivel de combustibilidad.
7. Medio Ambiente: Material reciclable.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		MEDIDAS
	Largo		3.00 m
	Ancho		0.98 m
	Espesor		6 mm
	Peso por producto		3.82 kg
	Peso estructural		1.30 kg/m ²

PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DEL PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS		VALORES
	Aspecto		Transparente
	Resistencia a temperatura		entre -30°C y 120°C
	Eco amigable		100% reciclable
	Transmisión de luz		82%
	Transmitancia térmica (W/m ² ·°C)		3.9
	Dilatación térmica		6.5 x 10 ⁻⁵ m/m°C
	Protección UV		Por la cara externa
	Resistencia al fuego		Clasificación europea, B-s1, d0



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

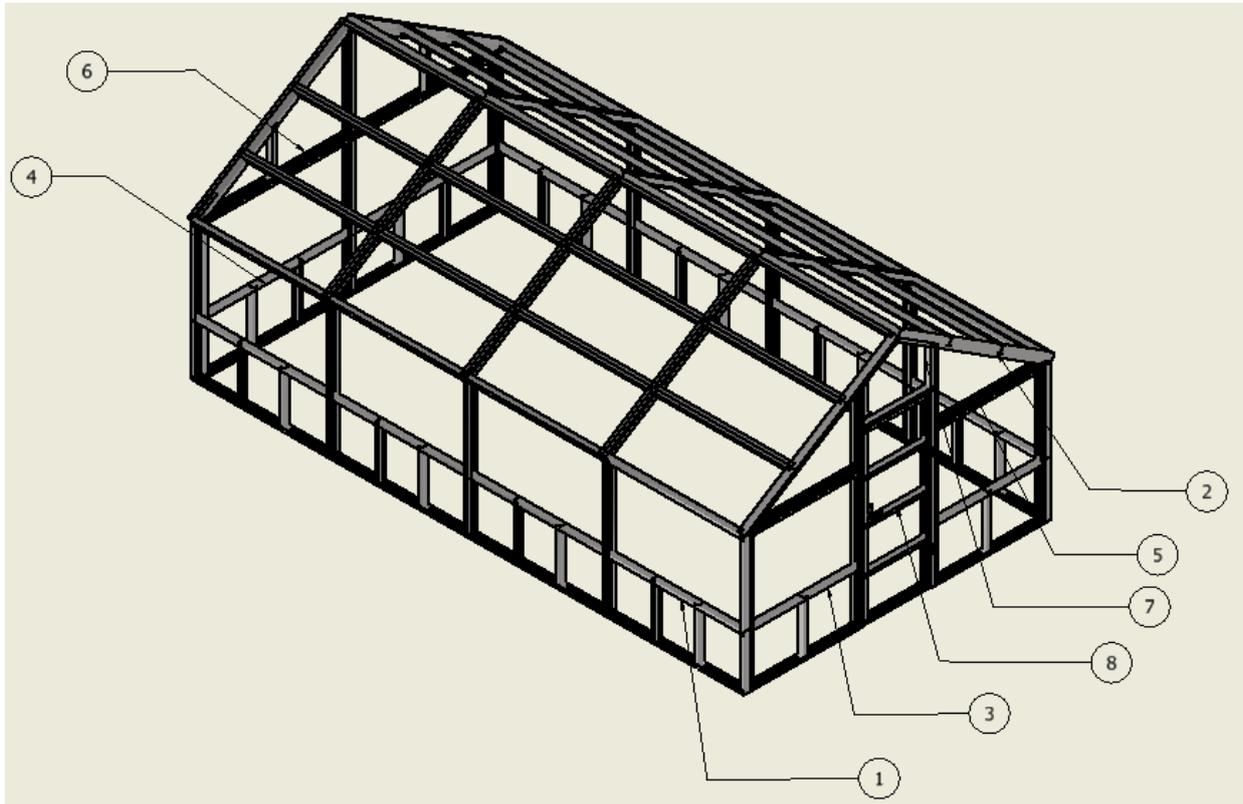
Fecha: 29/08/2022

HOJA 20 de 218

7.1.3. Diseño:

La estructura del invernadero está compuesta por distintos módulos estructurales, todos fabricados mediante perfiles de acero galvanizado tipo liviano. La división de la estructura mediante módulos da facilidad para su transporte y montaje en la localidad del usuario, al mismo tiempo facilita la organización y la fabricación de los mismos.

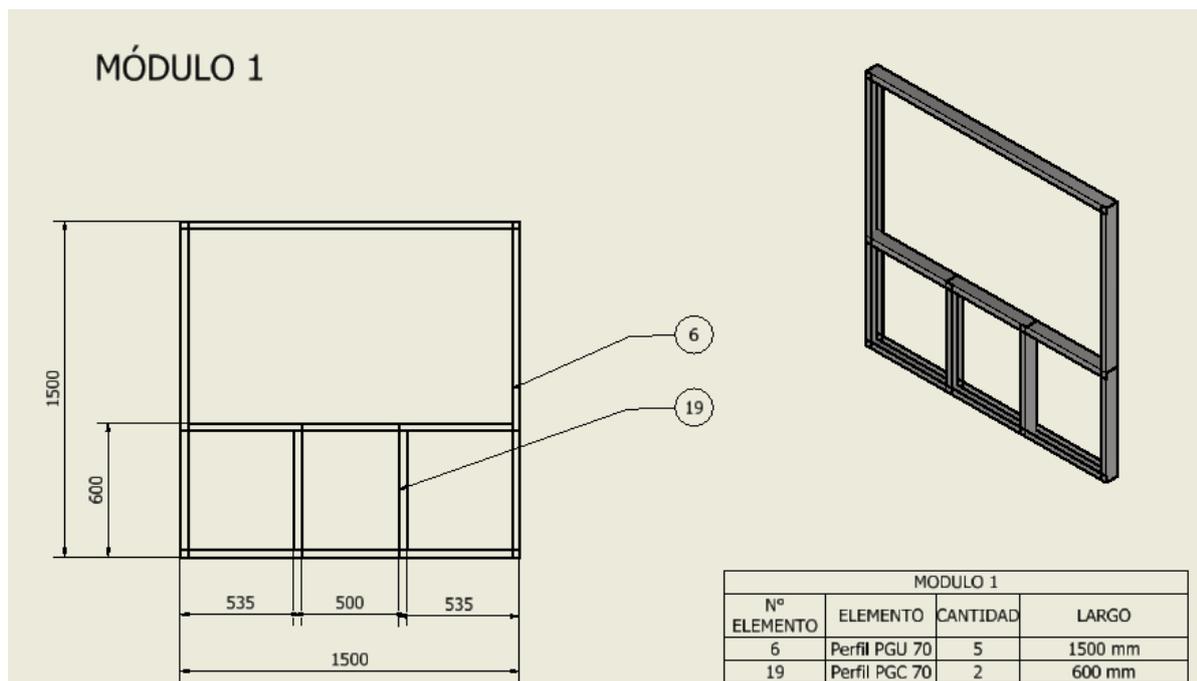
Diseño estructural:



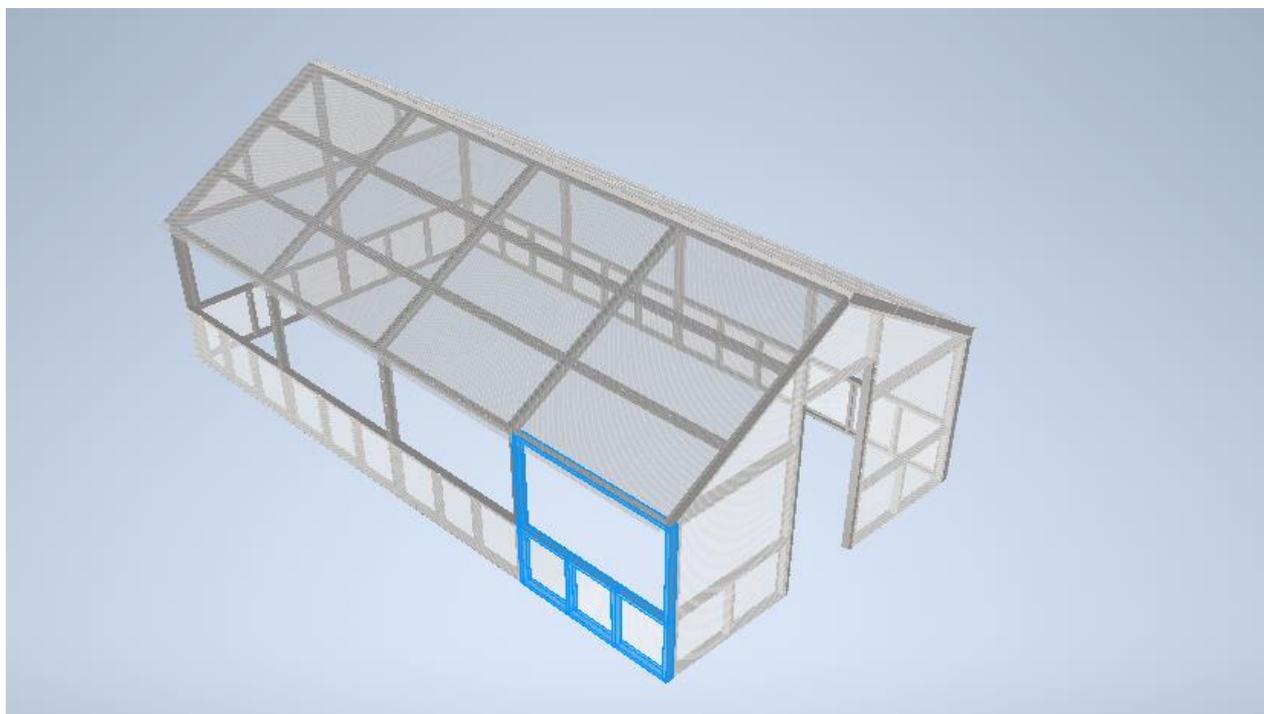
Nº DE MÓDULO	CANTIDAD
1	8
2	8
3	2
4	2
5	2
6	2
7	1
8	1

Módulo 1:

Características Módulo 1:



Posición de los elementos "Módulo 1" en la estructura:



U.T.N.
F.R.S.R.

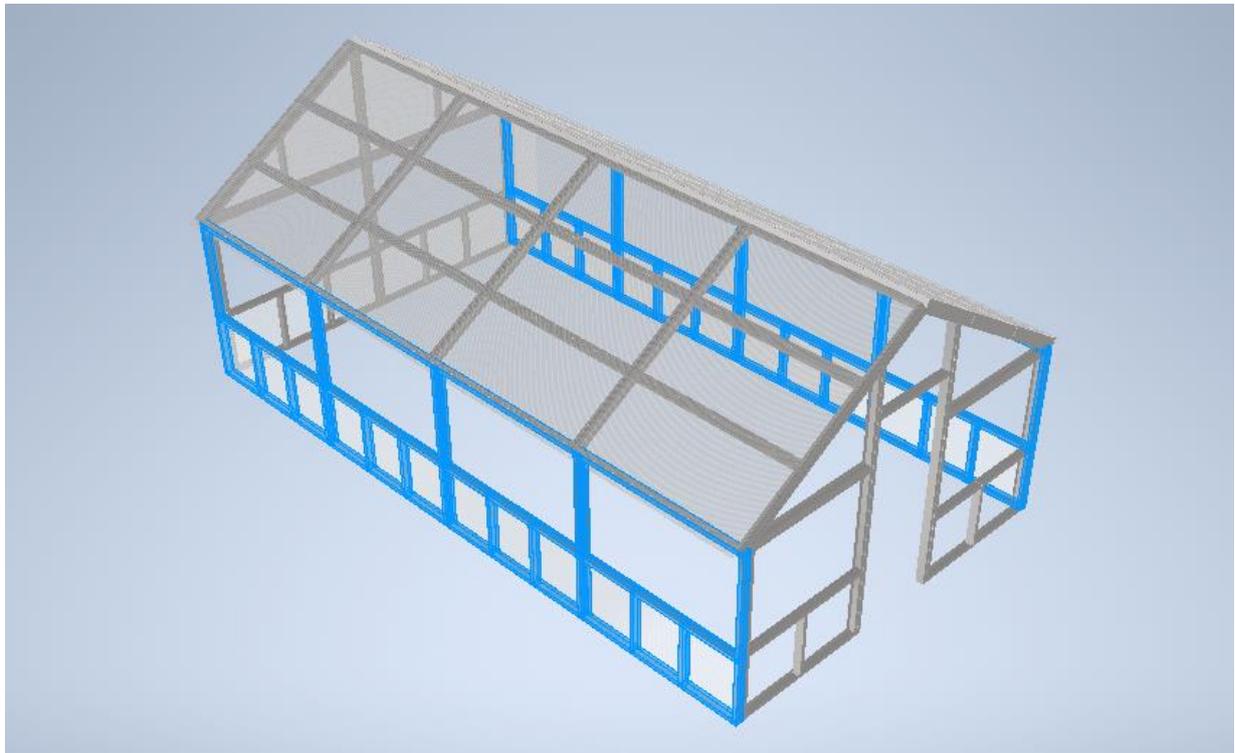
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

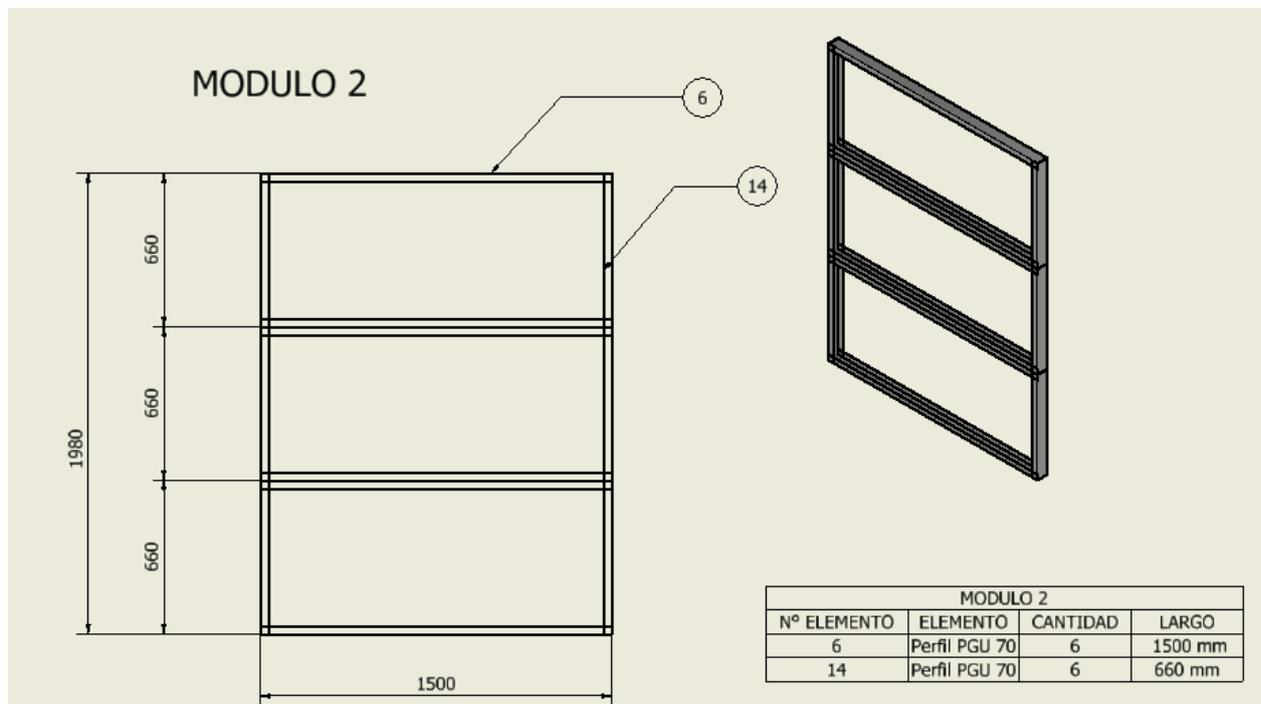
Fecha: 29/08/2022

HOJA 22 de 218



Módulo 2

Características Módulo 2:



PROYECTO FINAL

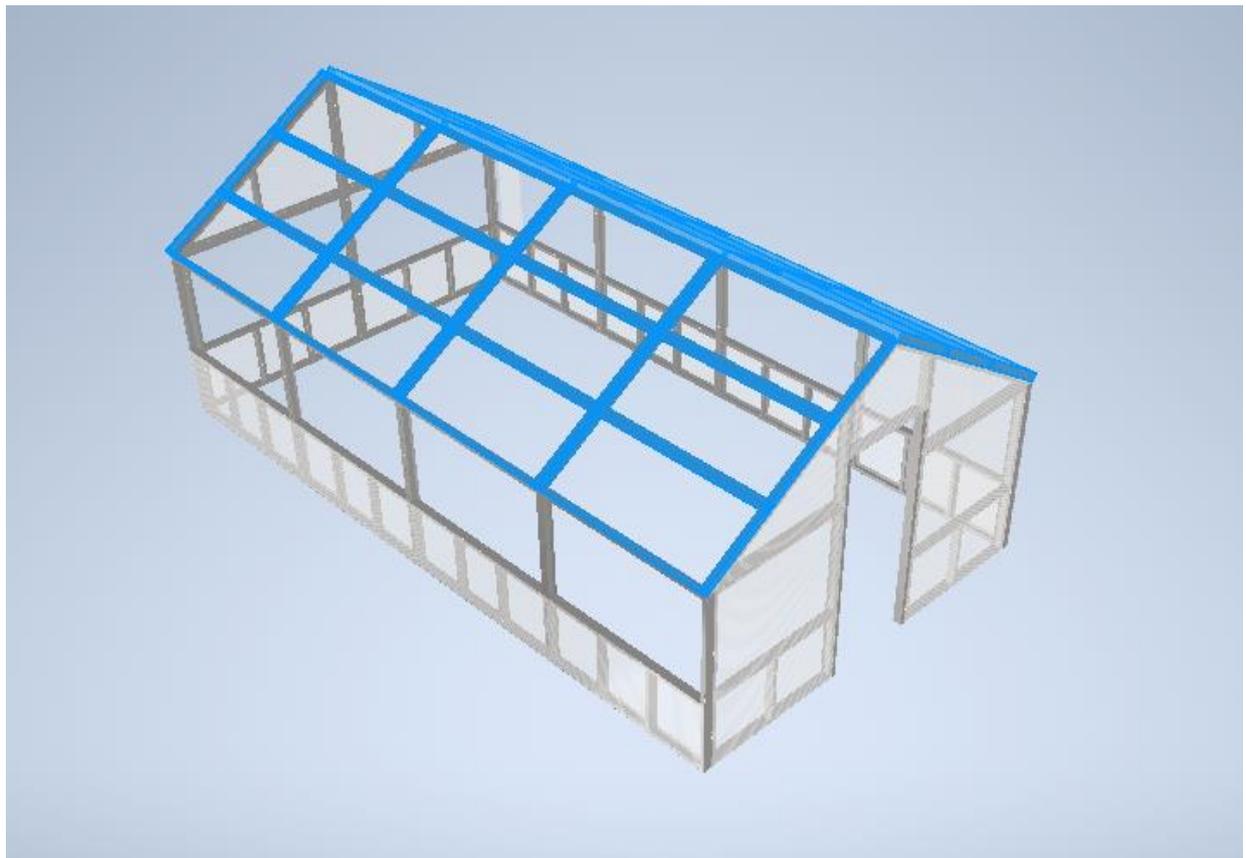
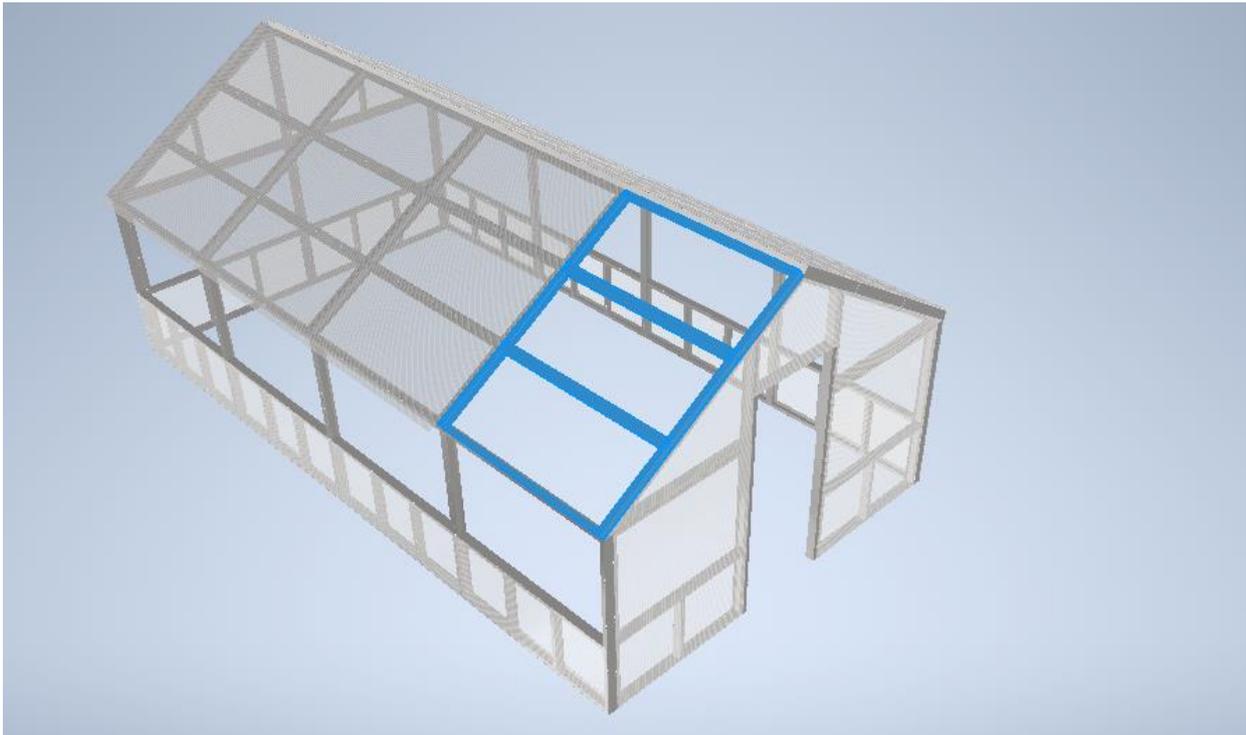
Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

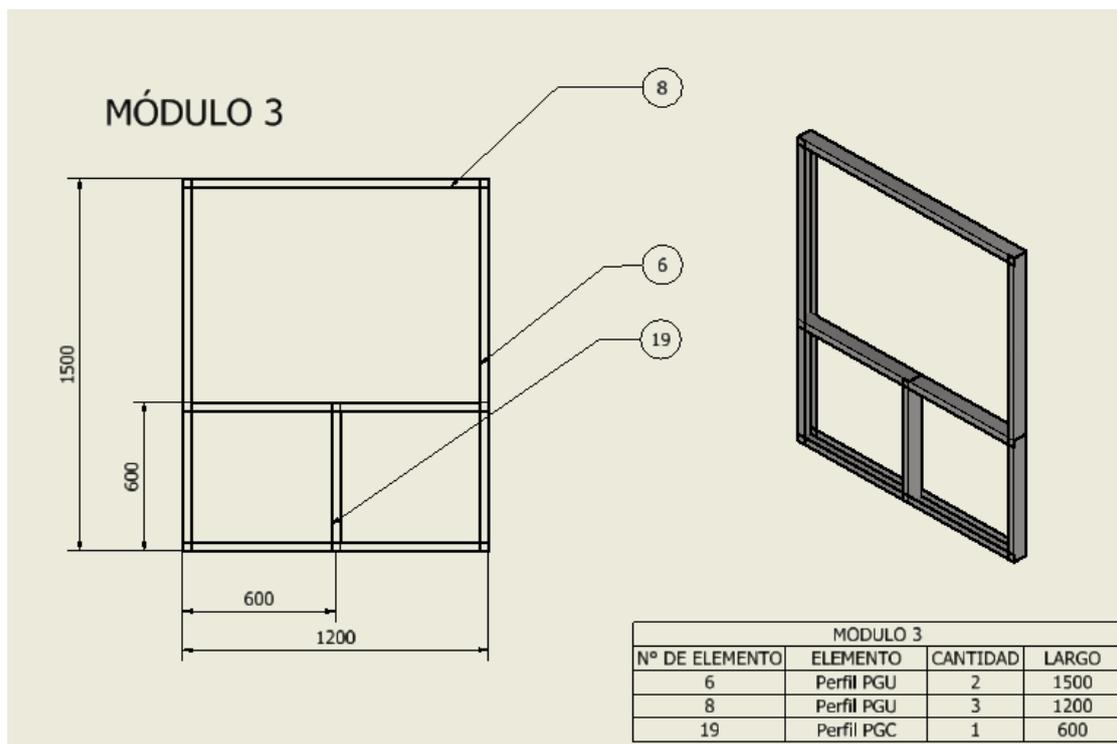
HOJA 23 de 218

Posición de los elementos “Módulo 2” en la estructura:

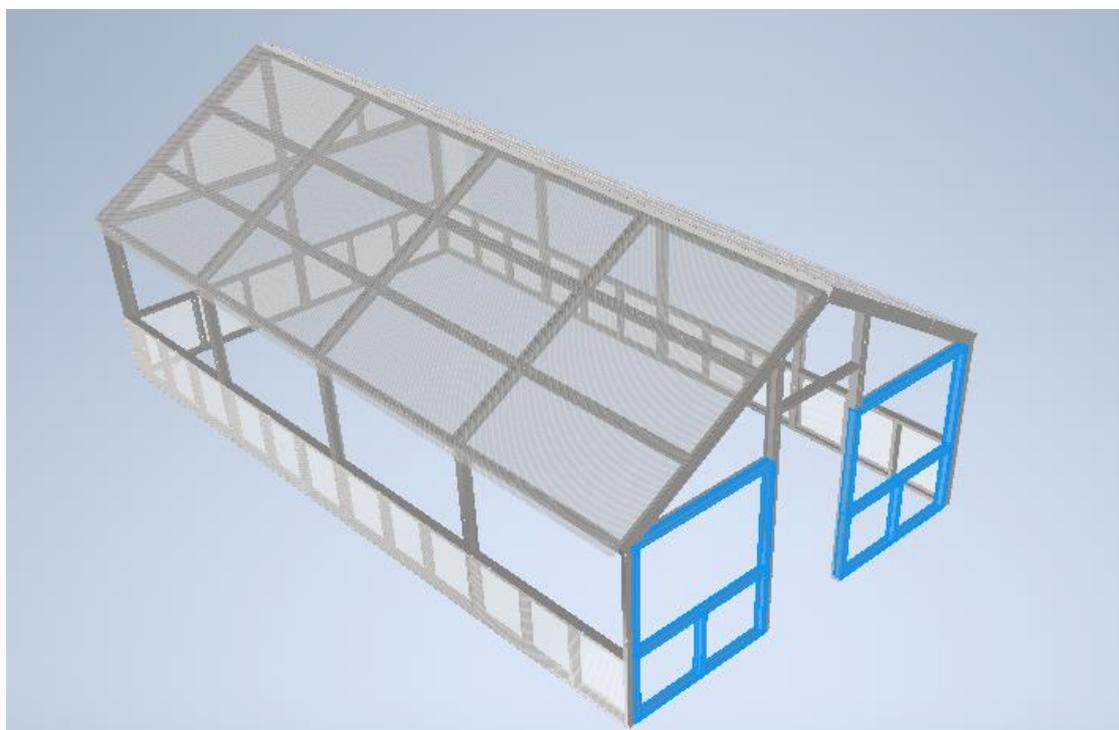


Módulo 3

Características Módulo 3:

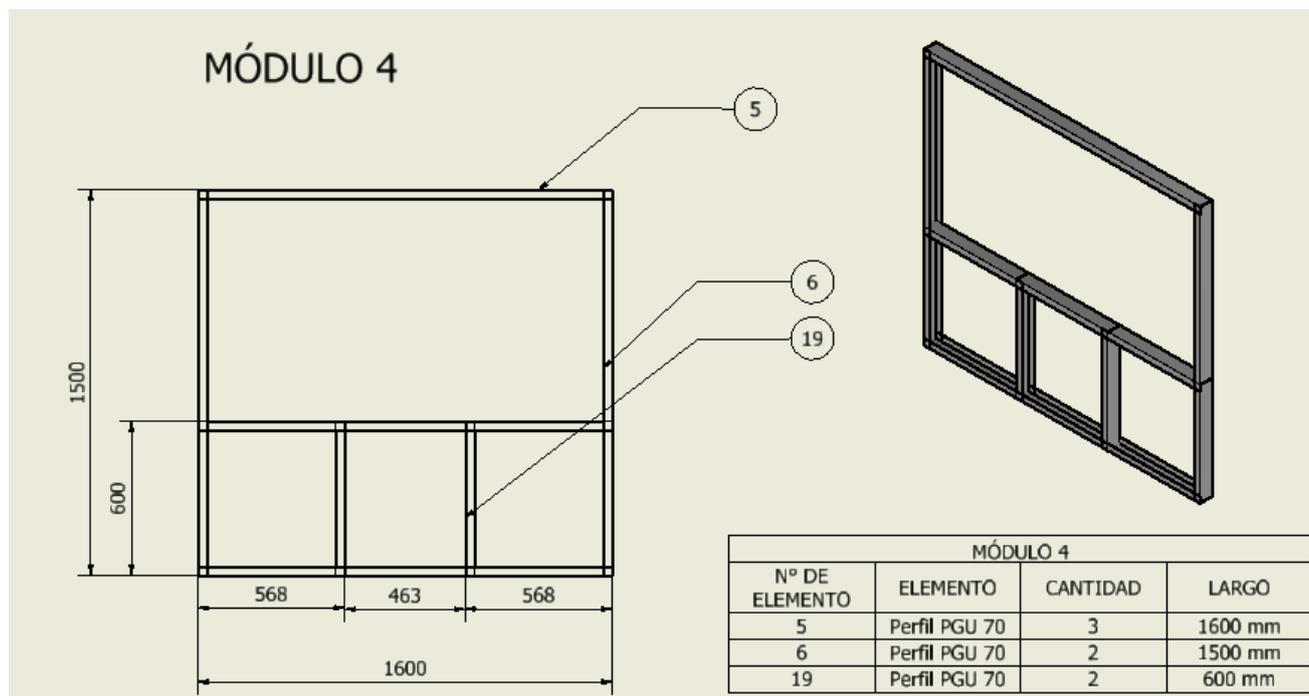


Posición de los elementos "Módulo 3" en la estructura:

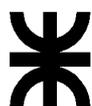
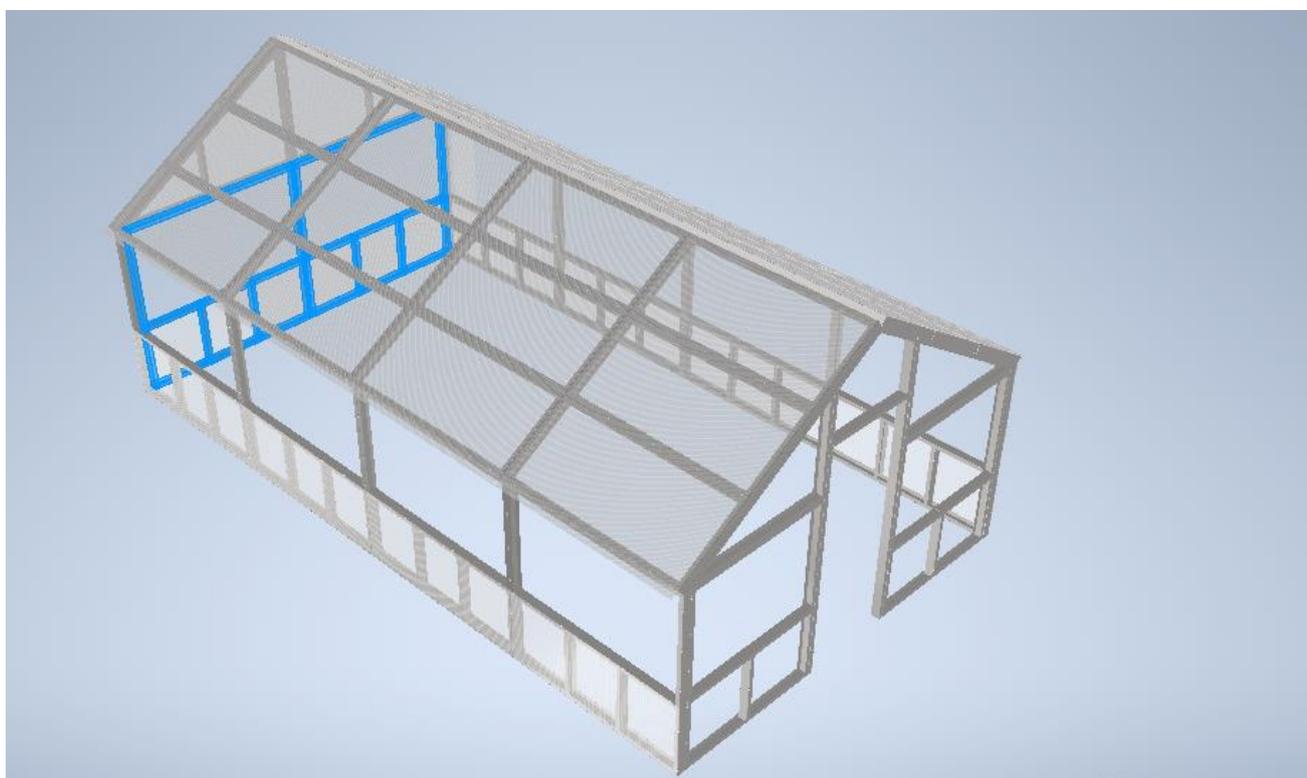


Módulo 4

Características Módulo 4:



Posición de los elementos "Módulo 4" en la estructura:



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

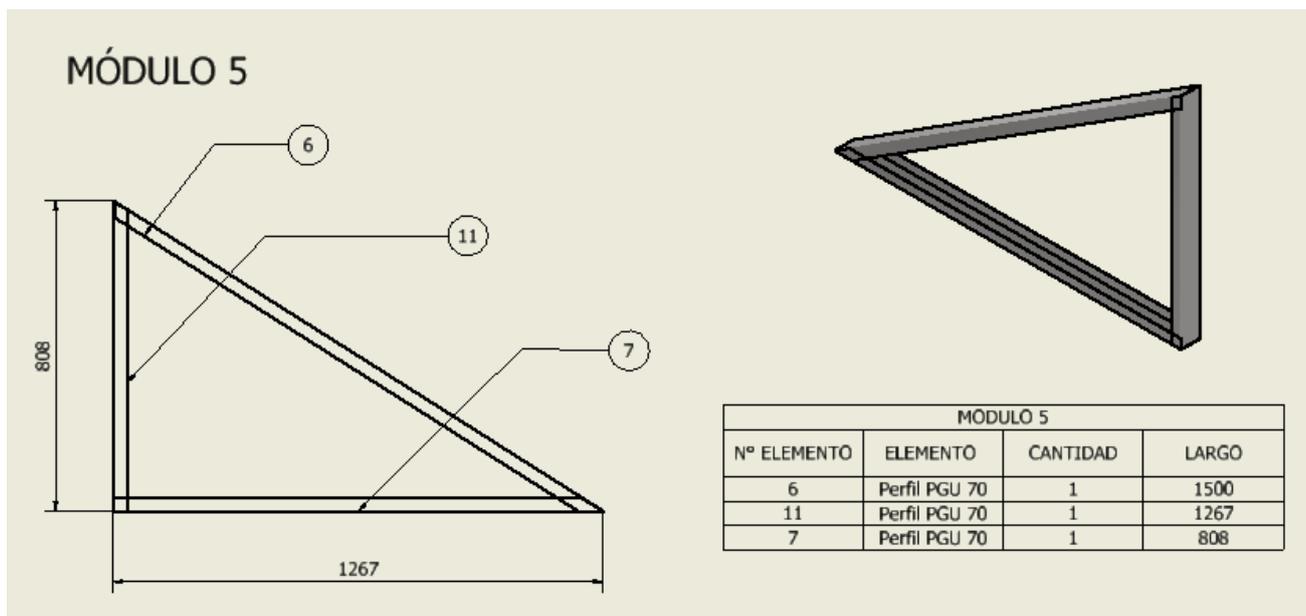
Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

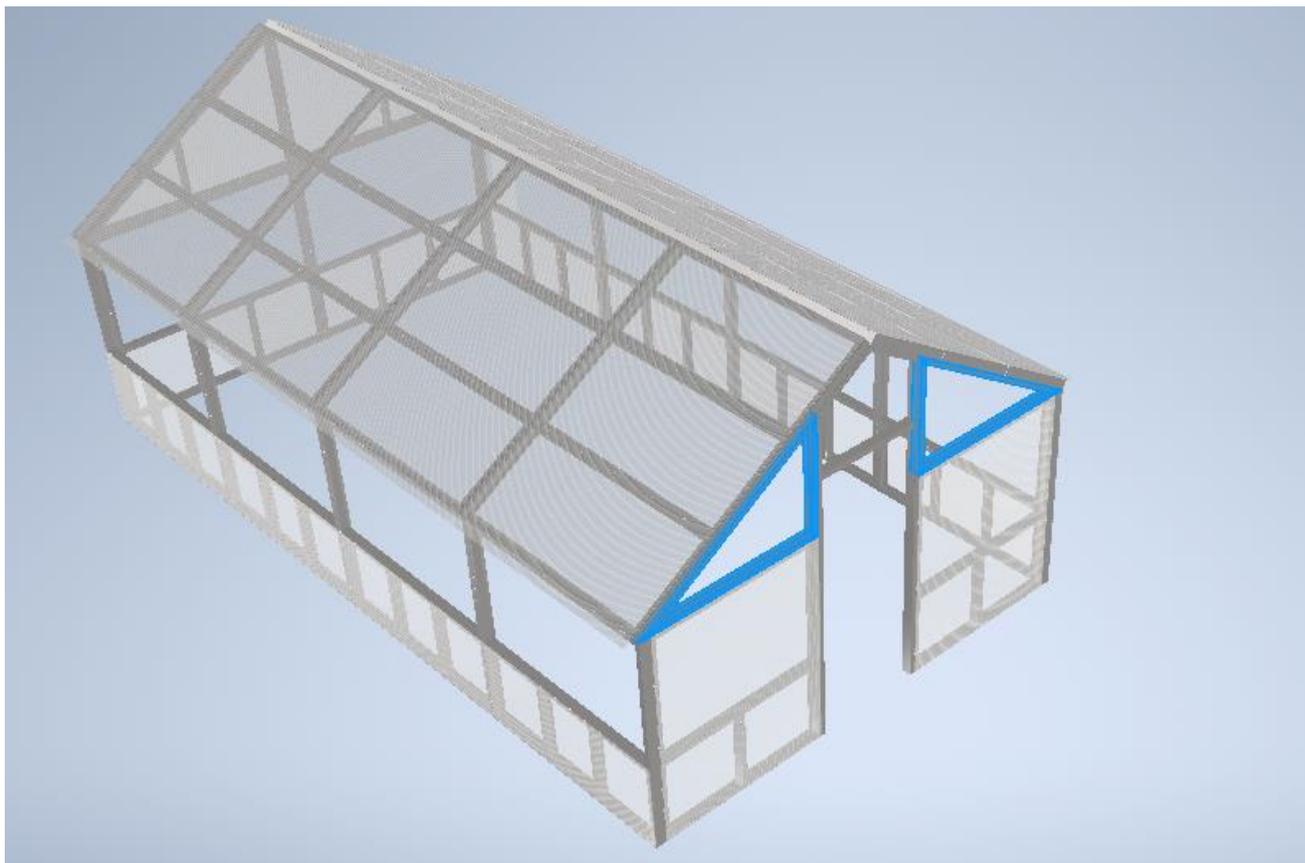
HOJA 26 de 218

Módulo 5

Características Módulo 5:

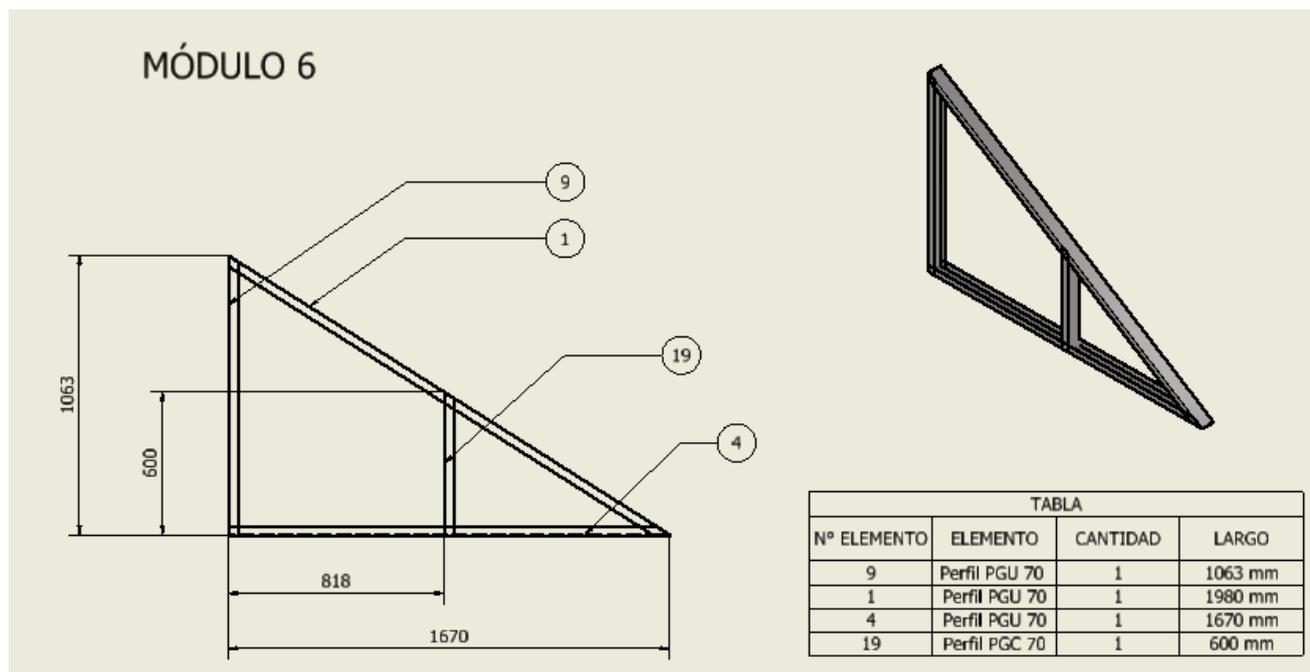


Posición de los elementos “Módulo 5” en la estructura:

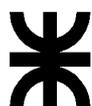
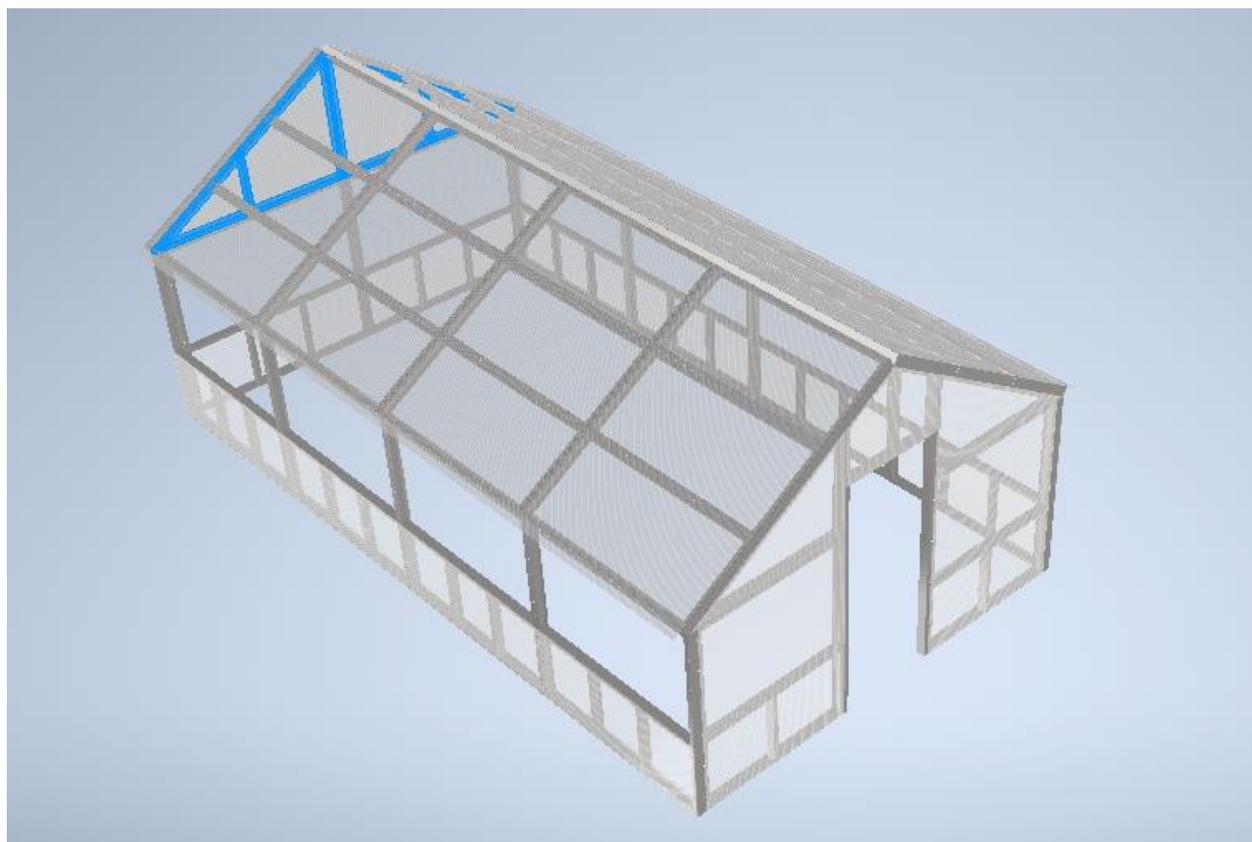


Módulo 6

Características Módulo 6:



Posición de los elementos "Módulo 6" en la estructura:



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

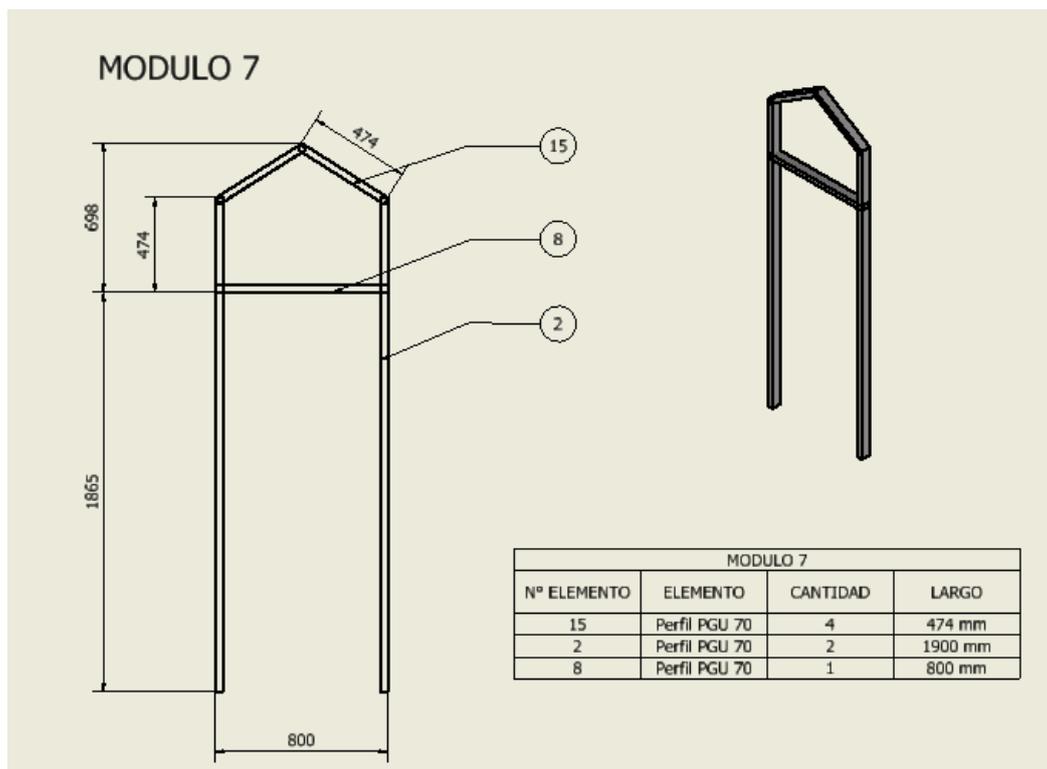
Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

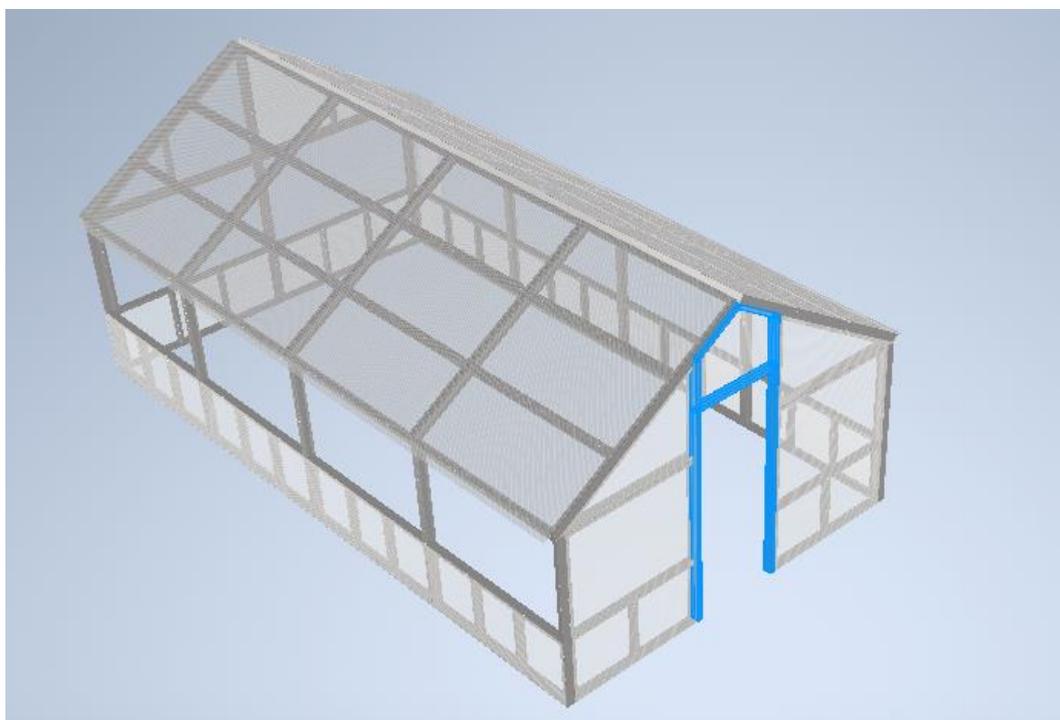
HOJA 28 de 218

Módulo 7

Características Módulo 7:

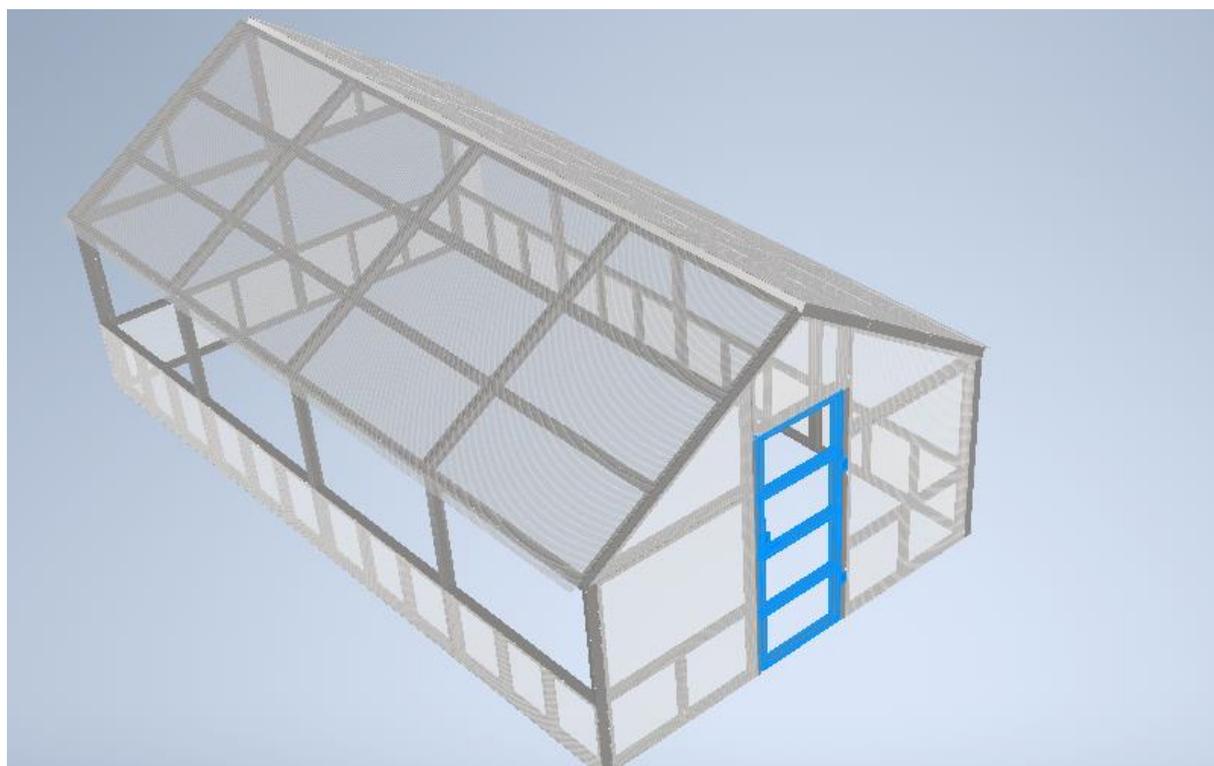
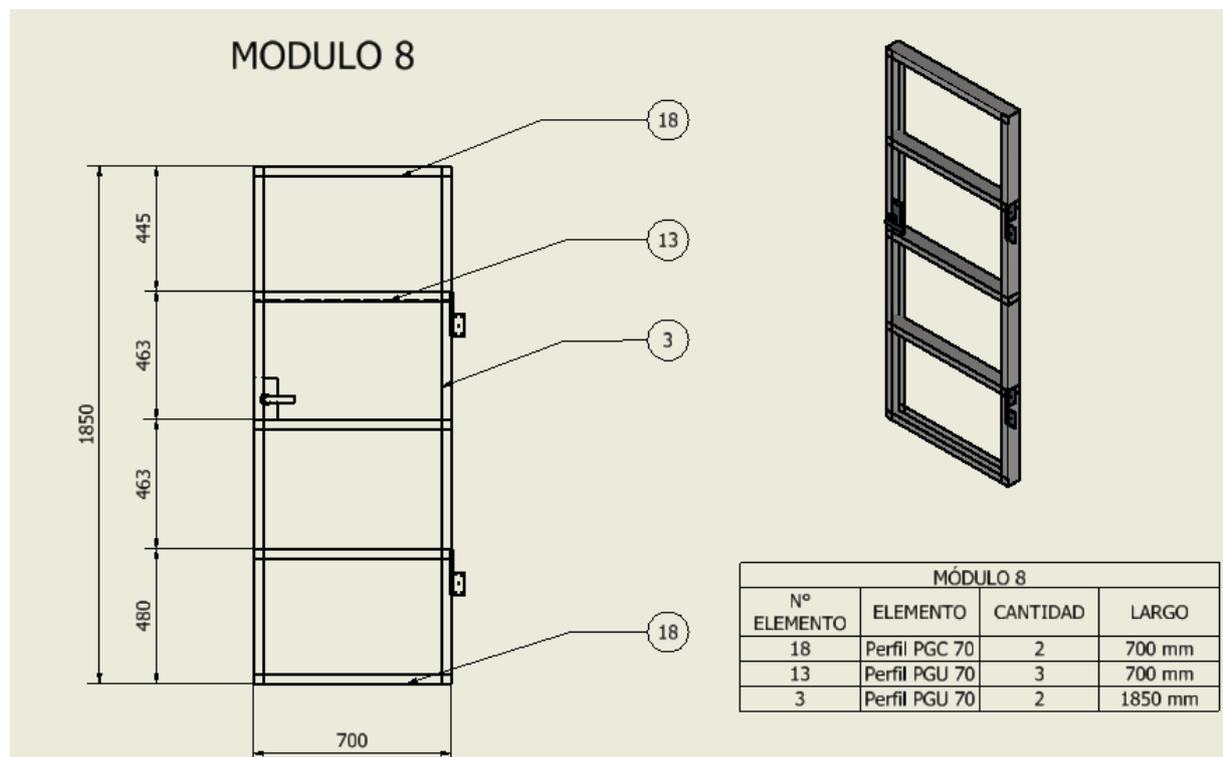


Posición de los elementos "Módulo 6" en la estructura:



Módulo 8

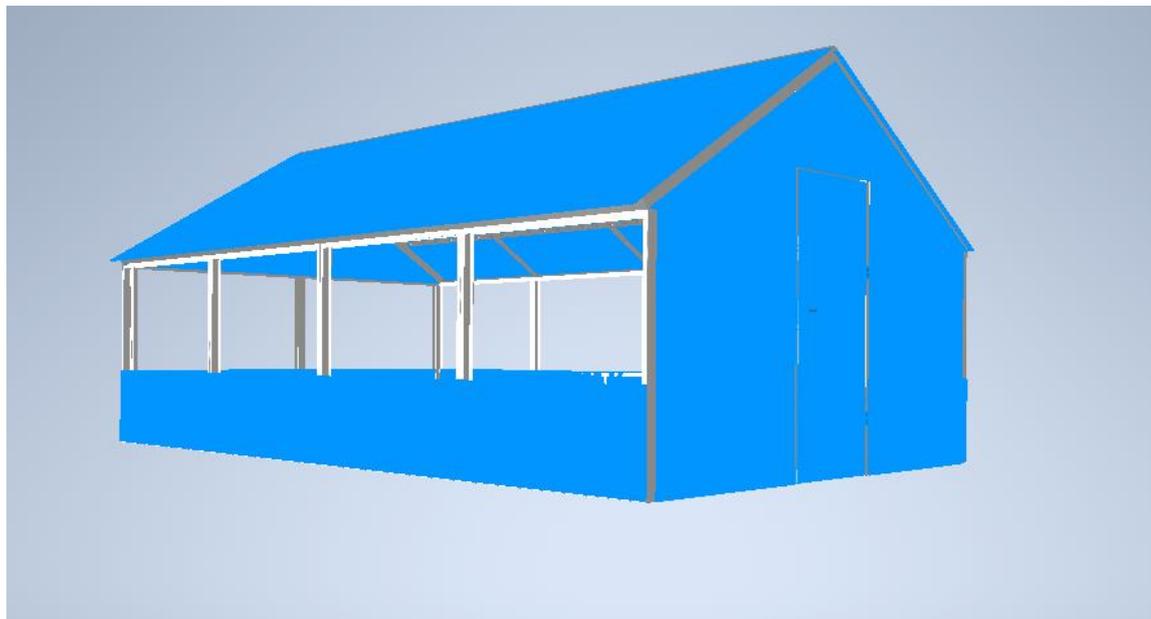
Características Módulo 8:



7.1.4. Cubierta:

Características:

La cubierta del invernadero es de policarbonato alveolar, la misma cubre a todos los módulos anteriormente desarrollados, algunos completamente y otros parcialmente, dándole lugar a las aberturas que serán de polietileno enrollable. En la imagen siguiente se muestra la zona cubierta por el policarbonato.



Modulo	Lado A (alveolar)[m]	Lado B[m]	Superficie Cubierta [m2]	Cantidad	Total
Módulo 1	0,6	1,5	0,9	8	7,2
Módulo 2	1,5	1,95	2,925	8	23,4
Módulo 3	0,6	1,6	0,96	2	1,92
Módulo 4	1,5	1,2	1,8	2	3,6
Módulo 6	1,05	1,65	1,7325	1	1,7325
Módulo 5	0,79	1,25	0,9875	1	0,9875
Módulo 7	0,69	0,67	0,4623	1	0,4623
Módulo 8	1,8	0,79	1,422	1	1,422

La superficie total a cubrir, teniendo en cuenta la orientación de los alveolos es de 41 m². lo cual sería un equivalente a 3,5 planchas comerciales aproximadamente, es necesario una correcta orientación de los alveolos para el mantenimiento del material.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 31 de 218

7.2 SISTEMA DE RIEGO

Con el objetivo de minimizar y ahorrar recursos, en este caso el agua, se diseñó un sistema de riego por goteo automatizado para abastecer la necesidad de los cultivos dentro de nuestro invernadero. Se procede a realizar la descripción del mismo explicando su constitución y su funcionamiento.

7.2.1. Partes constitutivas

- **Tanque de almacenamiento**

Encargado de almacenar el recurso. Su capacidad es de 50 Lts y está montado sobre una estructura metálica a 1525 mm sobre el suelo con finalidad de acumular energía de presión que se usará para distribuir el agua por los sectores de cultivo.

Características:

1. Capacidad: 50 Lts
2. Material: Plástico



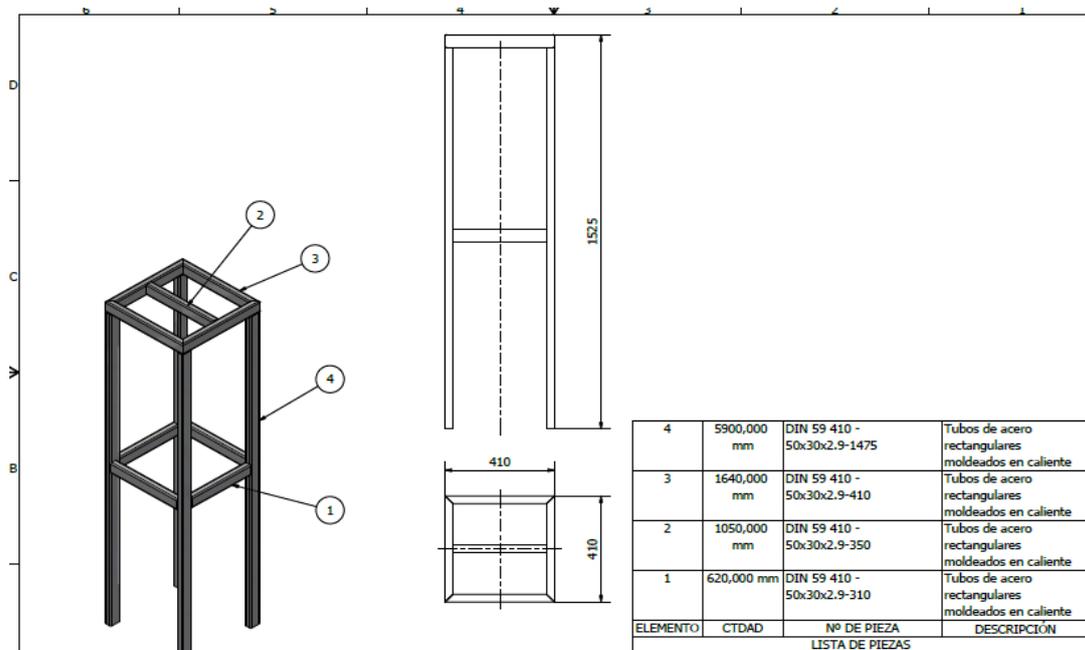
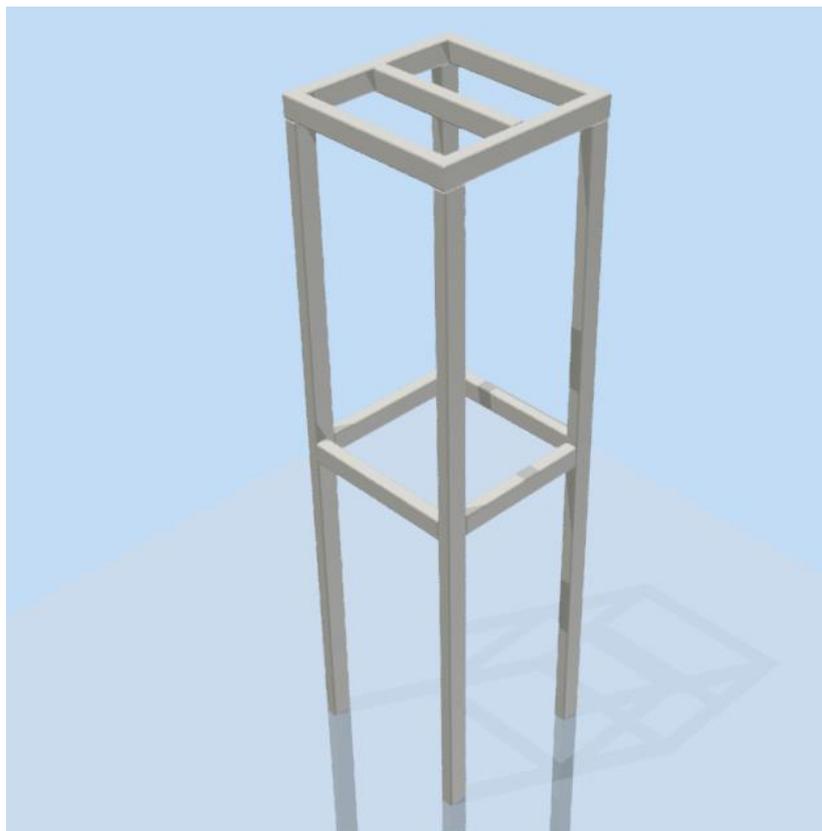


Fig. 1: "Estructura que soporta el tanque"



- **Tubería de distribución de agua**

Conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las mangueras de riego.

Características:

1. Medida: ½ in.
2. Material: Polipropileno. Accesorios de conexión.

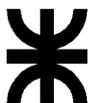


- **Manguera de riego por goteo**

Es una manguera perforada ubicada en la parte final de la tubería donde el agua entra en contacto con los canteros. Se conecta a la tubería anterior mediante espigas.

Características:

1. Caudal máximo por hs: 2 Lts/hs.
2. Diámetro: 16 mm.
3. Goteros cada 30 cm.
4. Material: Polietileno.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 34 de 218



- **Válvulas de paso**

Sirven para cerrar el paso de agua, ya sea para tareas de mantenimiento y limpieza o, además también para regar un cantero determinado en el caso que se desee sin dar ingreso de agua a los demás.

Características

1. Material: PVC
2. Medida: ½ in.



REPRESENTACIÓN DEL ENSABLE GENERAL MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

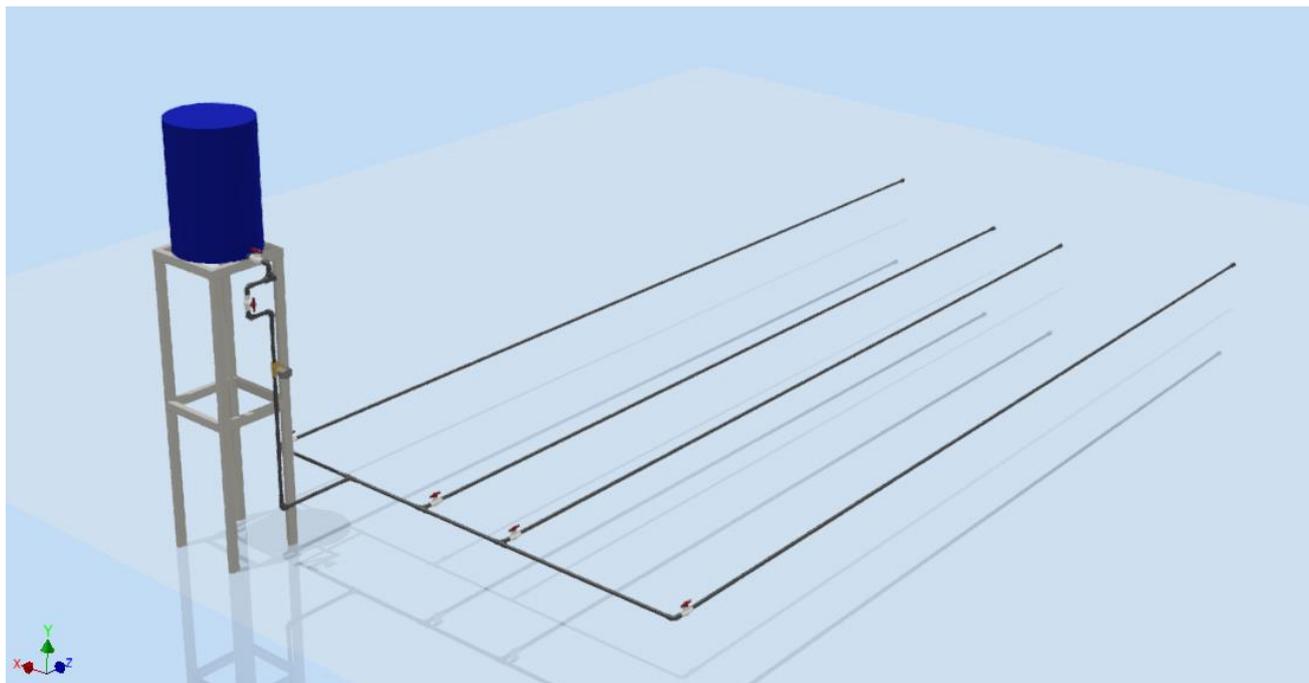


Fig. 2: " Sistema visto de forma aislada "

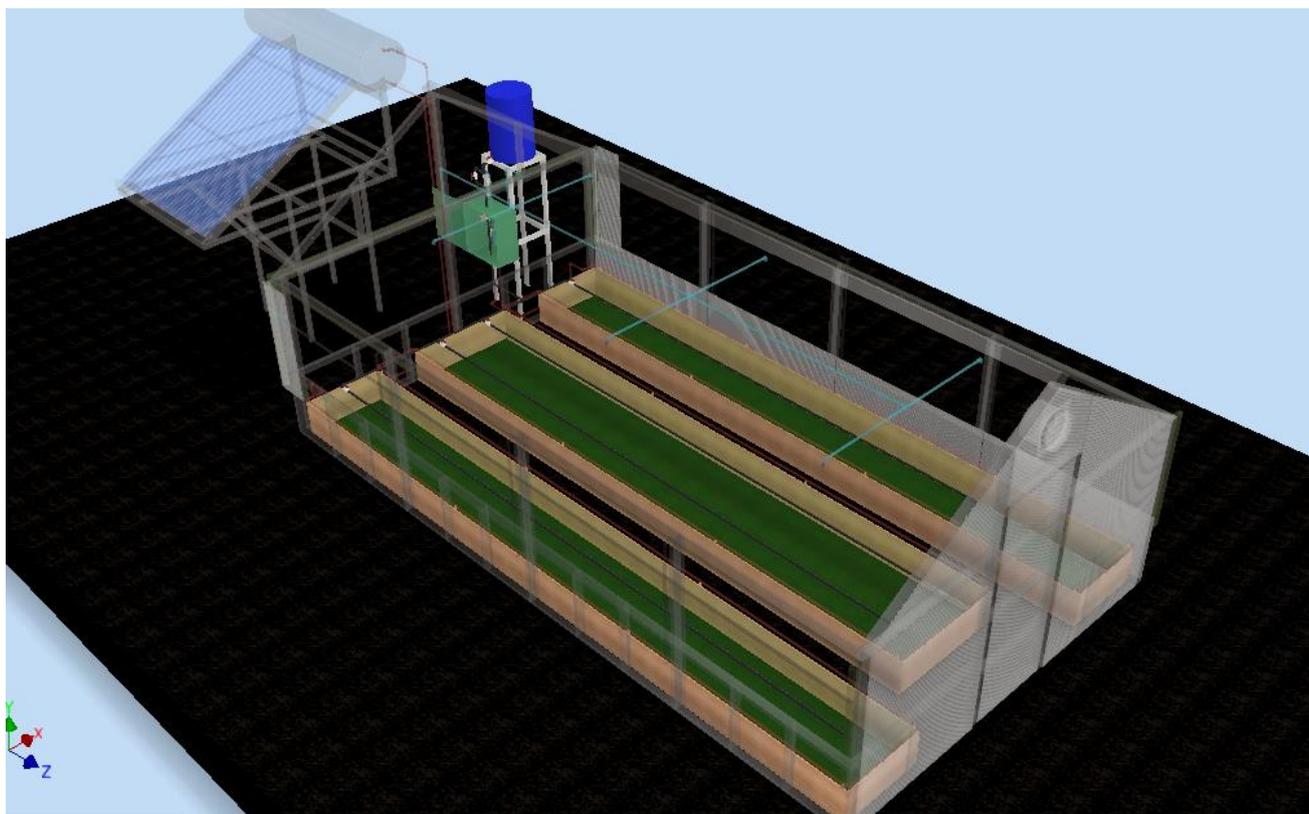


Fig. 3: " Vista en perspectiva con algunos componentes no visibles para mejor apreciación "

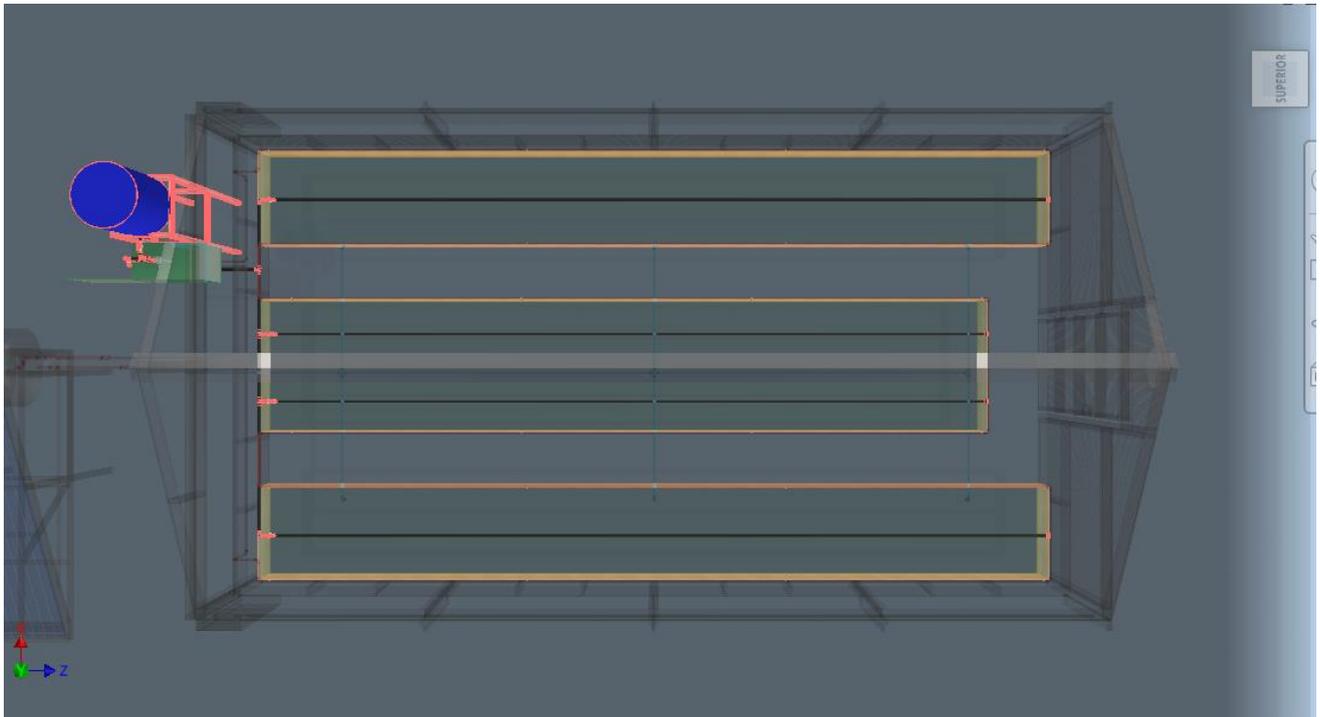


Fig. 4: "Vista superior".

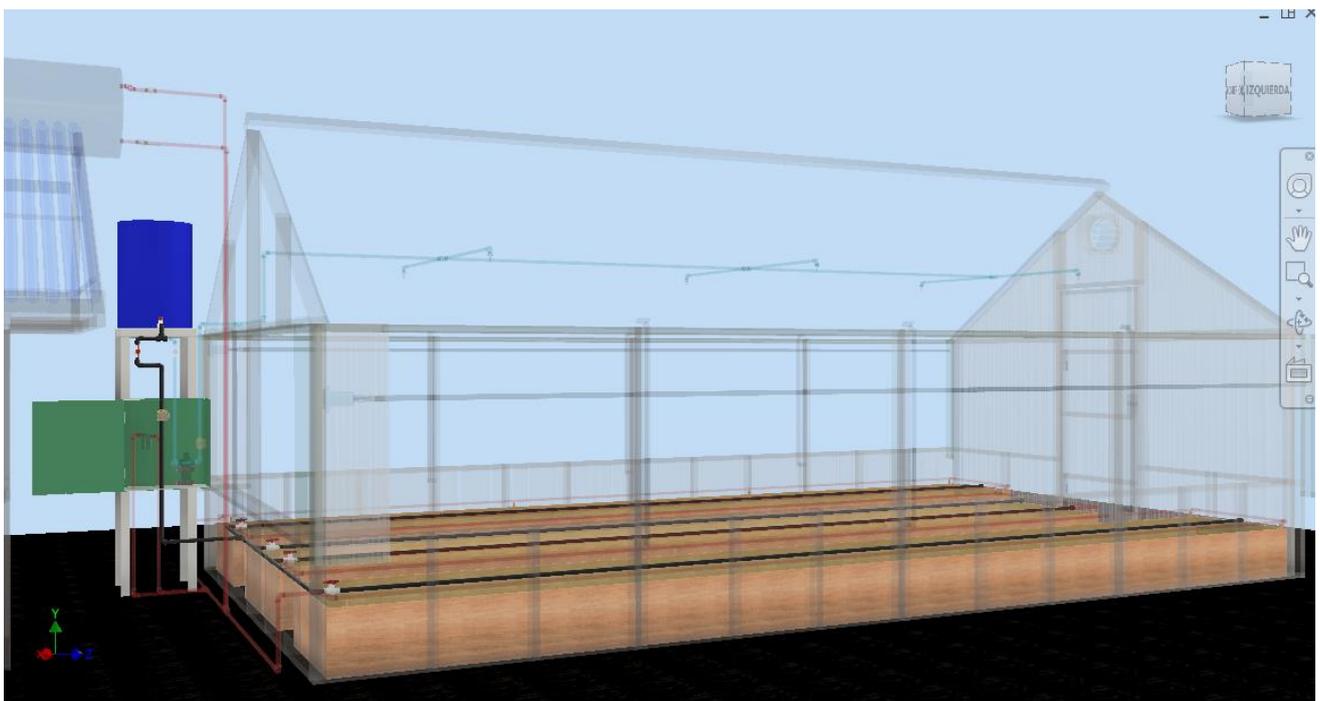
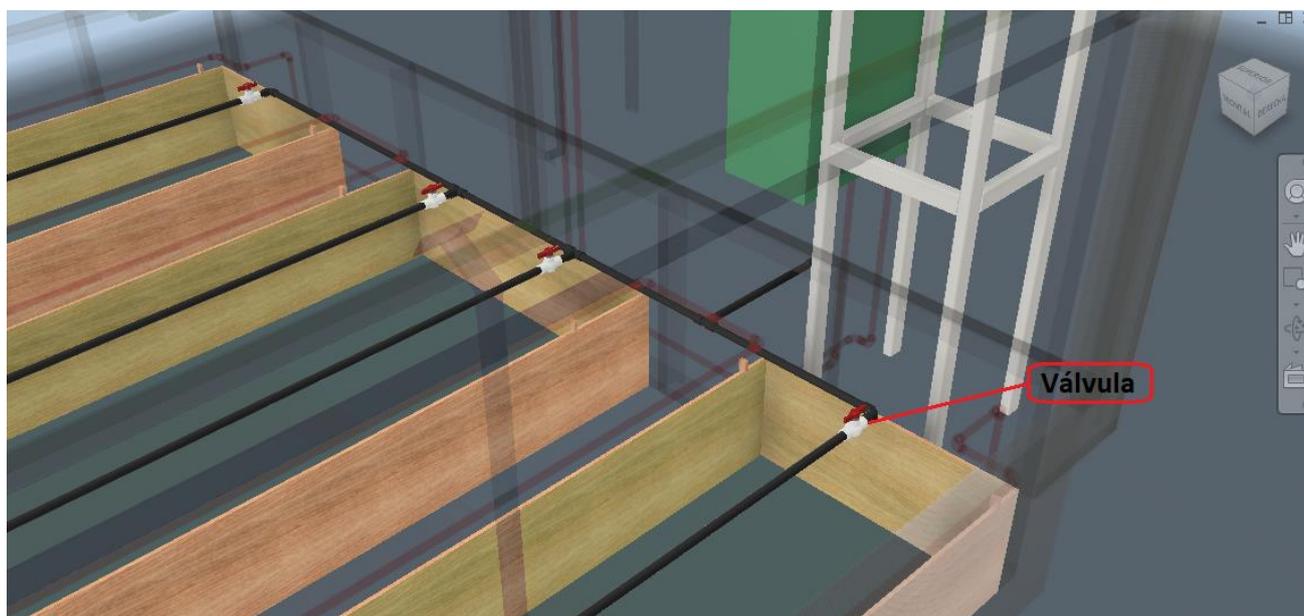


Fig. 5: "Vista desde un ángulo lateral para apreciar la parte trasera y donde entra la tubería al invernadero".

7.2.2. Funcionamiento

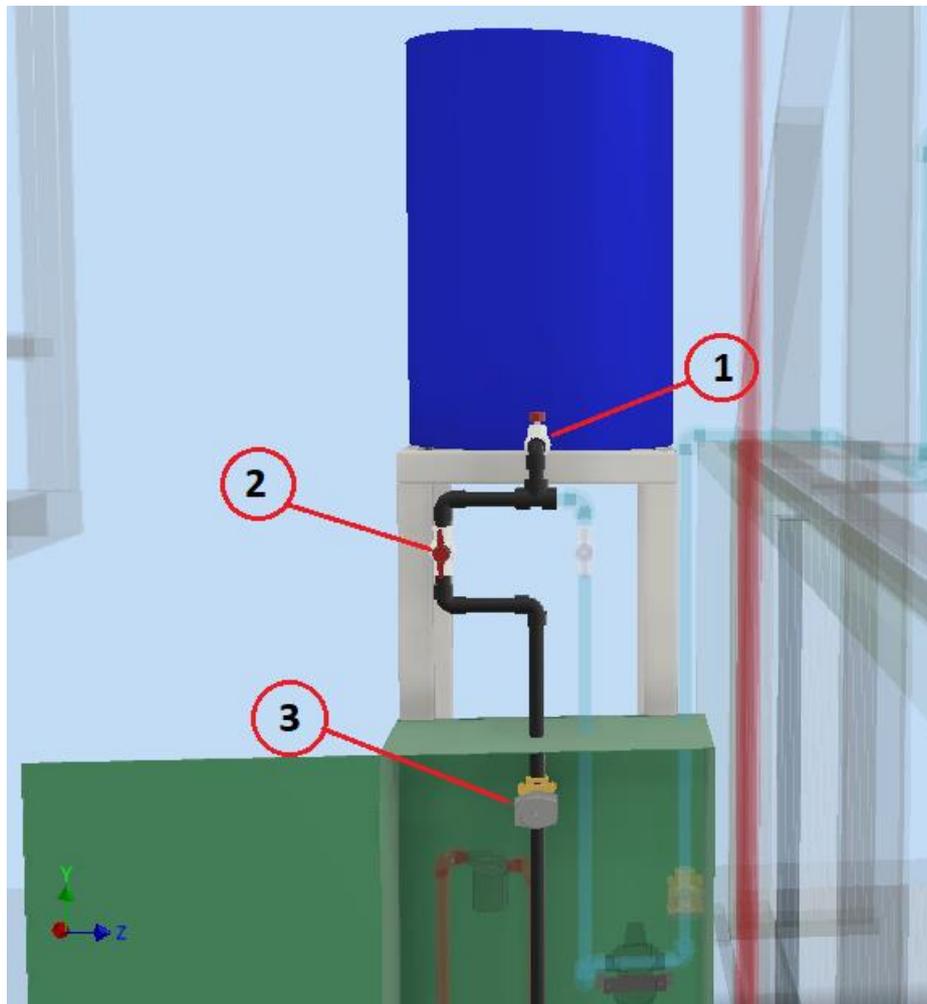
Como se especificó en uno de los requisitos para la adquisición del producto, se debe garantizar la entrada de agua constante al tanque de almacenamiento a través de una red doméstica u otro método, para que esta pueda estar disponible en cualquier aplicación que se requiera, ya sea para riego o para la modificación de la humedad del invernadero.

El sistema de riego por goteo consiste en regar los cultivos a través de mangueras perforadas con el objetivo de satisfacer la necesidad de la planta, pero además realizando un ahorro del recurso. El riego se puede efectuar en el cantero que se desee ya sea, en todos a la vez o en cada uno de ellos de forma individual por medio de las válvulas de corte que están colocadas como se muestra en la imagen. Sólo basta con cerrar o abrir las válvulas correspondientes.



El tanque de agua está ubicado sobre una estructura de 1525 mm sobre el piso por lo que tiene suficiente altura o energía de presión para actuar por gravedad. Posee una válvula para el corte suministro general o también sólo en la tubería de riego para tareas de mantenimiento y/o limpieza.

1. Válvula para corte general y aislamiento del tanque.
2. Válvula para seccionar el sistema de riego por goteo.
3. Electroválvula comandada por el controlador. Trabaja como normal cerrada.



Desde la interfaz del control, el usuario podrá configurar un tiempo de riego mediante el cual el controlador activará la electroválvula, esta abrirá y dejará pasar el agua hacia los cultivos. Una vez transcurrido este tiempo, el controlador mandará a cerrar la electroválvula. El caudal máximo de agua que puede entregar la manguera perforada es de 2 Lts/hs por cantero, por lo que el consumo total en los 3 canteros es de 8 Lts/hs (el cantero del centro lleva 2 mangueras) logrando un consumo muy reducido.

7.3 SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Además de la radiación solar atrapada por el invernadero, en las épocas invernales el sistema de calefacción ayuda a mantener la temperatura dentro del rango deseado por el usuario para que los cultivos se desarrollen de la mejor forma. En este informe se explicará la conformación y el funcionamiento del sistema de calefacción.

7.3.1. Partes constitutivas

- **Termotanque solar:**

Equipamiento encargado de calentar el agua. Tiene una capacidad de 200 Lts y al igual que el tanque de agua para riego también está montado sobre una estructura metálica a 1525 mm sobre el suelo con finalidad de los tubos del termotanque estén expuestos al sol el mayor tiempo posible.

Además, posee un calentador eléctrico regulable para mantener el agua caliente en largos períodos de falta de sol.

Características:

1. Capacidad: 200 Lts
2. Preservación del calor: 72 hrs aprox.
3. Calentador eléctrico regulable: Seteable entre 0 – 80°C.



- **Bomba de recirculación:**

Debe tomar agua del acumulador del termostanque para recircularla dentro del invernadero. Se activa desde la automatización del sistema que tiene un sensor de temperatura.

Características:

1. Caudal máximo: 11 Lts/ min.
2. Presión soportada: 10 Bar.
3. Voltaje de trabajo: 12 VCC.



- **Tubería de distribución de agua:**

Distribuye al ras de los canteros el agua caliente. La tubería es de metal para resistir la temperatura del agua que puede ser entre 50 a 60°C en invierno.

Características:

- A. Tubería acero al carbono de ½ in para conducción de agua.
- B. Accesorios de conexión varios.



- **Llaves de paso para tareas mantenimiento y limpieza.**

Están colocadas sobre el acumulador para aislar ya sea el termotanque, la tubería o la bomba en caso de que se necesite hacer alguna reparación o tarea de mantenimiento.

La ubicación del termotanque y la bomba es en la parte trasera del invernadero. La tuberías ingresan al interior en la parte inferior a la altura 30 cm aproximadamente que es la altura de los canteros.

REPRESENTACIÓN DEL ENSABLE GENERAL MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

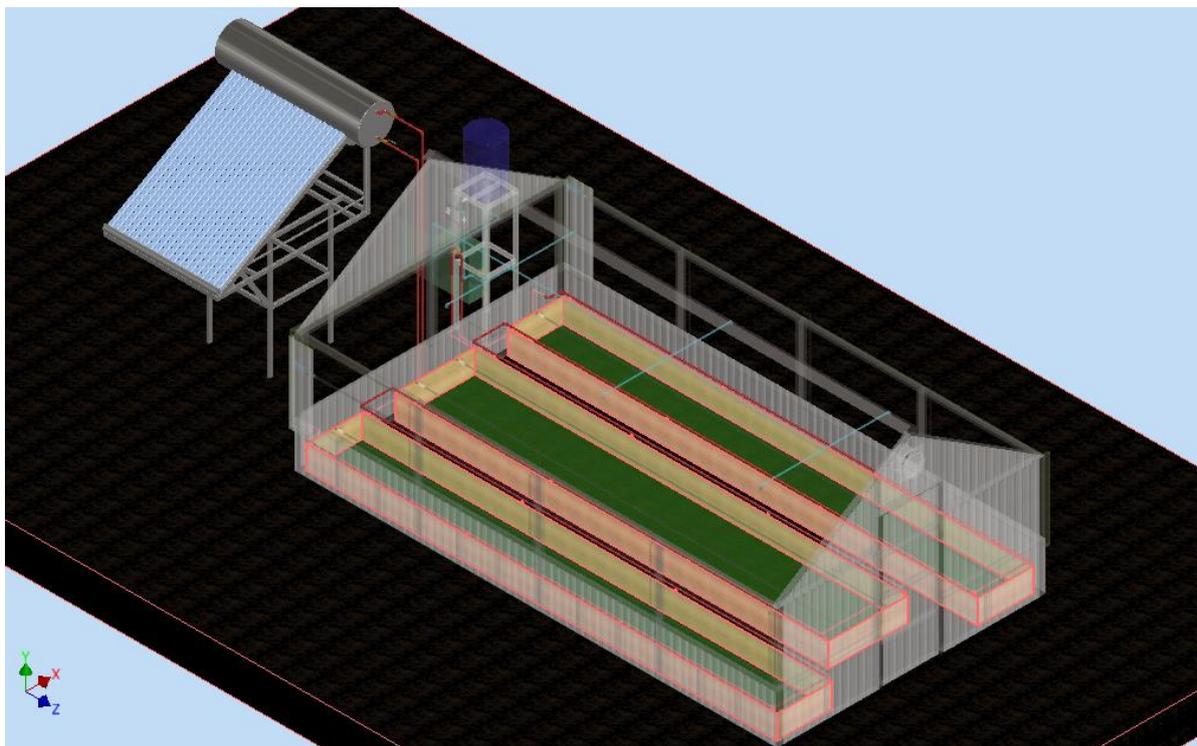


Fig. 6: "Viste en perspectiva del ensablaje. Se ha quitado la visibilidad del techo del invernadero y se han colocado partes de forma transparente para facilitar la vista."

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramírez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 42 de 218

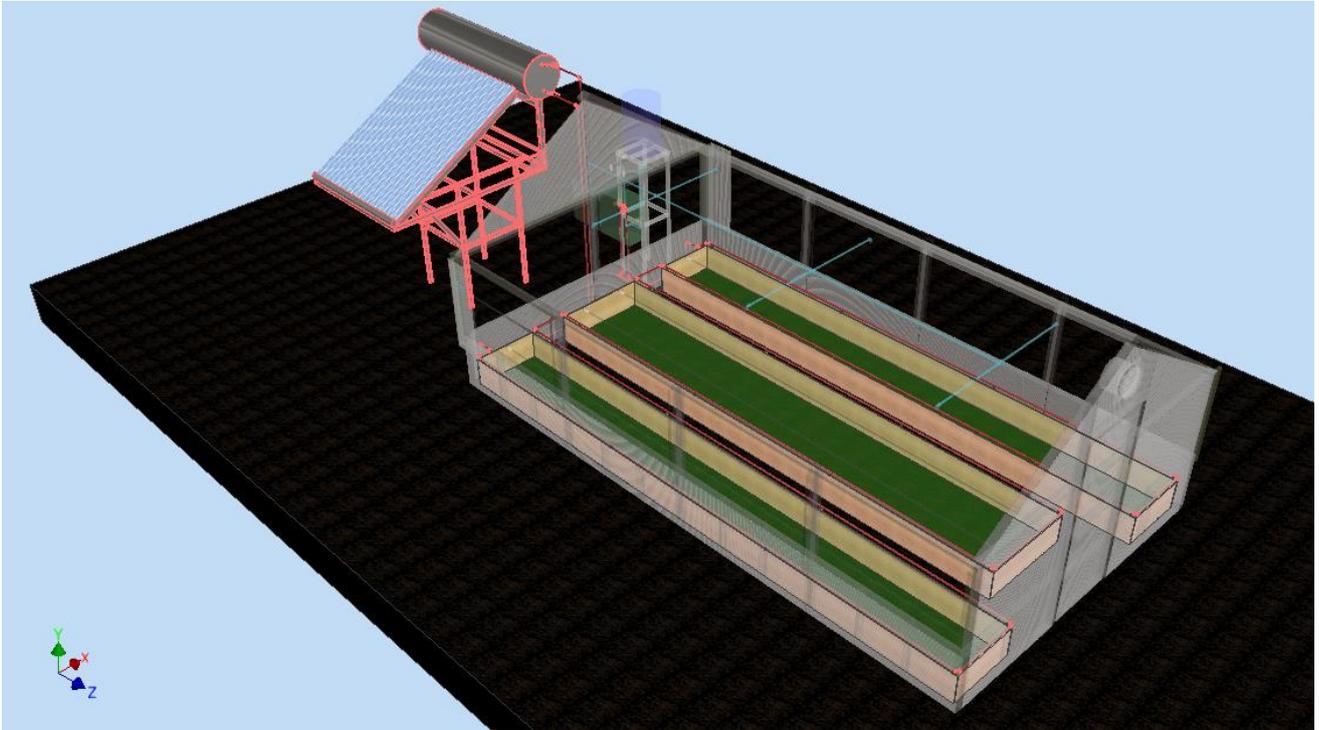


Fig. 7: " Vista en perspectiva"

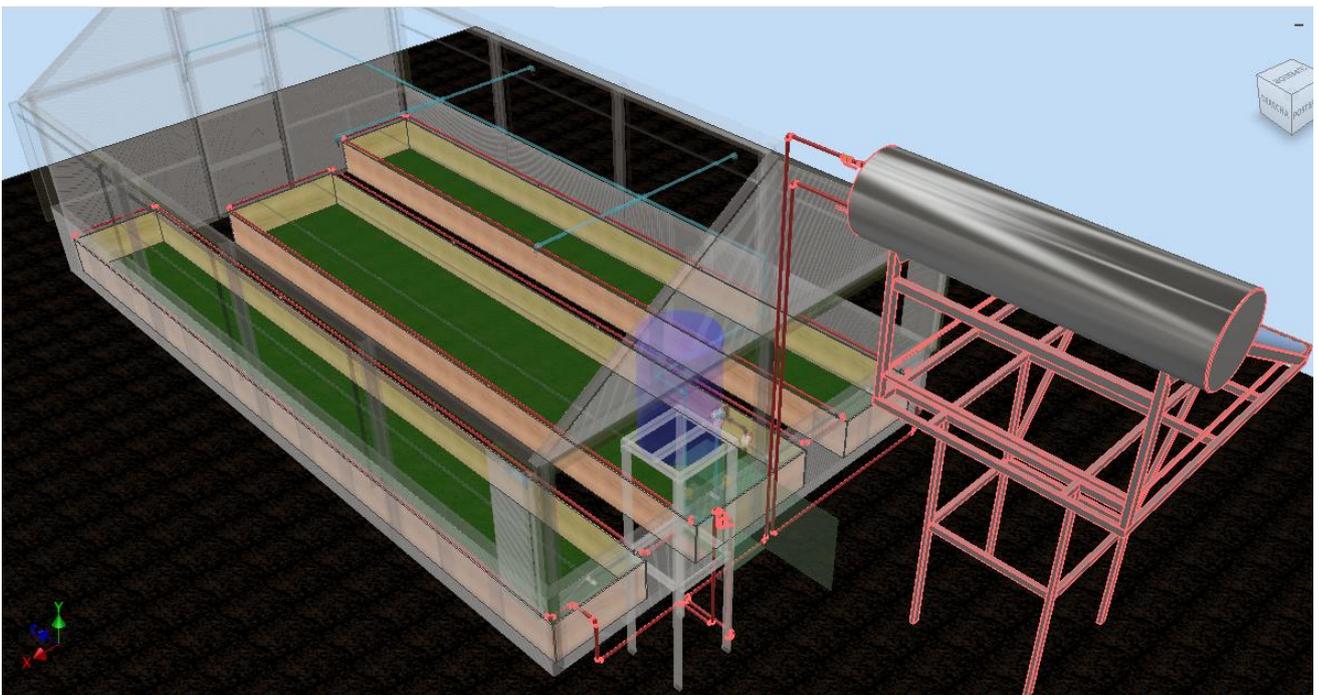


Fig. 8: " Vista desde la esquina trasera izquierda para dar más detalle de las tuberías al ingresar al invernadero."

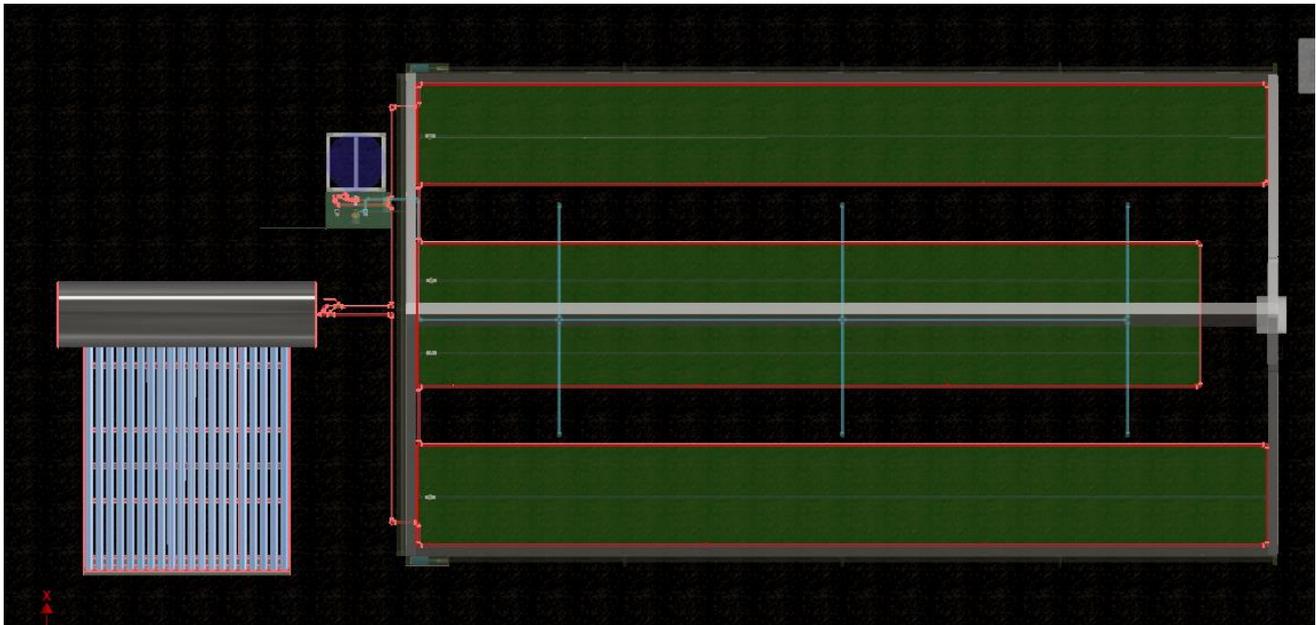


Fig. 9: " Vista superior"

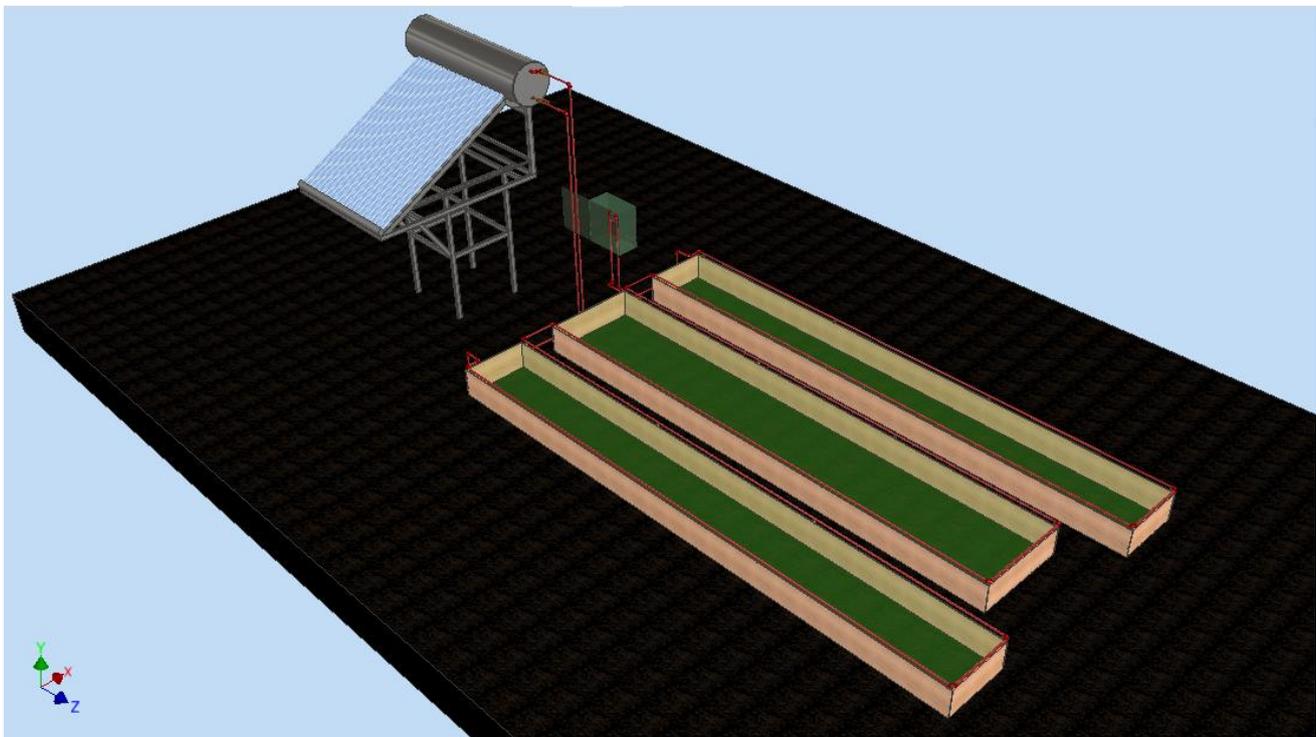


Fig. 10: " Se omitió la visibilidad de otros componentes para apreciar la posición de las tuberías sobre los cancheros"

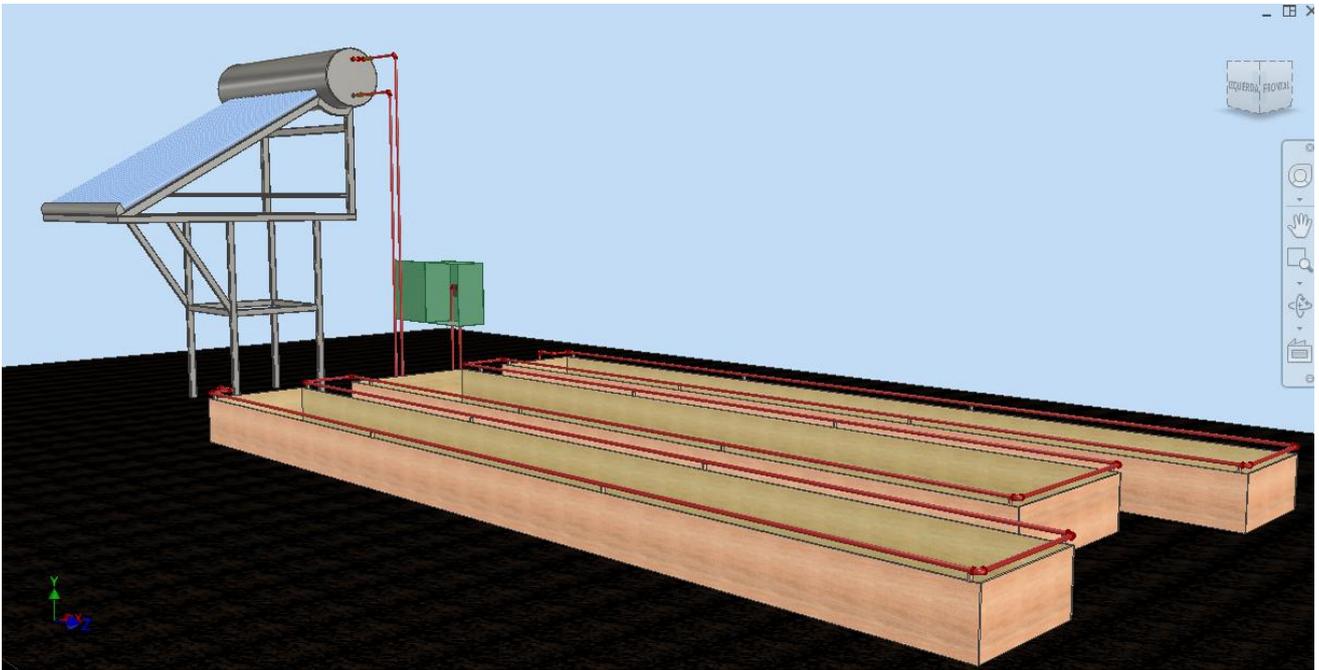


Fig. 11:” Se omitió la visibilidad de otros componentes para apreciar la posición de las tuberías sobre los canteros”

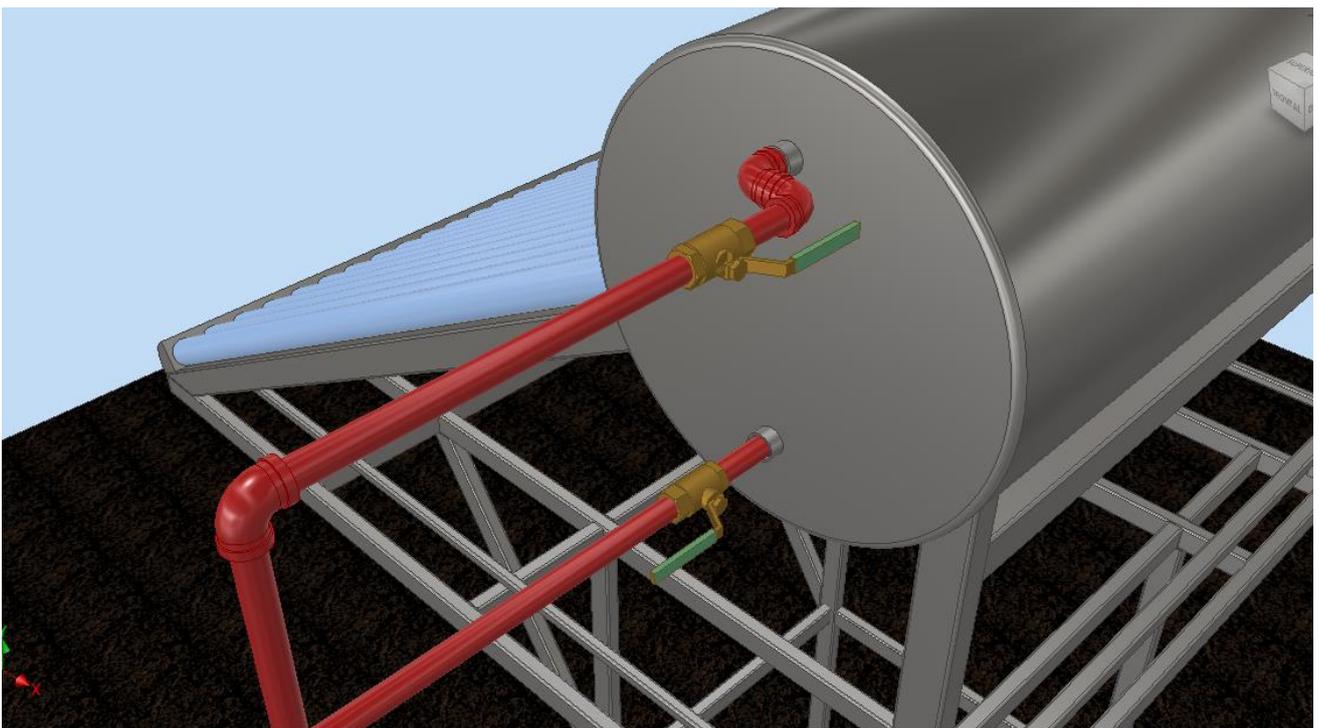


Fig. 12:” Llaves de corte del suministro de agua”

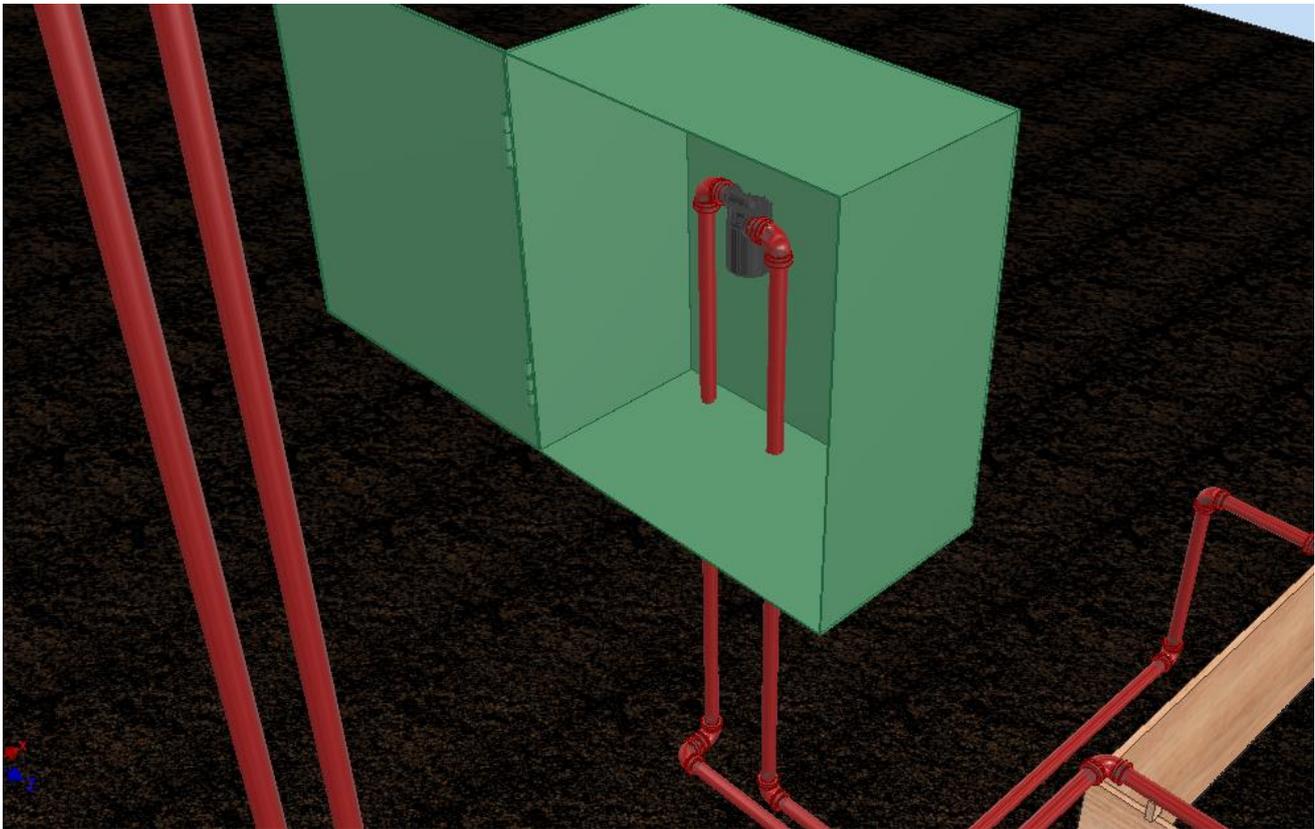


Fig. 13:” Bomba de recirculado”

7.3.2. Funcionamiento

El sistema es controlado a través del controlador que recibe la medición de temperatura interior desde el sensor y compara este parámetro con el valor seteado por el usuario. Si la temperatura del invernáculo está fuera del rango deseado, el controlador emitirá la señal de encendido a la bomba para que esta realice un recirculado del agua contenida en el termotanque solar a través de la tubería. El agua caliente recorrerá la tubería a través de los canteros, ubicada entre el nivel del suelo de la planta y sus hojas, entregando calor a la atmósfera y aumentando la temperatura del invernadero para evitar daños por heladas en los cultivos. Una vez que se logre la temperatura deseada, el sensor que está midiendo constantemente este parámetro hará que el controlador lea valor dentro del rango deseado y mandará la señal para que se apague la bomba.

El termotanque solar absorbe la radiación solar a través de los tubos de vacío y se la transfiere hacia el agua en su interior generándose una circulación natural entre los tubos y el acumulador llamado efecto termosifón. De esta forma se calienta el agua dentro del termotanque solar y estará disponible para cuando el automatismo lo requiera.

Este circuito trabaja de forma cerrada, por lo que el cliente deberá cargar por única vez el acumulador del termotanque solar con 200 lts de agua y observar periódicamente

el nivel de este para realizar la recarga, ya que como el equipo puede alcanzar altas temperaturas, sobre todo en verano, se pueden producir pérdidas $Q = \mu \cdot \left(\frac{SupCubierta}{SupSuelo} \right) \cdot \Delta T$ (Watt/m²) por evaporación.

Superficie de pared lateral: $Sup_1 := 1.5 \text{ m} \cdot 4 \cdot 1.5 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$

Superficie de frontal y posterior: $Sup_2 := 1.5 \text{ m} \cdot 3.34 \text{ m} = 5 \text{ m}^2$

Superficie frontal y posterior triangular: $Sup_3 := 1.154 \text{ m} \cdot 3.34 \text{ m} \cdot \frac{1}{2} = 2 \text{ m}^2$

Superficie de techo: $Sup_4 := 6 \text{ m} \cdot 2.027 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$

Superficie total cubierta:

la

$$SupCub := 2 \cdot Sup_1 + 2 \cdot Sup_2 + 2 \cdot Sup_3 + 2 \cdot Sup_4 = 56 \text{ m}^2$$

Superficie total de suelo:

la

$$SupSuelo := 5860 \text{ mm} \cdot 3200 \text{ mm} = 18.75 \text{ m}^2$$

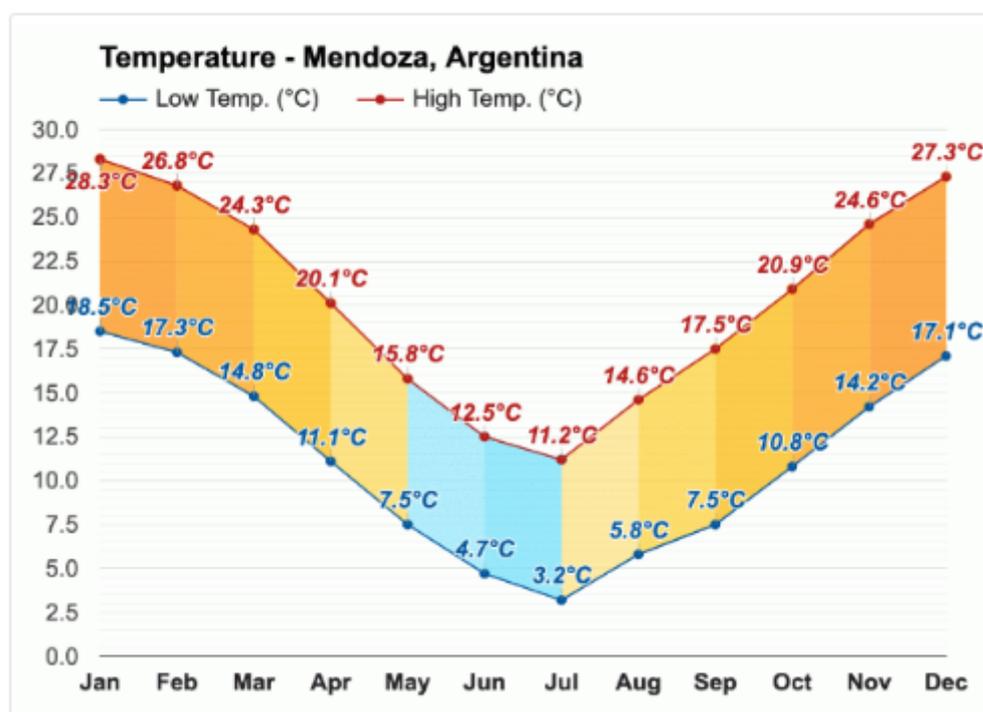
en el equipo seleccionado

TEMPERATURA PROMEDIO EN MENDOZA

energía térmica requerida según la

bibliografía y disponible

Temperatura media Mendoza, Argentina



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 47 de 218

Coefficiente del policarbonato alveolar

¿CUÁL ES CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL POLICARBONATO?

El valor U es el coeficiente que determina la pérdida de calor. En la medida que el valor U disminuye, la aislación térmica aumenta.

Estructura	Espesor (mm)	Valor U [W/m ² ·°C]
	4	3.9
	6	3.6
	8	3.3
	10	3.0

CÁLCULO DE CALORÍAS

Se estima que la temperatura mínima alcanzada por el invernadero será de 10°C y la temperatura exterior será de 0°C ante una eventual helada.

Temperatura dentro del invernadero: $T_{interna} := 10 \text{ } \Delta^{\circ}\text{C}$

Temperatura exterior: $T_{exterior} := 5 \text{ } \Delta^{\circ}\text{C}$

Coef. de pérdida del policarbonato alveolar $\mu := 3.6 \cdot \frac{W}{m^2 \cdot \Delta^{\circ}\text{C}}$

Calor por metro cuadrado: $Q := \mu \cdot \left(\frac{SupCub}{SupSuelo} \right) \cdot (T_{exterior} - T_{interna}) = -53.94 \frac{W}{m^2}$

Es decir, nuestro invernadero perderá calor producto de las bajas temperaturas exteriores a razón de $-174 \frac{kcal}{hr}$.

Calor perdido por unidad de tiempo: $Q_{perdido} := Q \cdot SupSuelo = -1012 \text{ } W$

$$Q_{perdido} = -870 \frac{kcal}{hr}$$

Considerando que la temperatura exterior se mantendrá baja durante las 00:00 y las 8:00, es decir un total de 8 hs aproximadamente, se requerirá que la cantidad de calorías siguiente

Tiempo de temperaturas bajas: $t_{frio} := 8 \text{ } hr$

Calor total para 8 hs: $Q_{total} := Q_{perdido} \cdot t_{frio} \cdot -1 = 29133230 \text{ } J$

$$Q_{total} = 6958 \text{ } kcal$$



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 48 de 218

CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA

Calor específico del agua: $c_{esp} := 4186 \frac{J}{kg \cdot \Delta^{\circ}C}$

Se supone una masa inicial de 200 Lts de agua ya que algunos de los termotanques solares comerciales vienen con esta capacidad y un rendimiento del 75%.

Masa de agua: $m_{H2O} := 200 \text{ kg} = 200 \text{ kg}$

El calor que podrá entregar esta cantidad de agua para elevar la temperatura del invernadero en 1°C será.

Calor entregado: $Q_{entregado} := m_{H2O} \cdot c_{esp} \cdot 25 \Delta^{\circ}C = 4999 \text{ kcal}$

CALENTADOR COMERCIAL

Temperatura del agua dentro del calentador: $T_{H2O} := 55 \Delta^{\circ}C$

Temperatura dentro del invernadero: $T_{interna} = 10 \Delta^{\circ}C$

Capacidad de almacenamiento: $m_{H2O} = 200 \text{ kg}$

Cantidad de calorías que puede aportar:

$$Q_{entregado} := m_{H2O} \cdot c_{esp} \cdot (T_{H2O} - T_{interna}) = 37674000 \text{ J}$$

$$Q_{entregado} > Q_{total} = 1$$

Tiempo que puede entregar calor:

$$t := \frac{Q_{entregado}}{-Q_{perdido}} = 10 \text{ hr}$$

Equipo seleccionado: Marca Cambell, Modelo TH 200, capacidad; 200 Lts.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 49 de 218

7.4 SISTEMA DE CONTROL DE HUMEDAD

Este sistema es el responsable del control de la humedad ambiente y ayuda también con el control de la temperatura del invernáculo. Los componentes principales son; una bomba de agua, microaspersores y una electroválvula, además de otros como la tubería y válvulas de paso para aislar el sistema cuando es necesario ya sea, en tareas de limpieza y/o mantenimiento. A continuación, se hará una descripción del mismo mencionando sus partes constitutivas y funcionamiento.

7.7.1. Partes constitutivas

- **Tanque de almacenamiento**

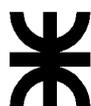
Encargado de almacenar el agua. Su capacidad es de 100 Lts y está montado sobre una estructura metálica a 1525 mm sobre el suelo. Es el mismo tanque utilizado en el sistema de riego.

- **Tubería de distribución de agua**

Conecta el tanque de almacenamiento con los microaspersores.

Características:

1. Caño de polipropileno de ½" x 6m para agua fría y caliente
2. Accesorios varios.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 50 de 218

- **Microaspersores**

Son los responsables de nebulizar pequeñas gotas de agua sobre la atmósfera del invernadero de acuerdo a los parámetros de humedad y temperatura requeridos por el cultivo.

Características:

1. Cantidad de boquillas: 1.
2. Tamaño de la gota: 55 micrones.
3. Consumo de agua: 7 lts/hr.
4. Alcance mín. y máx.: 1 cm – 2 m.
5. Resistentes a productos químicos.



- **Bomba de agua**

Crea la presión necesaria de agua en la tubería para que los microaspersores funcionen correctamente. Funciona cuando aparece una diferencia de presión en la línea, es decir, si la presión de agua disminuye, la bomba encenderá automáticamente para solventar dicha pérdida de presión. La disminución de presión se producirá siempre que la electroválvula en estado normal cerrado reciba la señal de apertura desde el controlador y permita el paso de agua.

Características:

- A. Caudal de trabajo: 4,3 Lts/min.
- B. Presión de trabajo: 80 PSI (5.52 Bar).
- C. Voltaje del motor: 12 V con protección térmica.
- D. Autocebante.



- **Electroválvula**

Está ubicada aguas abajo de la bomba y funciona normal cerrada. Su función es abrir cada vez que el automatismo se lo indique para generar una diferencia de presión y como consecuencia se encienda la bomba.

Características:

1. Voltaje: 24 DCV
2. Tipo: Normal cerrado.
3. Rango de presión: 0.02 – 0.8 Mpa.
4. Uso: Agua.



REPRESENTACIÓN DEL ENSABLE GENERAL MEDIANTE SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

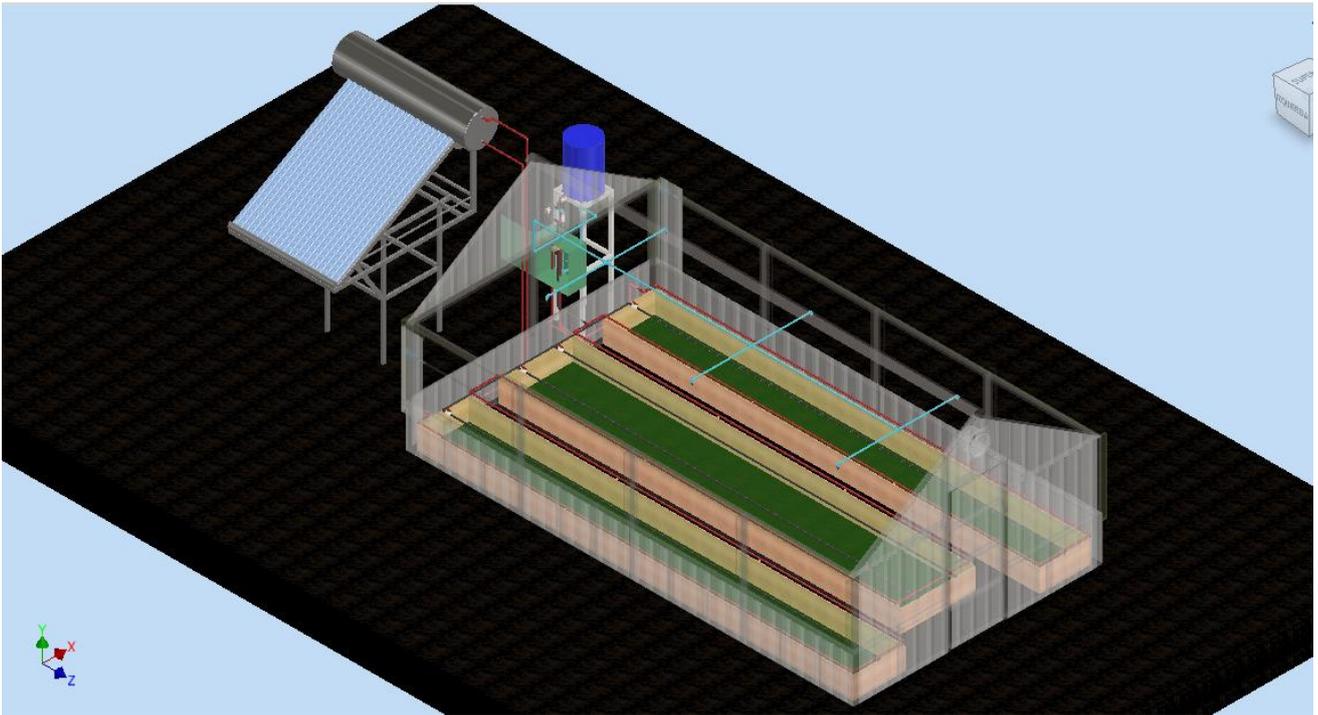


Fig. 14: "Ensamblaje visto en perspectiva"

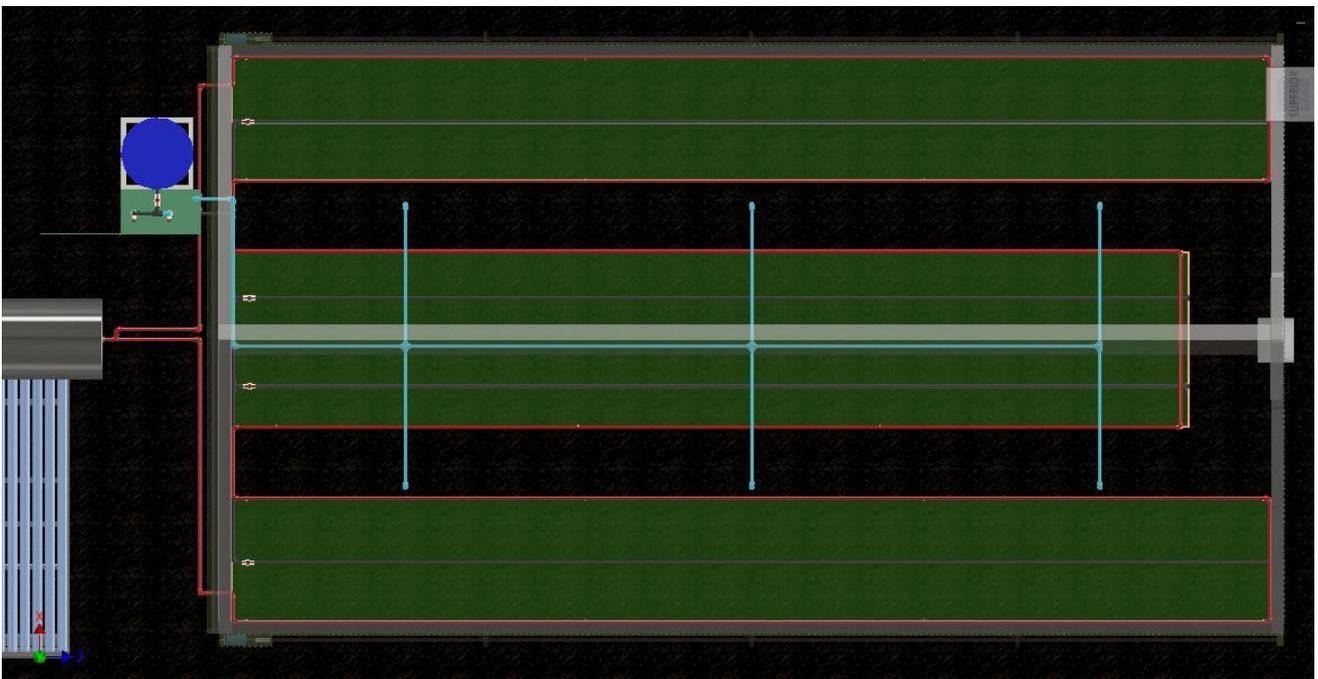


Fig. 15: "Sistema de control de humedad desde vista superior- Tubería celeste"

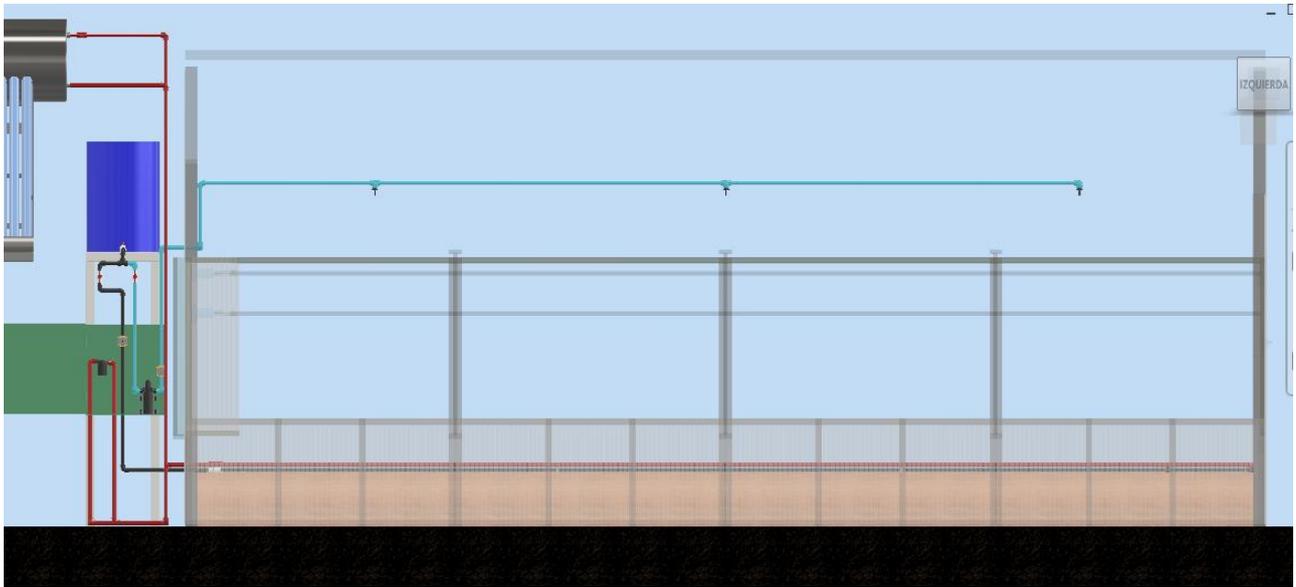


Fig. 16: "Desde viste lateral se observa además la altura de la tubería dentro del invernadero"

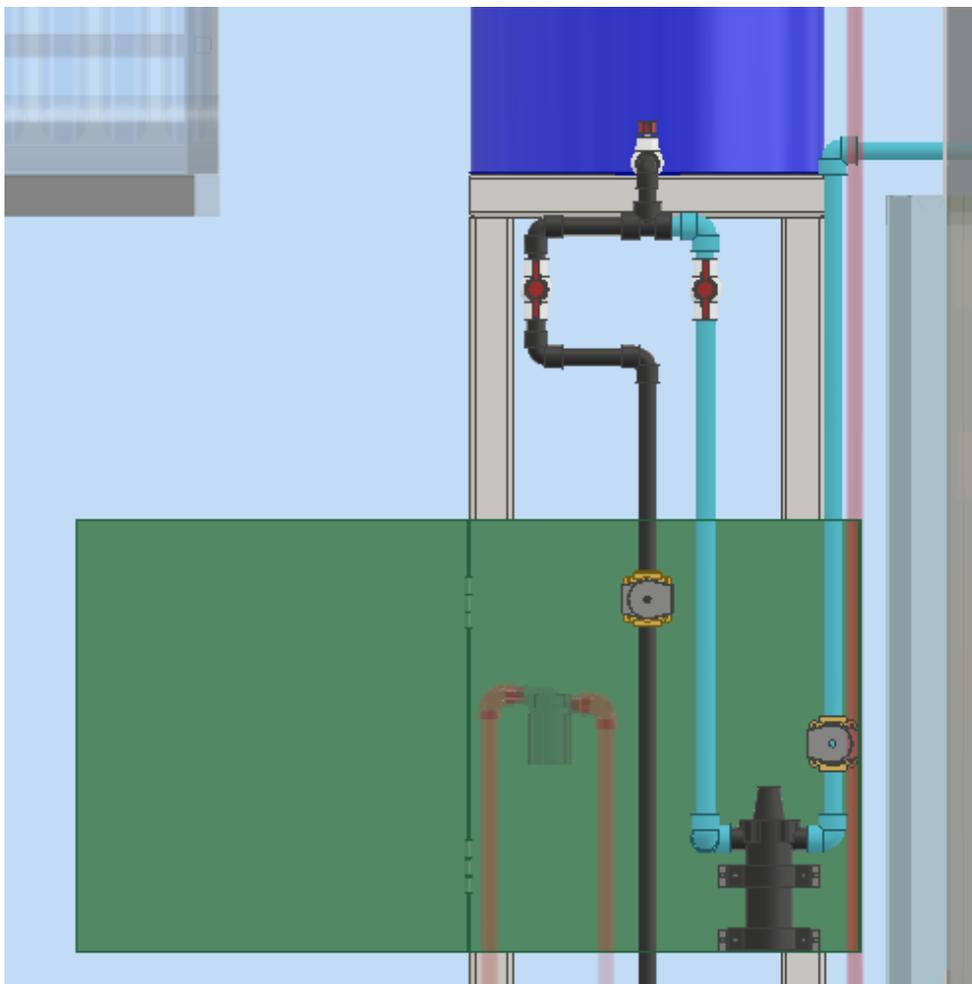


Fig. 17: "Ubicación de la bomba y la electroválvula dentro del gabinete y acoplamiento a la línea de agua del sistema de riego por goteo"

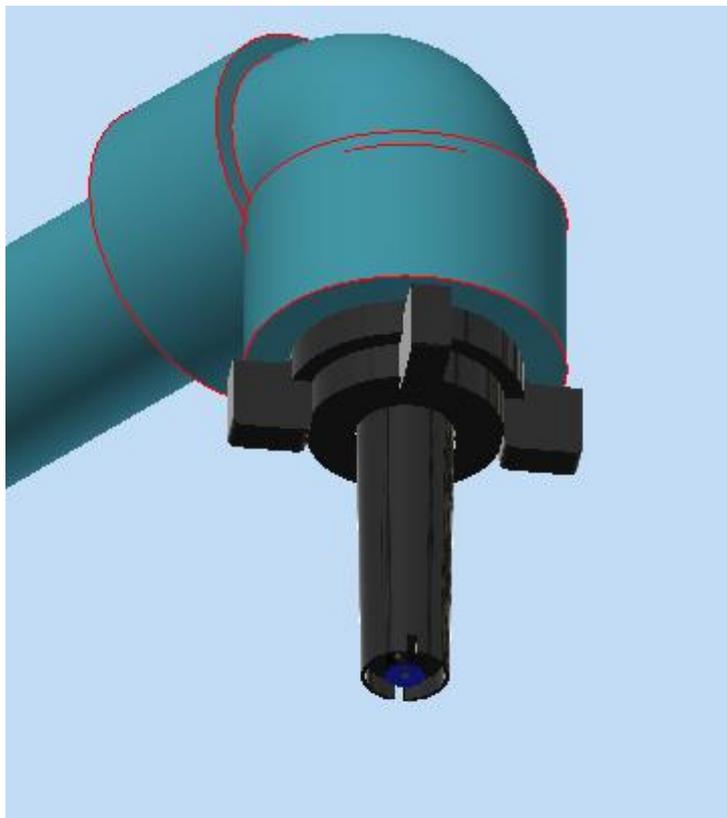
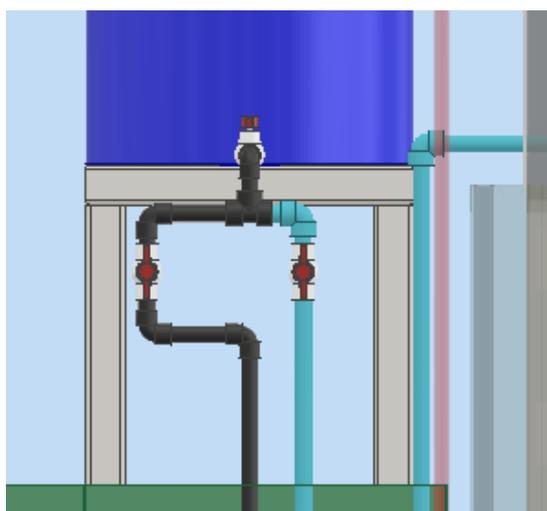


Fig. 18: "Microaspersor enroscado en tubería"

7.4.2. Funcionamiento

Consiste en pulverizar agua sobre el ambiente del invernadero cada vez que las condiciones de temperatura y humedad lo requieran de acuerdo al cultivo específico que el cliente esté realizando. El sistema de control de humedad se acopla al sistema de riego por goteo como lo muestra la imagen siguiente ya que ambos dependen del mismo reservorio de agua.



El agua cae por efecto de la gravedad hacia la bomba y frenada por la electroválvula. Cuando el sensor de humedad y temperatura detectan que dichos parámetros están fuera de rango de los valores seteados, por ejemplo; temperatura muy alta, el sensor tomará esta temperatura y mandará hacia el controlador el valor medido. Allí, el controlador compara el valor medido vs el valor configurado por el usuario y mandará la señal hacia la electroválvula para que abra y permita el paso de agua. Esto provocará una caída de presión en la tubería que hará que encienda la bomba para poder solventar la presión faltante llevando así un caudal de agua por todas las tuberías que van hacia los microaspersores. La bomba es capaz de presurizar la línea con más de 5 Bar, presión que es suficiente para activar los microaspersores que requieren 4 Bar para un correcto funcionamiento. Entonces a través de estos, se aplicará sobre el invernadero una nube de agua con gotas de 55 micrones de tamaño que modificarán la atmósfera del invernadero mejorando la humedad y haciendo descender la temperatura.

Los aspersores tienen un consumo mínimo de 7 Lts/hs, lo que hace esta práctica muy económica respecto al uso del agua disponible.

La pulverización del agua finalizará una vez que el sensor mida nuevamente los valores de los parámetros dentro del rango deseado.

7.4.3. Verificación analítica de presión y caudal.

Presión entregada por la bomba	
Caudal entregado	$Q_b := 4 \frac{l}{min}$
Presión entregada	$P := 80 \text{ psi} = 5.516 \text{ bar}$
Caudal consumido por los micro aspersores	
<ul style="list-style-type: none"> • Caudal consumido • Radio de alcance: 2 m • Cantidad 	$Q_{masp} := 7 \frac{l}{hr} = 0.11667 \frac{l}{min}$ $n := 6$
<ul style="list-style-type: none"> • Caudal total 	$Q_{total} := n \cdot Q_{masp} = 0.7 \frac{l}{min}$
Comprobación del caudal de la bomba respecto al consumido por los microaspersores.	
$Q_b > Q_{total} = 1$	
Agua consumido en un minuto	$V_{agua} := Q_{total} \cdot 60 \text{ s} = 0.7 \text{ L}$



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 56 de 218

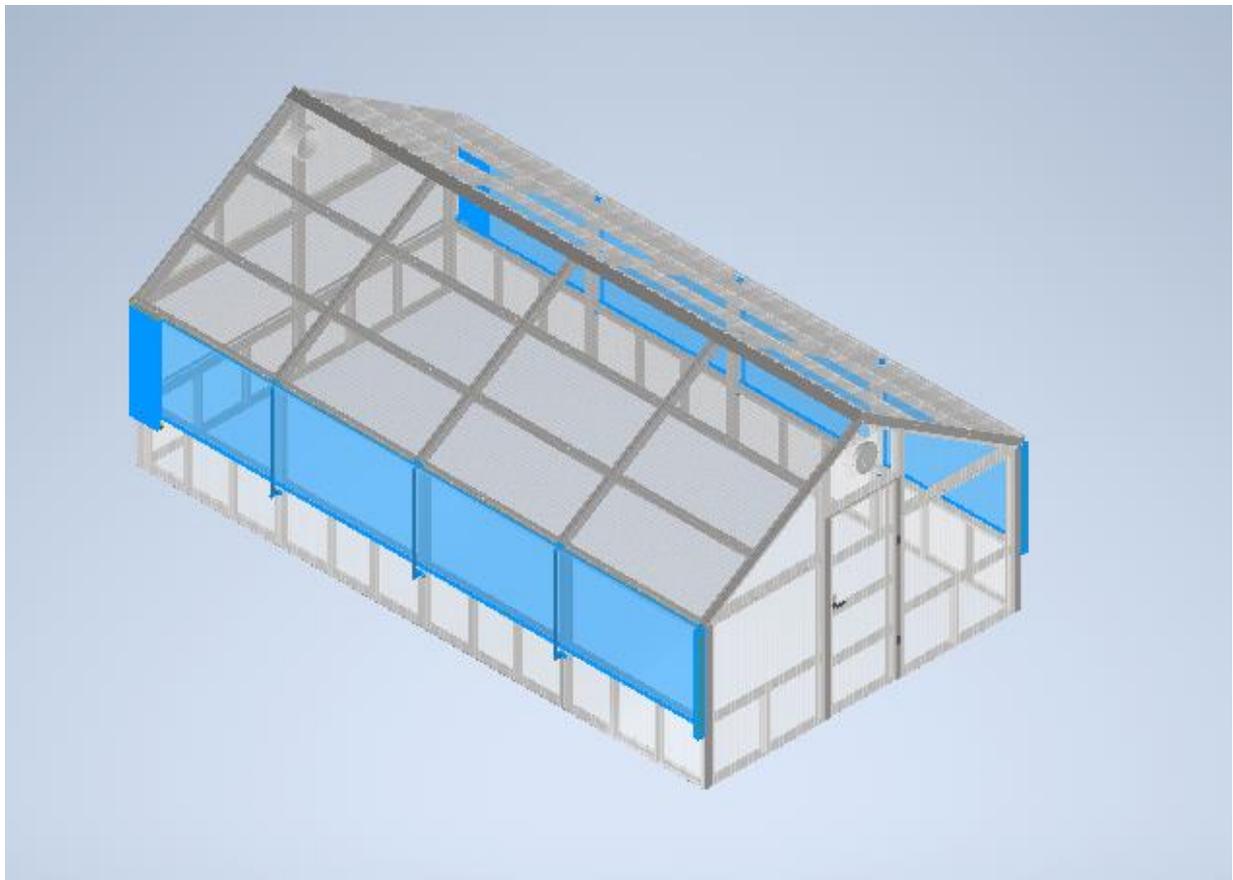
7.5 SISTEMA DE VENTILACIÓN

7.5.1. Características

La ventilación del invernadero se da en forma natural y en forma activa. Posee ventanas enrollables y automáticas que le permiten el flujo de aire en todas las direcciones cuando el invernadero lo requiera. Cuenta con 3 aperturas, de las cuales las laterales funcionarían en forma automática; las ventanas traseras son manuales, es decir se levantan de forma manual cuando la temporada lo requiera, no son esenciales para el día a día de los cultivos.

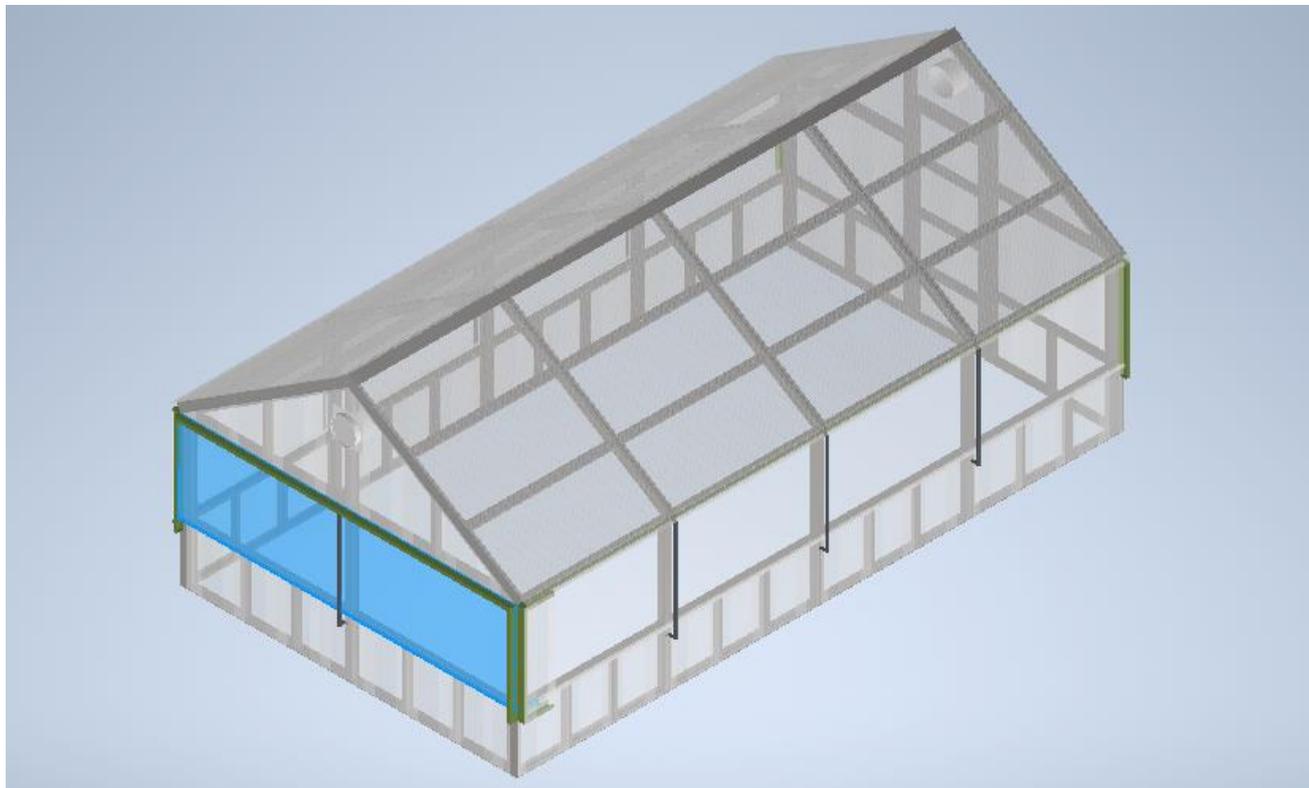
Ventilación Natural:

Ventanas Laterales



Ventana Trasera

La ventana trasera se levanta de forma manual, enrollándose, y cumple la función de aumentar la superficie de ventilación si esto es necesario, sobre todo en verano cuando las temperaturas pueden llegar a ser muy altas.



Porcentaje de ventilación:

Según la teoría del libro "Invernaderos tecnología apropiada para la región argentina" el porcentaje óptimo de ventilación es de 20% cuando esta se realiza exclusivamente de forma lateral, luego de este porcentaje mayores aberturas no darán mayores resultados considerables.

$\% \text{Ventilación} = \text{Superficie de la cubierta} / \text{Superficie de aberturas}$

Superficie de la cubierta = 55 m^2

Superficie de aberturas = $14,9 \text{ m}^2$

$\% \text{ Ventilación Máximo} = 27\%$

Volumen de aire interior = $38,4 \text{ m}^3$



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

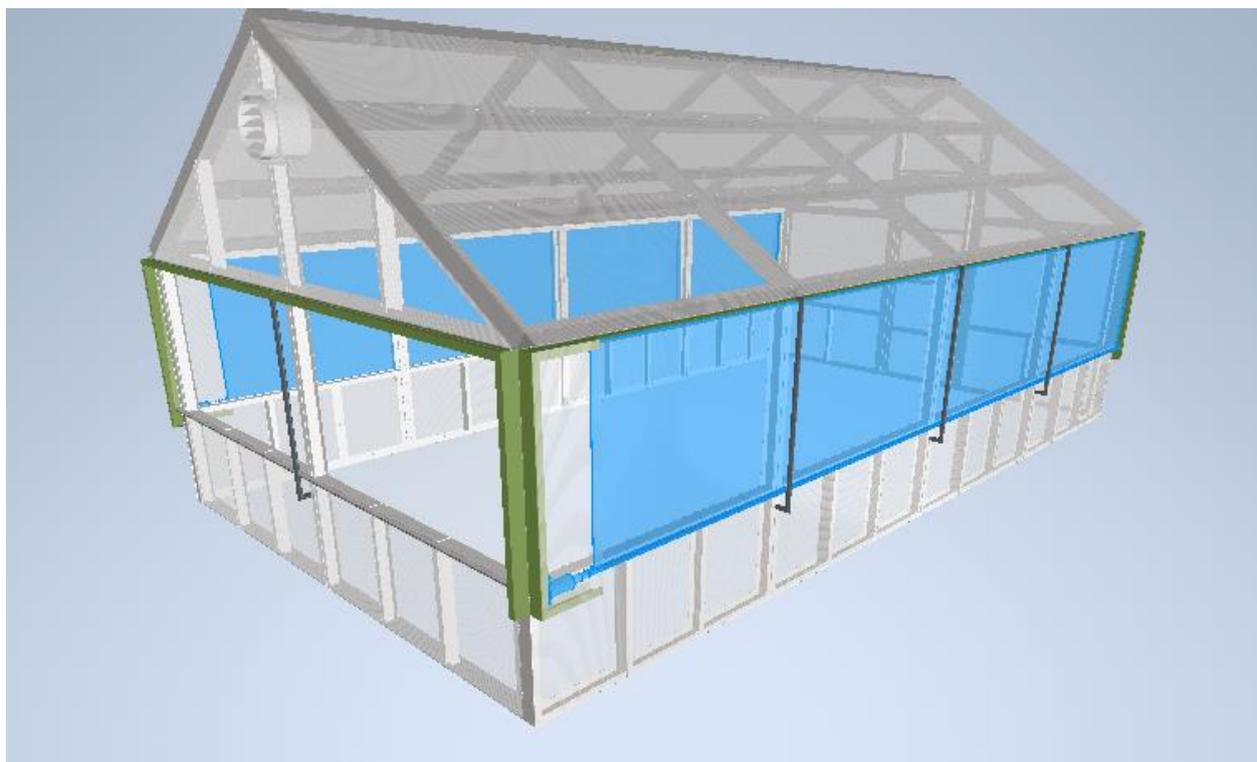
Fecha: 29/08/2022

HOJA 58 de 218

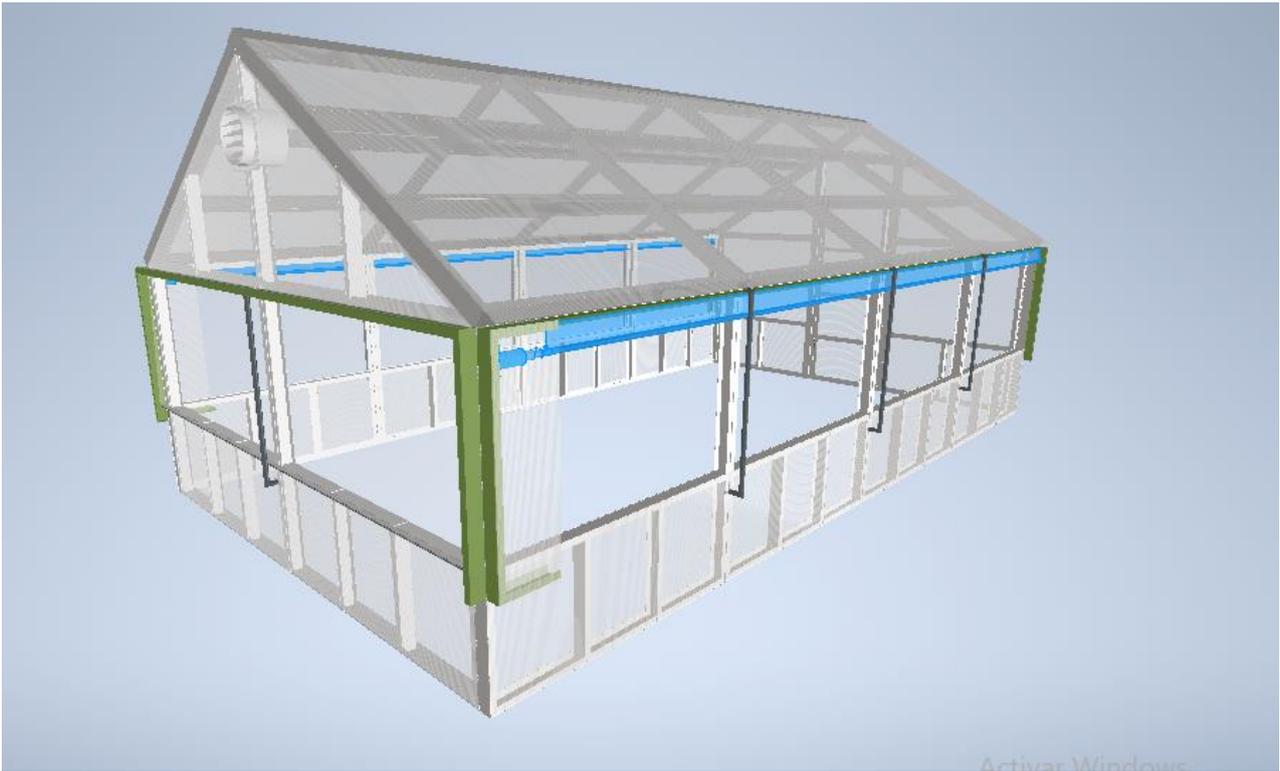
7.5.2. Mecanismo enrollable

Las aberturas laterales disponen de un mecanismo el cual es capaz de abrir o cerrar las ventanas en forma automática cuando el sistema de control lo disponga, este mecanismo consiste principalmente de un motor eléctrico con su reductor correspondiente y conectado al caño inferior de las aberturas. Al accionarse el motor, el caño comienza a enrollar o desenrollar el polietileno abriendo o cerrando las aperturas. Además el motor y el caño inferior cuentan con una guía para garantizar menor movimiento de la abertura cuando está cerrada.

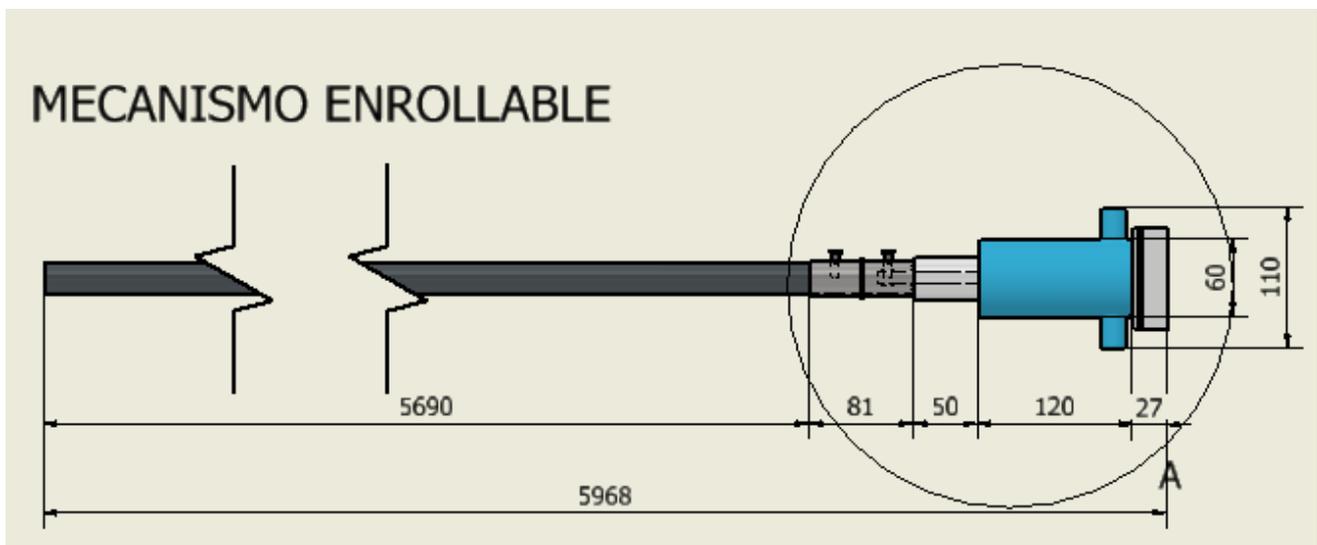
Ventanas Laterales Cerradas



Ventanas laterales abiertas



Detalles Mecanismo Enrollable



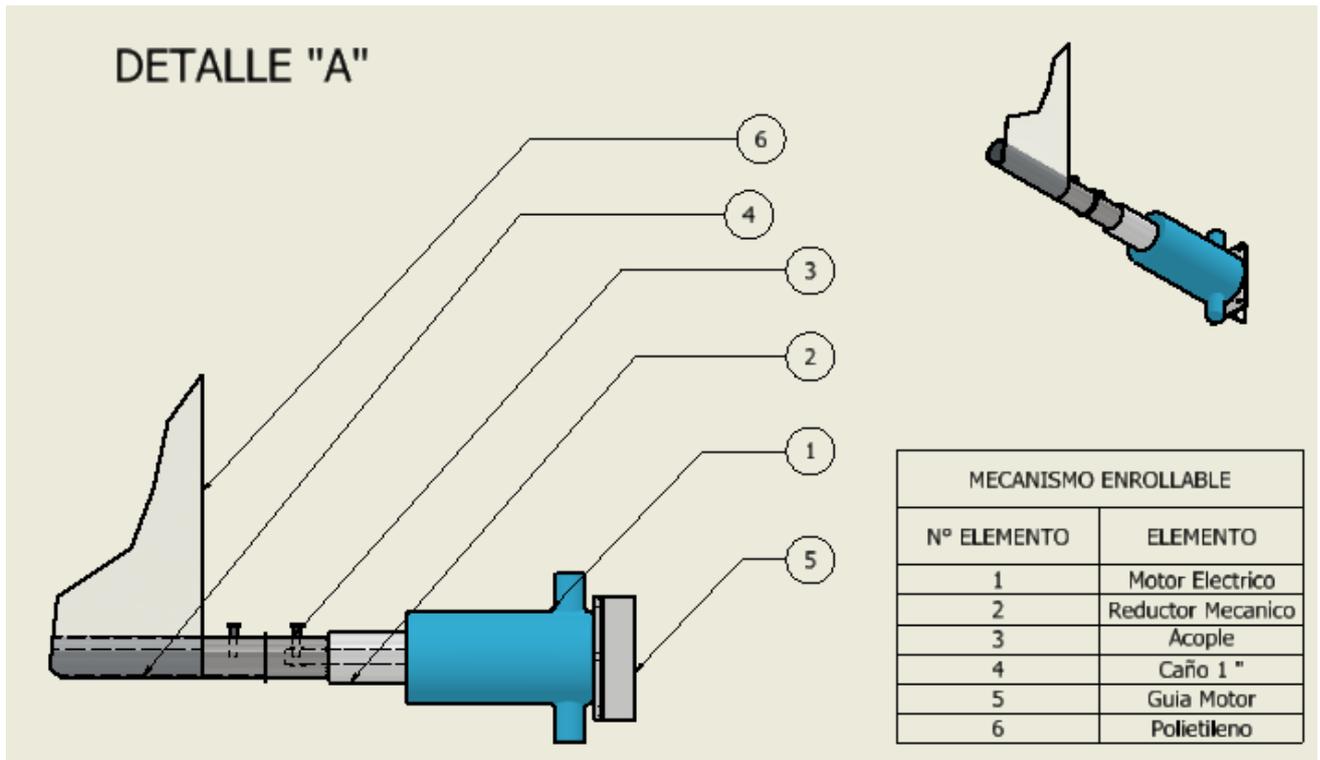
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 60 de 218



7.5.3. Cálculo de parámetros

Torque necesario

Se calcula el torque necesario que deberá realizar el motor para poder enrollar todo el peso del mecanismo a una velocidad determinada.

Peso del caño Galvanizado= 3,6 kg

Peso del polietileno 200 micrones= 0.5 kg

Peso del motoreductor = 2 kg (aprox)

Peso total= 6,4 kg

Torque= Fuerza* Distancia

Torque= 6,4 kgf* 2,54 cm

Torque= 16,25 kgf *cm

Velocidad angular de salida:

V Lineal deseada: 0,1 m/s

Radio= 2,54 cm

$w = V \text{ Lineal Deseada} / \text{Radio}$

$w = 0,1 \text{ m/s} / 0,0254 \text{ m}$

$w = 5 \text{ rad/s}$

w= 48 rpm

Potencia [cv] = (Torque [kgm]* w[rpm]) / 716

Potencia [cv] = 0,16 kgm*48rpm / 716

Potencia [cv] = 0,0107 HP

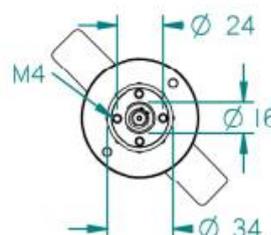
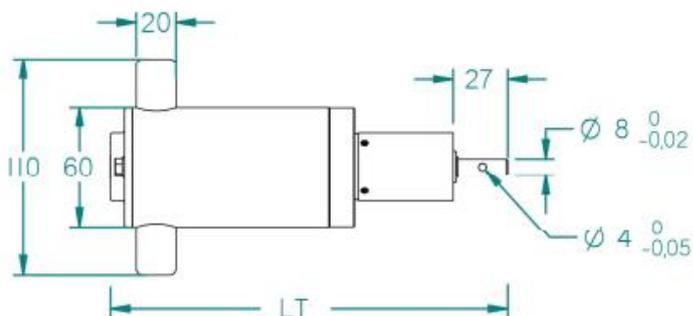
Potencia mecánica necesaria = 8 W

7.5.4. Selección de componentes:

- a. Moto reductores: Los motoredutores deben ser capaces de levantar el peso del caño inferior de la abertura, su propio peso y del polietileno, a una velocidad determinada.

Del catálogo de "IGNIS" se selecciona el modelo MR08D02450, que cumple con estos requisitos.

MOTORREDUCTOR



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 62 de 218

Modelo				MR08D-024050	MR08D-024050-H
Opcional				- L(eje liso) - P(eje plano) - H(hibrido)	
Adicional				- BR08	
Material del Reductor				Plastico	Plas - Metal
Servicio				Normal	
Potencia [Watt]				24	
Tensión nominal [V]				24 Vcc	
I _o . Inom . Is [A]				1,0 . 3,0 . 12,0	
Ruido máx. [DB] (Adicional única etapa 15%)				100	
RPM Nom . RPM Vacío (motor)				2750 . 3160	
Peso . Adicional por etapa [Kg]				1,460 . 0,005	1,480 . 0,005
Largo[LT] . Adicional por etapa . Diámetro Motor [DM]				200. 5,5 . 60	205,5 . 5,5 . 60
Etapas	Relación	Engranajes	Velocidad [RPM]	Cupla [Kgf.cm]	Cupla [Kgf.cm]
0	1:1	0	2500	1,85	--
1	4:1	4	625	7,40	--
	6:1	6	416	11,10	--
2	16:1	44	156	29,60	--
	24:1	64	104	44,40	--
	36:1	66	69	50,00	--

Como se puede ver el motor otorga un par suficiente, su velocidad de salida es un 20% mayor a la calculada, la misma no provocara cambios significantes en la velocidad lineal con la que se abre la ventana.

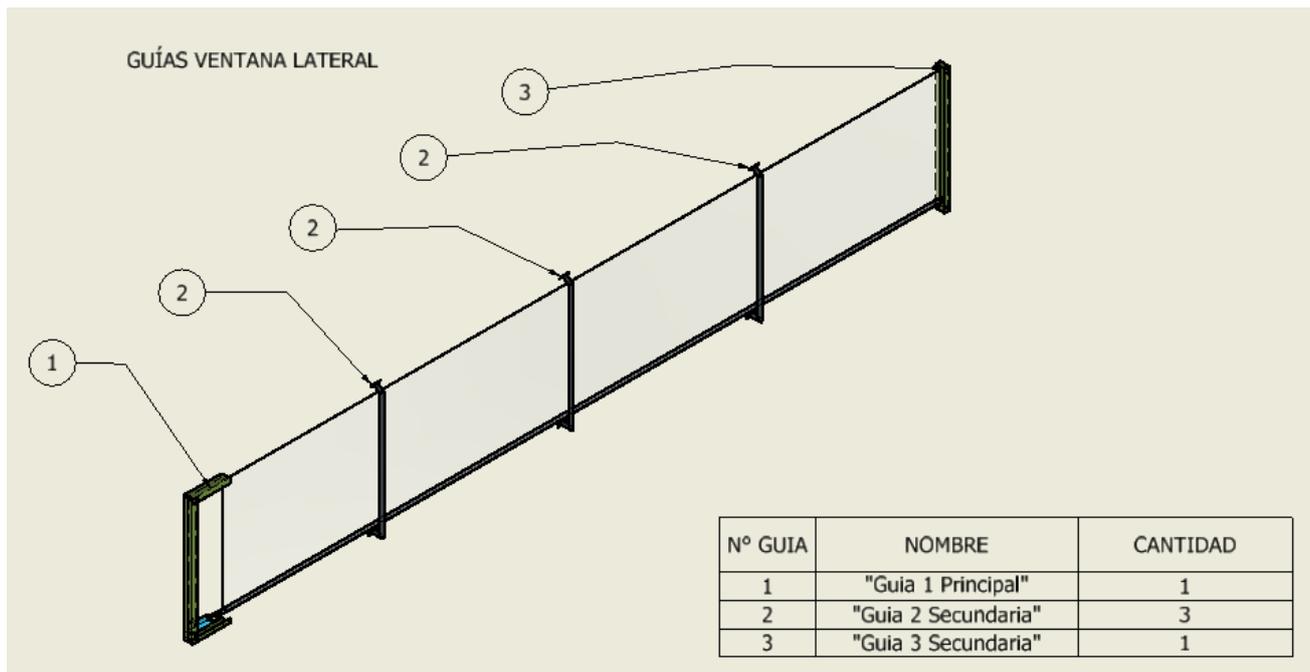
7.5.5. Guías para Mecanismo enrollable:

El mecanismo enrollable posee una guía principal, donde se encuentra el motor, esta guía está formada por dos perfiles de aluminio, los cuales cumplen la función de que el motor no gire y que a medida que este se enrolla, junto al polietileno, suba en forma conjunta con todo el mecanismo enrollable.

Posición de las "Guías para mecanismo enrollable" en la estructura:

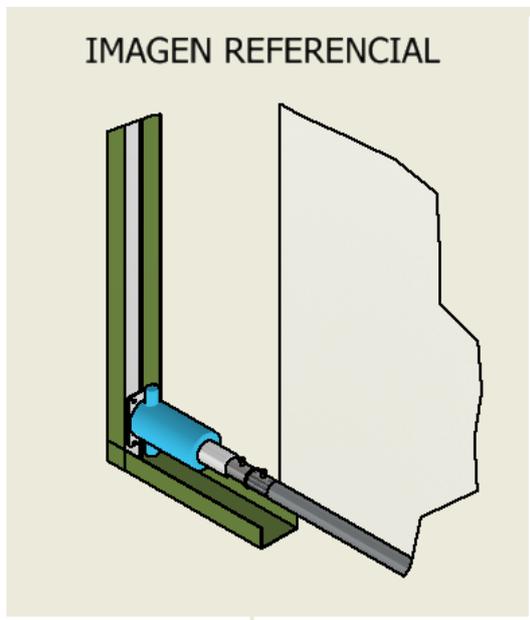
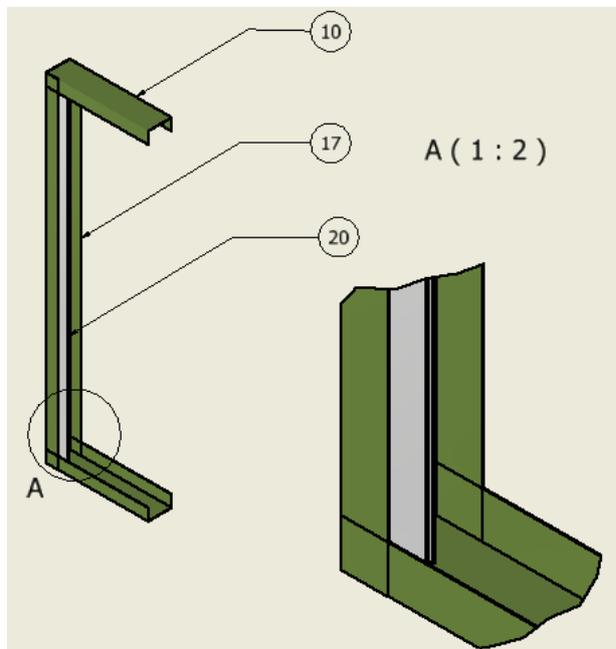


Detalle de posición de las guías:



Detalles "Guía 1" Principal:

La Guía principal tiene la función de evitar que el motor gire en su totalidad, es decir que solo lo haga su árbol, y al mismo tiempo de guiarlo mientras va subiendo



 <p>U.T.N. F.R.S.R.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván</p>
		<p>Ingeniería Electromecánica</p>
		<p>Fecha: 29/08/2022</p>
		<p>HOJA 64 de 218</p>

GUÍA PRINCIPAL (Mecanismo de enrollamiento)

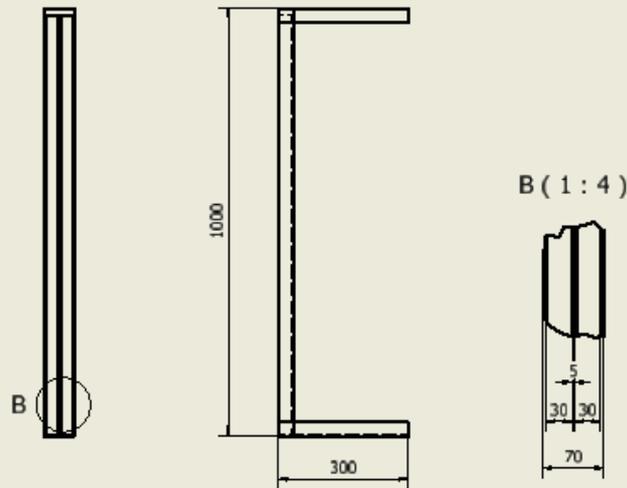
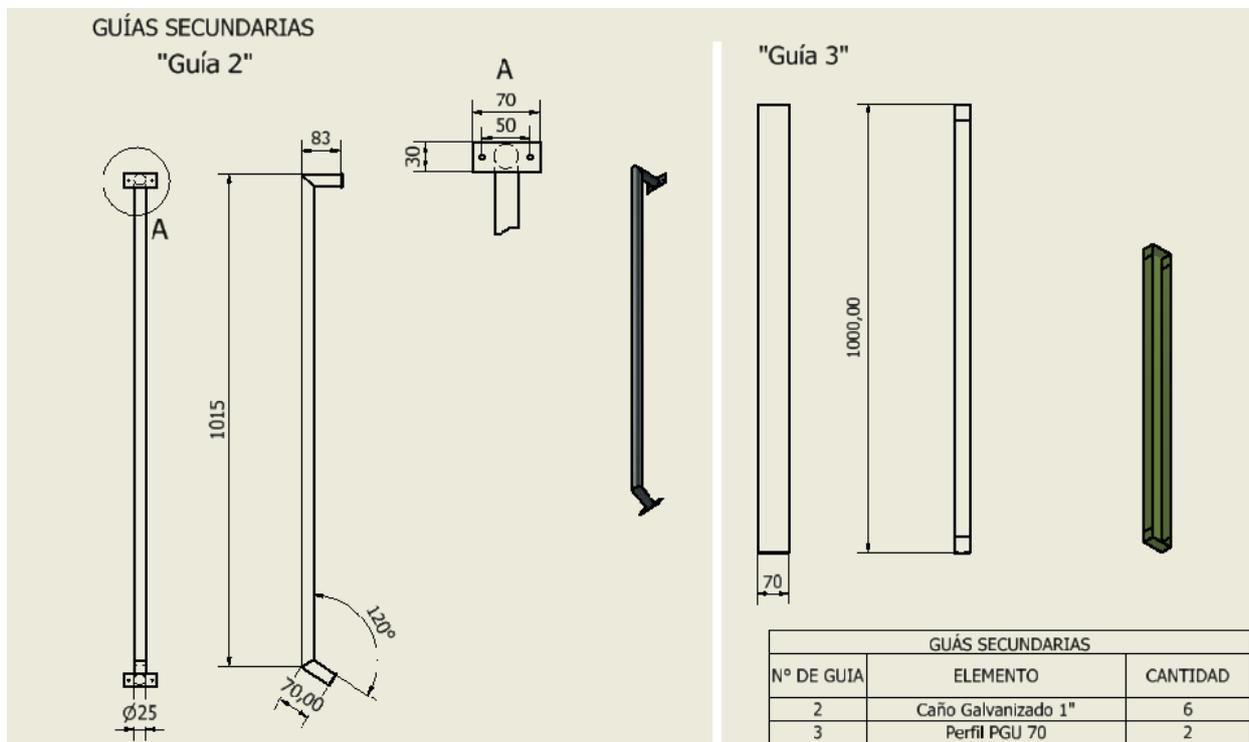


TABLA			
Nº ELEMENTO	ELEMENTO	CANTIDAD	LARGO
10	Perfil PGU 70	2	300
17	Perfil PGU	1	1000
20	Perfil L Al 50	2	990

Guías "2" y "3" Secundarias:

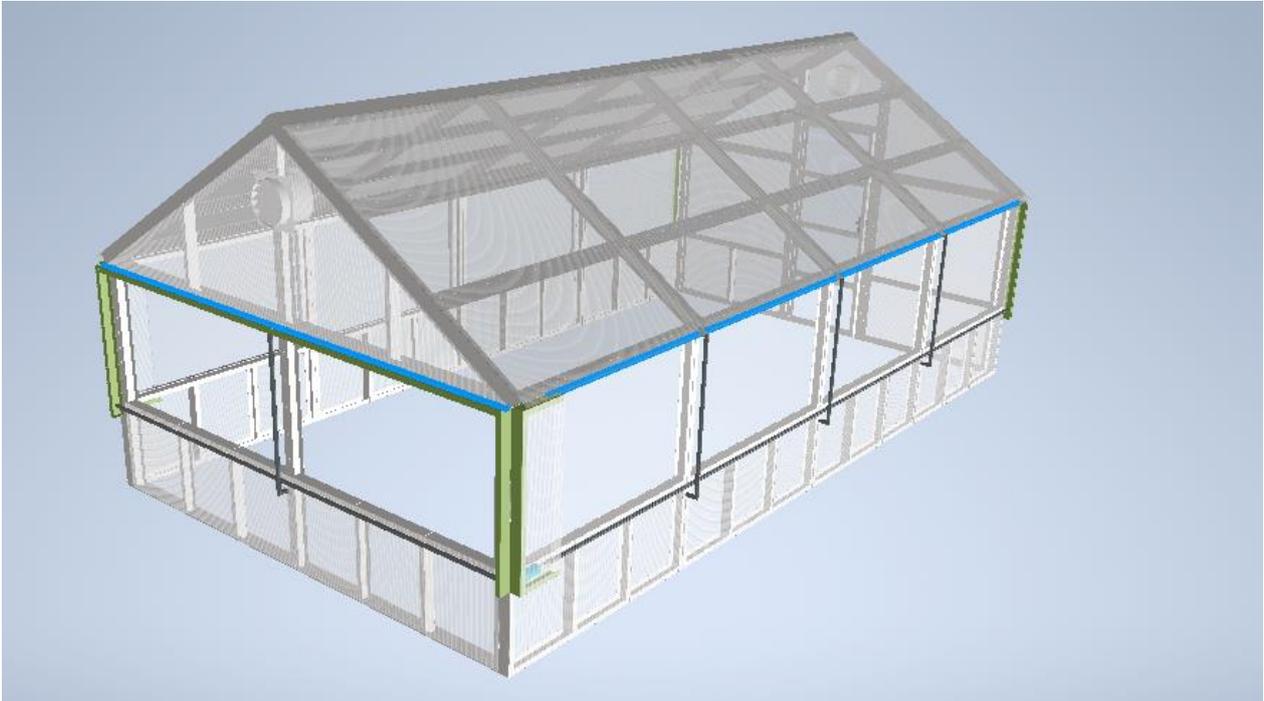
Las guías secundarias cumplen la función de acompañar a todo el sistema de enrollamiento mientras este sube y baja, también evita que el viento flamee al polietileno de las ventanas laterales. La guía "3" además de acompañar, cumple la función de cerrar el espacio que se genera entre el polietileno y la demás estructura.



Perfil de aluminio:

El perfil de aluminio se encarga de sostener todo el peso del mecanismo enrollable para abrir las ventanas, se encuentra ubicado en la parte superior de las aberturas, tiene un sistema simple de colocación del polietileno, el cual no requiere herramientas, esto facilita el remplazo del mismo cuando sea necesario.

Posición de los perfiles de aluminio en la estructura:



Características del Perfil:

Perfil de aluminio (Sujeción polietileno)

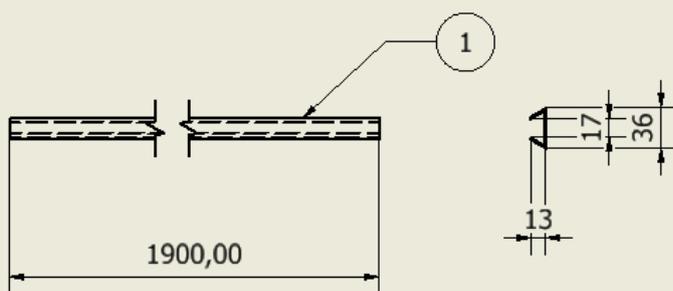


TABLA		
Nº ELEMENTO	ELEMENTO	CANTIDAD
1	Perfil de Aluminio	8

7.5.6. Ventilación Activa:

La ventilación activa estará conformada por dos extractores de aire ubicados en la parte superior del invernadero, tendrá la función de expulsar el aire caliente acumulado en la parte alta cuando sea necesario.

Ubicación de los extractores en la estructura:



Características:

Extractor Aire Emv Semi
Industrial 25 Cm Reversible
Motor Con Rulemanes



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- + Diametro: 25 Cm.
- + Caudal: 1200 m3/hora.
- + Reversible (Extracción / Inyección).
- + Reja de protección interior INCLUIDA.
- + Persiana fija exterior INCLUIDA.
- + Hélice plástica de 4 alabes. Balanceada para evitar vibraciones.
- + Ventajas de esta hélice: Mayor caudal y mas silenciosa que las de aluminio. No se deforman con el paso del tiempo por lo cual mantienen su caudal y alineacion.
- + Motor montado sobre rulemanes - 1400 RPM - 24 V
- + Consumo: 70 W



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 67 de 218

7.6 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control se encarga de controlar los parámetros dentro del invernadero y poder variarlos según las necesidades del invernadero, se detectaron cuáles eran las variables a manejar y de qué forma estas variables iban a ser modificadas.

7.6.1. Variables a controlar:

1. Temperatura del ambiente: La temperatura es uno de los factores de mayor importancia dentro del invernadero, se define una temperatura mínima del invernadero y una temperatura máxima, es decir que existe un rango en el cual será admisible. Cuando la temperatura sale del rango deseado, el sistema de control deberá accionar los elementos correspondientes.
2. Humedad Relativa del ambiente: La humedad relativa depende también de la temperatura del ambiente, para poder modificar la humedad relativa el sistema de control aporta humedad absoluta, es decir aumenta o disminuye la cantidad de agua en el ambiente. También se define un rango de trabajo, es decir una cantidad de humedad mínima y una cantidad de humedad máxima
3. Frecuencia y cantidad de Riego: El riego es una necesidad de cualquier cultivo, el sistema de control se encarga de aportar el riego previamente fijado, la cantidad de agua que se utiliza para el riego es directamente proporcional al tiempo de apertura de la válvula, por lo tanto se controla definiendo este tiempo, y la frecuencia del mismo.
4. Ventilación. El contacto del invernadero con el ambiente exterior es necesario por dos razones, se necesita renovar el aire para mantener los niveles de CO² en valores admisibles para los cultivos, y se necesitan de algunos insectos para la polinización de la mayoría de los cultivos.

Por lo tanto, surge la necesidad de ventilar el invernadero, tomando la precaución de que en el exterior no tengamos temperaturas menores a la mínima, en este caso el invernadero priorizara mantener la temperatura en su interior.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

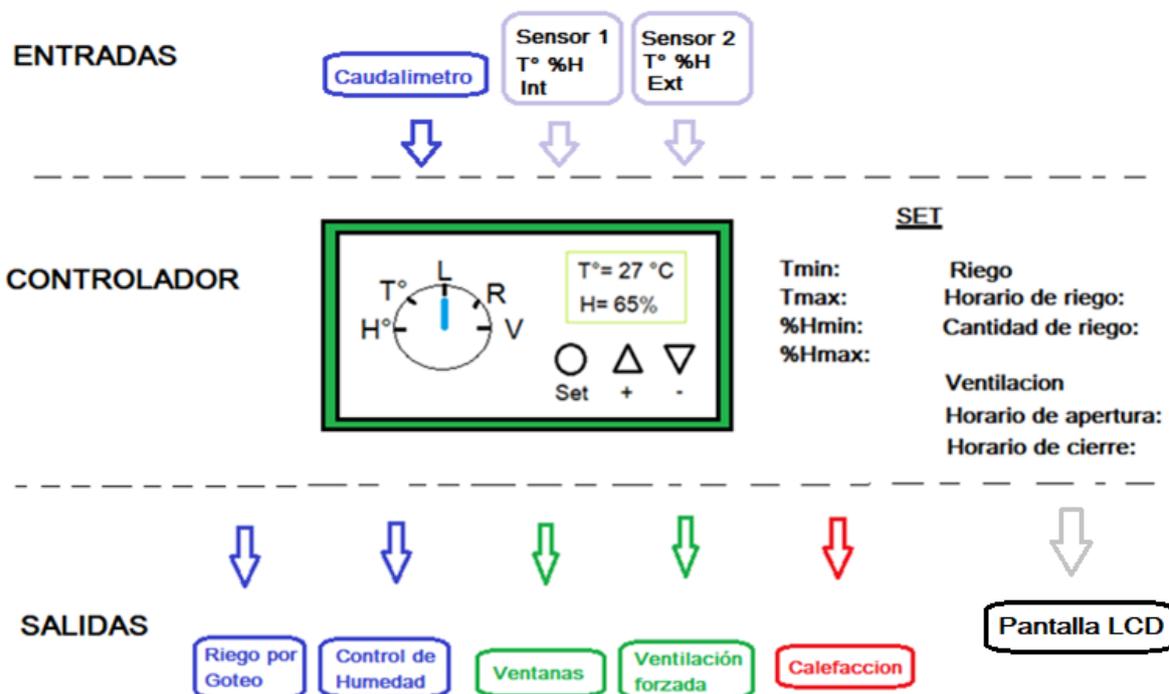
HOJA 68 de 218

El sistema de control estará leyendo los valores de estas variables y realizara distintos accionamientos según los valores que lea, y las ordenes que tenga programado.

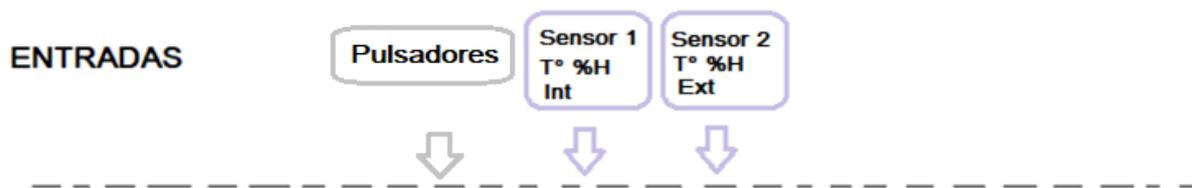
VARIABLES	CONDICIÓN	ACCIONAMIENTO
T°	$< T^{\circ}\text{min}$	Bomba Agua Caliente On
	$> T^{\circ}\text{max}$	Apertura de ventanas Extractor/Ventilador
	$> T^{\circ}\text{max} + 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Apertura de ventanas Extractor/Ventilador Aspersores On
%H	$< H^{\circ}\text{min}$	Aspersores On
	$> H^{\circ}\text{max}$	Apertura de ventanas
Ventilación	Timer set	Apertura de ventanas
Riego por goteo	Timer set	Electro válvula On

Composición del sistema de control

El sistema de control se divide en 3 partes principales; Entradas, Controlador, y salidas. En la siguiente imagen se muestra en forma conceptual la composición de cada una



7.6.2. Entradas



Las entradas en el sistema de control son datos y señales que constantemente la estarán entrando al controlador, se utilizan tanto para conocer el estado de diferentes variables (como temperatura y humedad), y también modificar y establecer valores de accionamiento (como Tmin, Tmax, etc). Nuestro invernadero tendrá las siguientes entradas:

Entradas	Nombre
DHT11-1	SENSOR INT
DHT11-2	SENSOR EXT
DS3231	RTC
Pulsador 1	SET
Pulsador 2	SUBIR
Pulsador 3	BAJAR
Posición 1	SWITCH
Posición 2	
Posición 3	
Posición 4	
Posición 5	
Pulsador 4	VENTANAS
Pulsador 5	EXTRACTORES
Pulsador 6	ASPERSORES
Pulsador 7	RIEGO
Pulsador 8	CALEFACCIÓN

Los sensores aportaran los datos sobre la temperatura y la humedad del interior y exterior del invernadero, a través de señales digitales esta información será recibida por el controlador.

El reloj de tiempo real será un componente que brindara la hora y fecha para accionar las tareas con “modo alarma” es decir que dependan del tiempo y tengan un horario determinado para accionarse.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 70 de 218

Además, cada pulsador tendrá su función específica en la programación del controlador para poder modificar y establecer valores de accionamiento (como Tmin y Tmax, Hmin, Hmax, etc), Se dispondrá de un switch de 5 posiciones, el cual tendrá la función de mandar la señal de su posición al controlador.

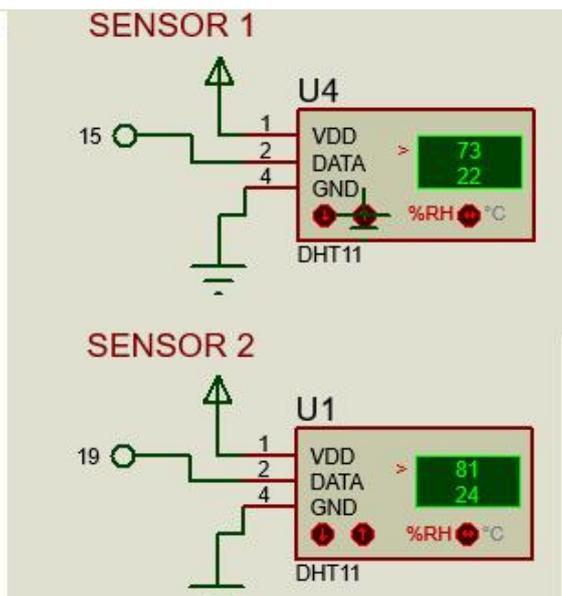
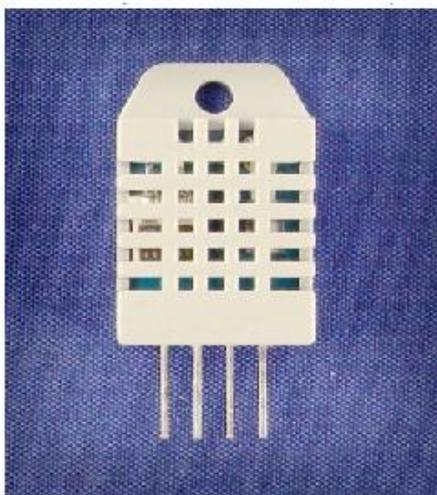
Sensores

El invernadero posee 2 sensores, uno en su interior y otro en el exterior, ambos serán de las mismas características y serán los siguientes:

DHT22: Sensor de humedad y temperatura:

Digital-output relative humidity & temperature sensor/module

DHT22 (DHT22 also named as AM2302)

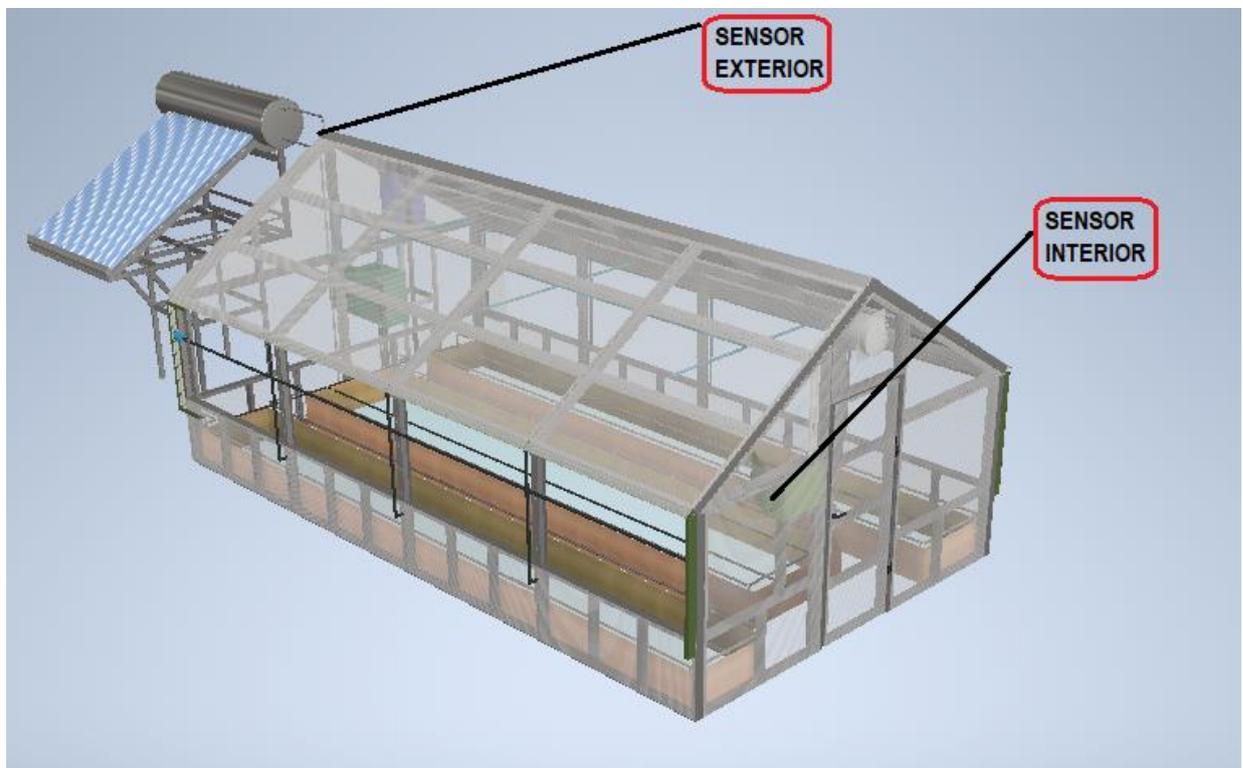


Características

- 1) Medición de temperatura y humedad.
- 2) Señal digital vía single bus 8 bits.
- 3) No necesita componentes extras.
- 4) Transmisión de distancia larga.
- 5) Bajo consumo de energía.
- 6) Rango de temperatura compensado.
- 7) Excelente estabilidad en el tiempo.

Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity +-2%RH(Max +-5%RH); temperature <+-0.5Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity +-1%RH; temperature +-0.2Celsius
Humidity hysteresis	+0.3%RH
Long-term Stability	+0.5%RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm

Ubicación de los Sensores en el invernadero:



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

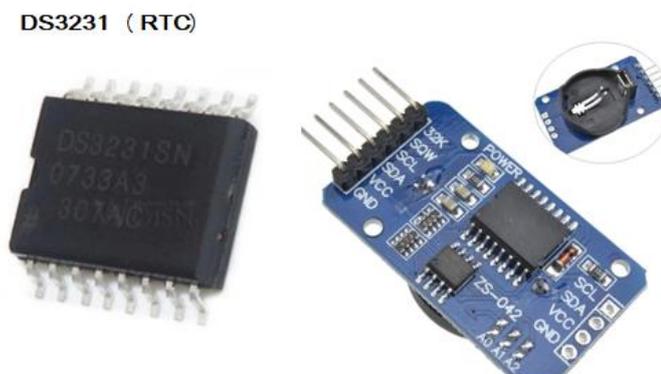
Fecha: 29/08/2022

HOJA 72 de 218

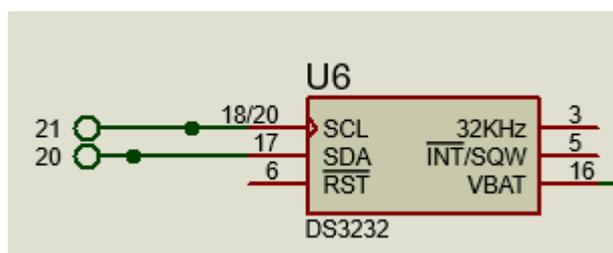
Reloj Tiempo Real

El reloj de tiempo real es un componente electrónico que brindara los datos de entrada de fecha y hora para poder activar los accionamientos programados por tiempo, como lo son la ventilación y el riego por goteo.

Este dispositivo se colocará en nuestra tarjeta electrónica junto a nuestro controlador y nuestros distintos componentes.



Referencia Circuito Electrónico



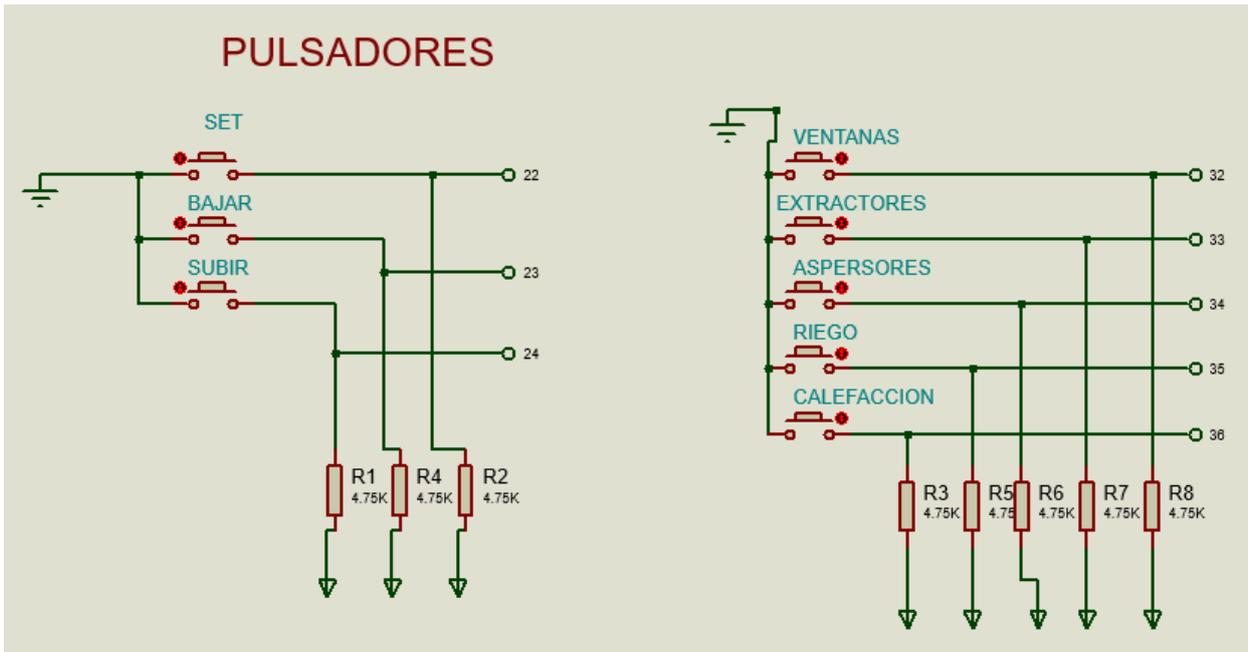
Características de DS3231 Módulo reloj en tiempo real

- 1) Voltaje de alimentación de 3.0 a 5 volts.
- 2) C de alta exactitud, maneja todas las funciones para el mantenimiento de fecha/hora.
- 3) Exactitud de ± 2 ppm operando a una temperatura de 0°C a $+40^{\circ}\text{C}$.
- 4) Módulo cuenta con reloj DS3231 y memoria EEPROM I2C.
- 5) El módulo cuenta con batería de respaldo (incluida).
- 6) Registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año con compensación de años bisiestos hasta 2100.
- 7) DS3231 Incluye sensor de temperatura con exactitud de ± 3 grados centígrados.

Pulsadores

Los pulsadores cumplirán la función de mandar una señal digital al controlador cuando el usuario los pulse, Permitiéndole así darle señales e indicaciones al controlador. Se encuentran conectados a masa y con sus respectivas resistencias de Pull-up, es decir que la señal será “Alta” mientras no estén pulsados, y “Baja” cuando se cierren.

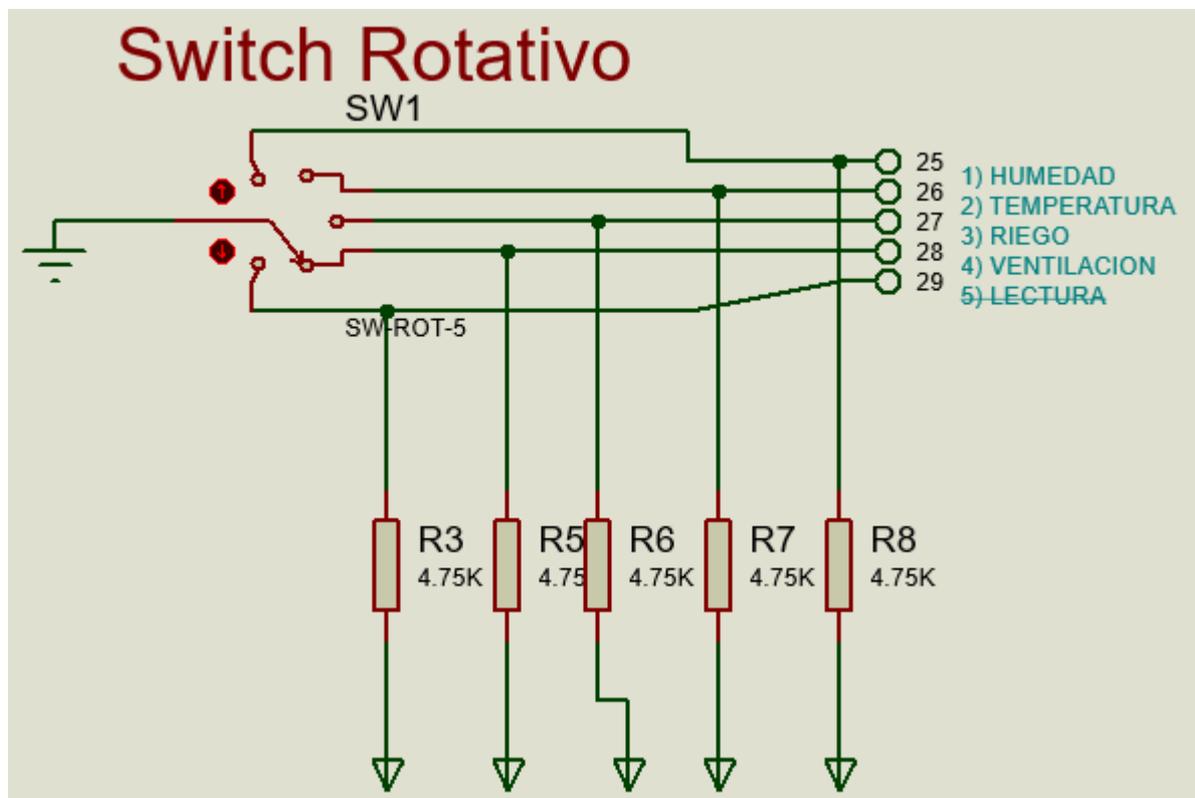
Esquema de pulsadores



En el esquema podemos ver los pulsadores que actúan como Entradas en nuestro sistema de control, en la izquierda los pulsadores de seteo (Set, Subir, Bajar) serán el medio para definir los valores de la variable. En la derecha, los pulsadores (VENTANA, EXTRACTORES, ASPERSORES, RIEGO, CALEFACCIÓN) serán pulsadores que accionarán las salidas de forma directa, es decir cuando sean pulsados, el controlador enviará la señal correspondiente a las salidas.

Selector Rotativo

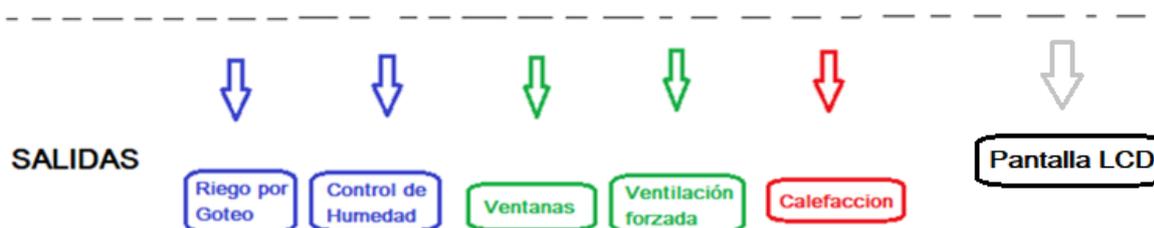
El Switch Rotativo mandará señal a los distintos pines de entradas del controlador dependiendo de la posición en la que el usuario lo coloque, tendrá 5 posiciones distintas cada una para una función específica. Esta señal será interpretada por el controlador, realizando funciones específicas en cada caso.



Las primeras 2 posiciones (1- HUMEDAD y 2 -TEMPERATURA) nos permite definir los valores tanto mínimos como máximos de estas variables en las que el invernadero está en equilibrio, es decir sin accionamientos. La posición 3 y 4(RIEGO y VENTILACION) permite definir los horarios de inicio y fin de estas acciones, dando alarmas de accionamiento al controlador.

7.6.3. SALIDAS

Las salidas de nuestro controlador se encargan de enviar las señales de correspondientes a los distintos sistemas, los cuales se pueden dividir en 5 grupos bien definidos.



Salidas	Elementos de control	Cantidad	Elementos de accionamiento	Cantidad
Ventanas	Relé 5V NO	8	Motor DC	2
Extractores	Relé 5V NO	1	Motor DC	2
Bomba Aspersión	Relé 5V NO	1	Bomba DC	1
Riego	Relé 5V NO	1	Electroválvula	1
Calefacción	Relé 5V NO	1	Bomba DC	1

Elemento de control: “Relé 5V NO”

El Relé es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Por lo tanto, el relé es un interruptor que controla (abre y cierra) los circuitos electromecánicamente. La operación principal de este dispositivo es hacer o interrumpir el contacto con la ayuda de una señal sin intervención humana para encenderlo o apagarlo.

Se utiliza principalmente para controlar un circuito de una potencia mayor utilizando una señal de baja potencia.

:



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

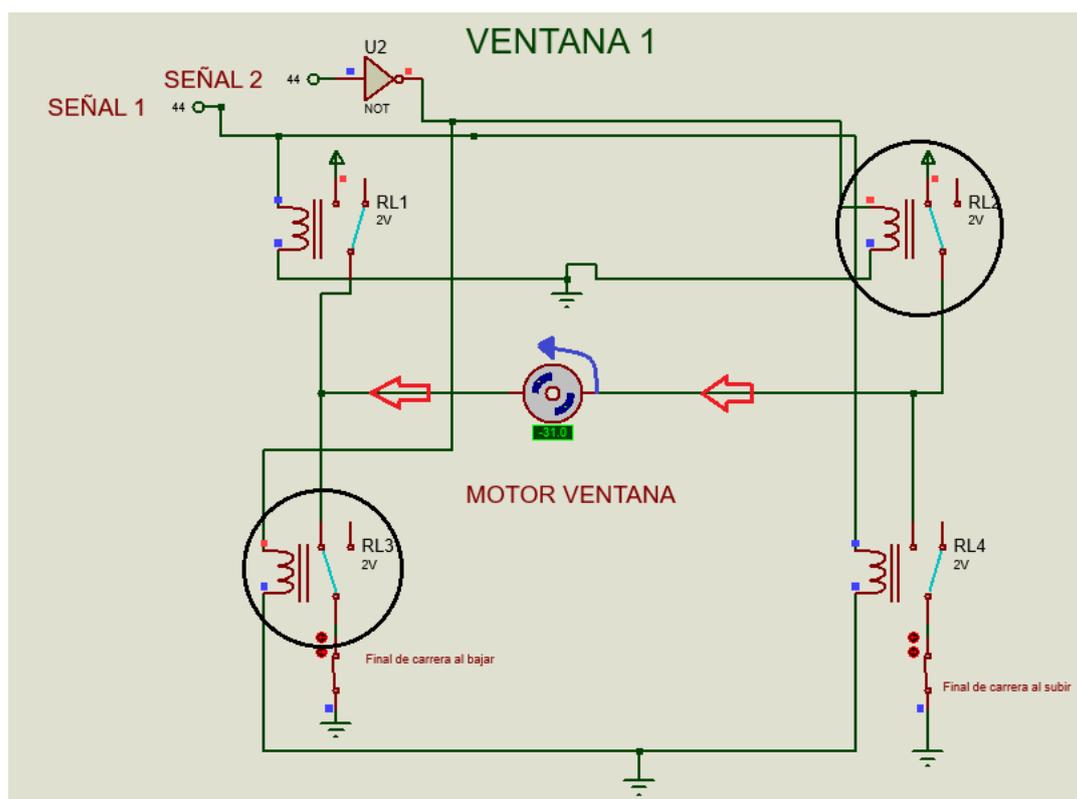
Fecha: 29/08/2022

HOJA 76 de 218

La conexión que se muestra en el esquema anterior consiste en un “puente H”, esta conexión es útil para poder alimentar al motor de corriente directa en ambas direcciones, es decir cambiando el sentido de alimentación del mismo. Cambiando así su sentido de giro, de esta manera podemos abrir o cerrar la ventana.

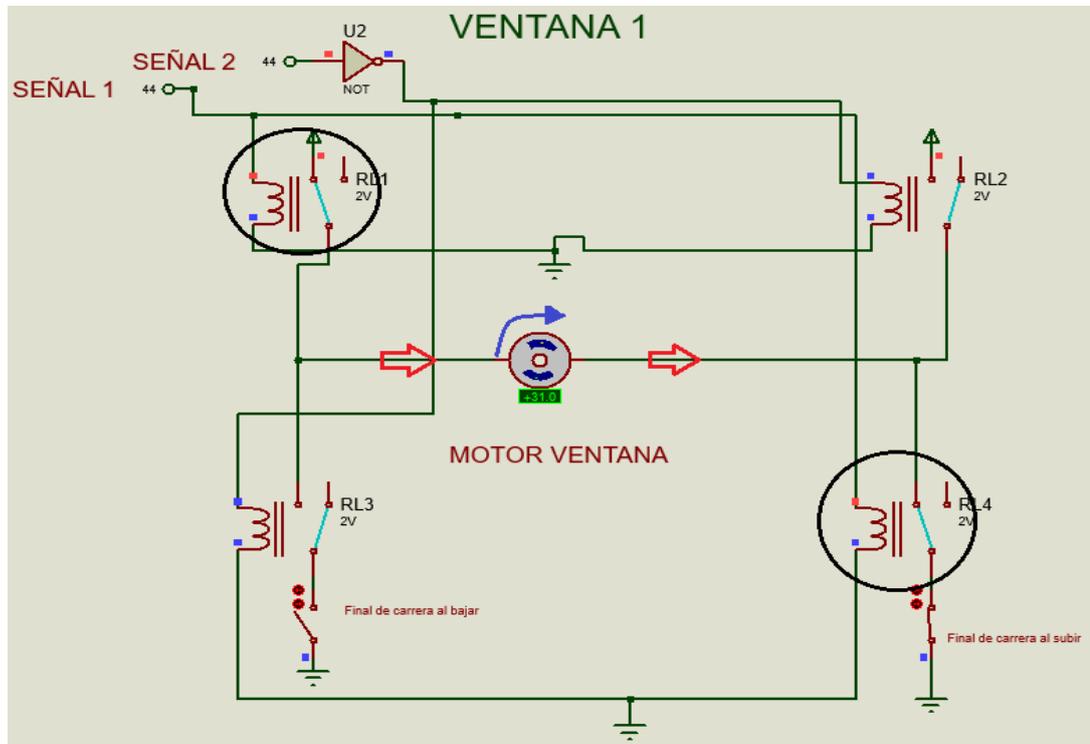
Señal 1 y Señal 2

La señal digital “1” siempre será contraria a la señal “2”, cuando el controlador envíe una señal 1 “baja”, la señal “2” será “Alta” por lo tanto los relés número “2” y “3” se activarán cerrando el circuito y haciendo girar el motor de forma anti horaria, cerrando la ventana.



Cuando la “señal 1” es “alta” la “señal 2” será “Baja” por lo tanto los relés que se activan son el 1 y el 4, haciendo que el motor gire en sentido horario, abriendo la ventana.

 U.T.N. F.R.S.R.	<h2>PROYECTO FINAL</h2>	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 78 de 218

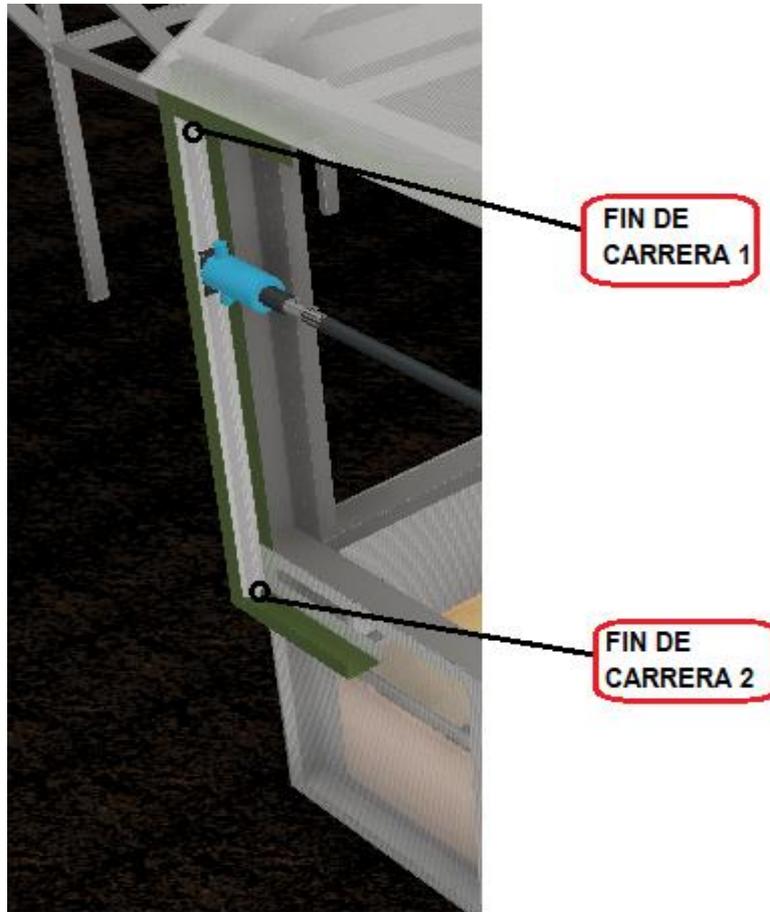


Final de carrera:

Los finales de carrera cumplen la función de abrir el circuito cuando la ventana se encuentra la posición inferior, o superior, para esto utilizamos dos fines de carrera en cada ventana, uno colocado en la parte superior y otro en la parte inferior. Son finales de carrera “NC” es decir que mientras no estén accionados estarán cerrados, cuando estos se accionen el circuito se abre.

Final De Carrera Z-15gw2-b



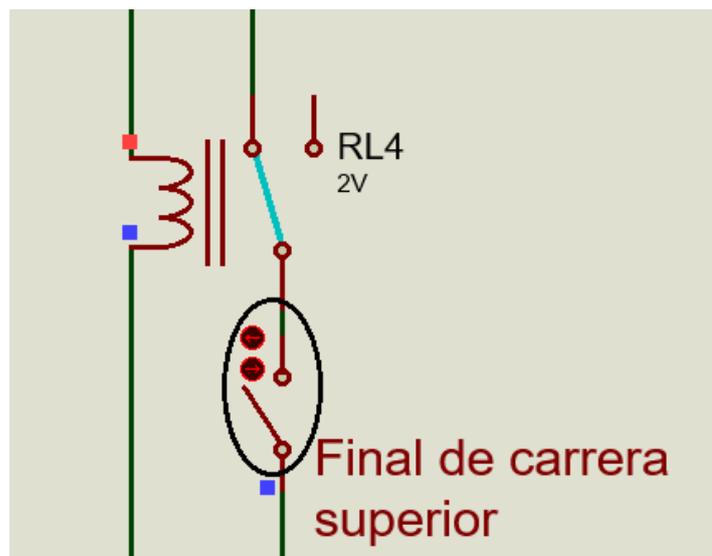
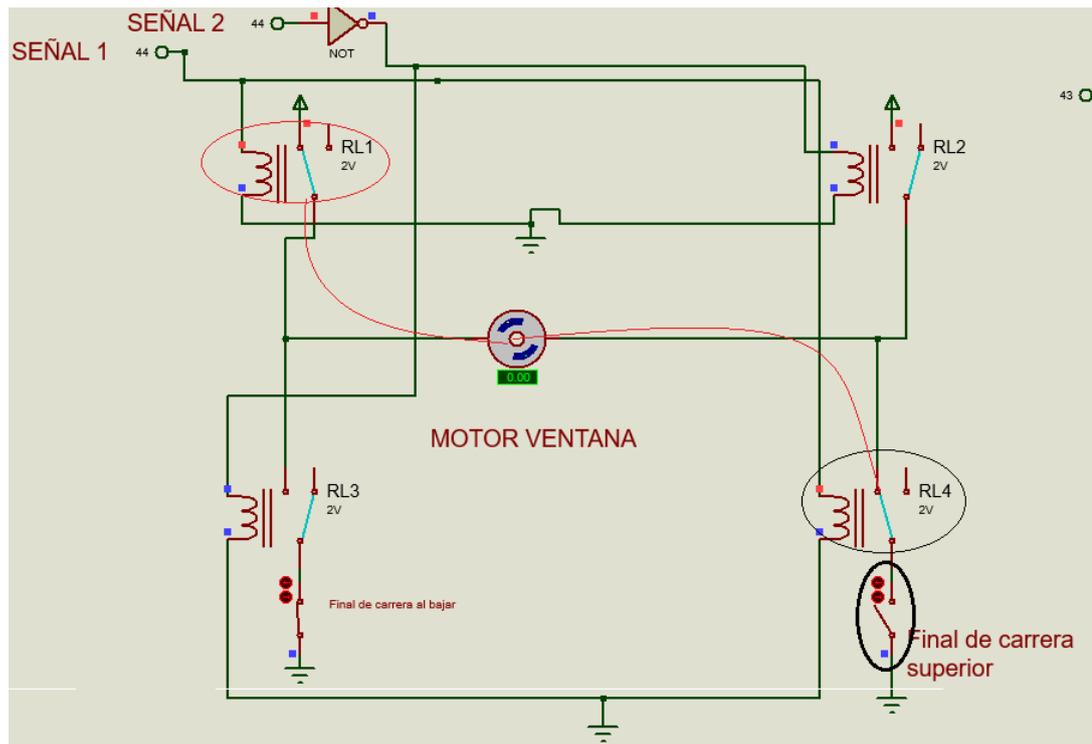


Final de carrera superior:

Este final de carrera se encarga de abrir el circuito cerrado entre los “Relé 1” y “Relé 4” cuando la ventana ha llegado a su punto superior y, gracias a su freno cuando el motor no se encuentra energizado, la ventana no desciende, y se mantiene abierta mientras la “Señal 1” sea “Alta”.

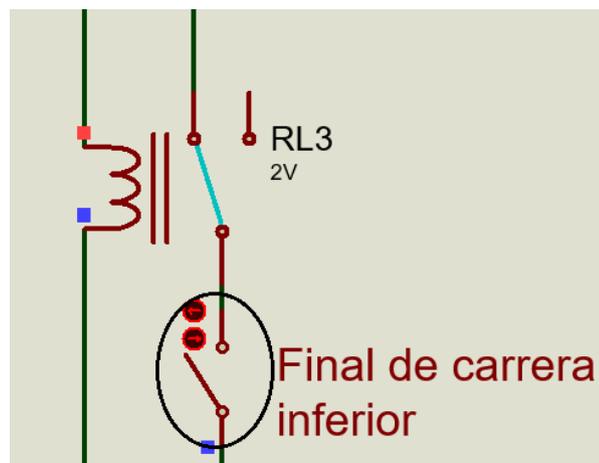
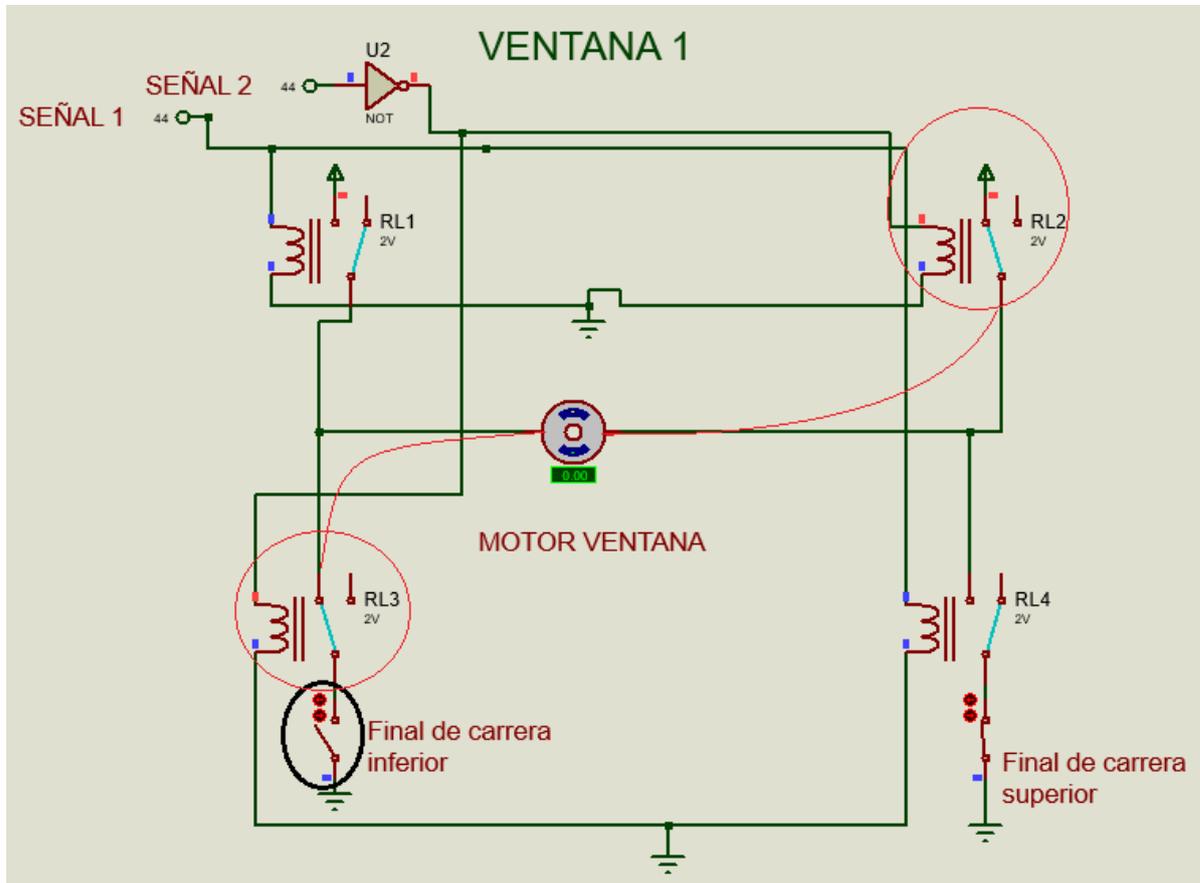
 <p>U.T.N. F.R.S.R.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván</p>
		<p>Ingeniería Electromecánica</p>
		<p>Fecha: 29/08/2022</p>
		<p>HOJA 80 de 218</p>

Posición del final de carrera en el circuito esquemático



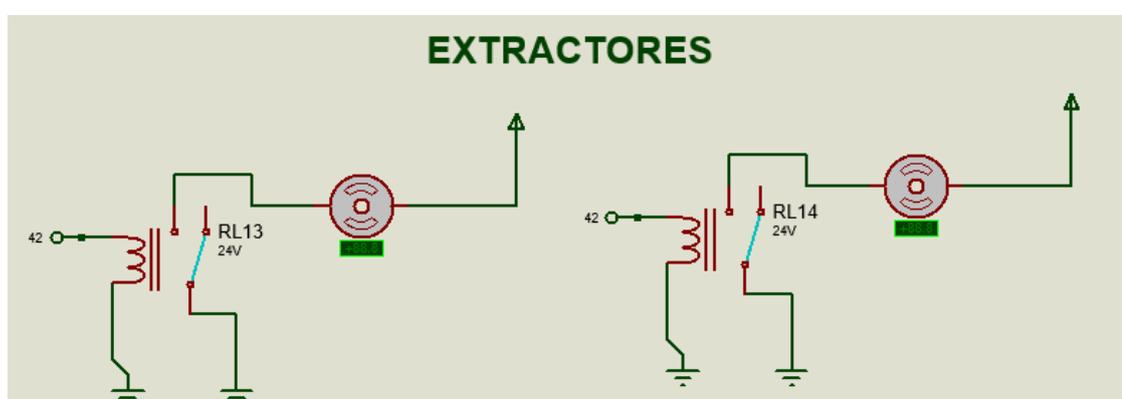
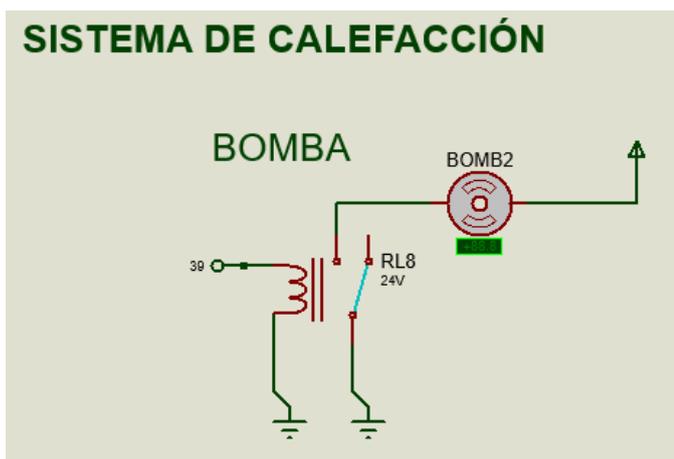
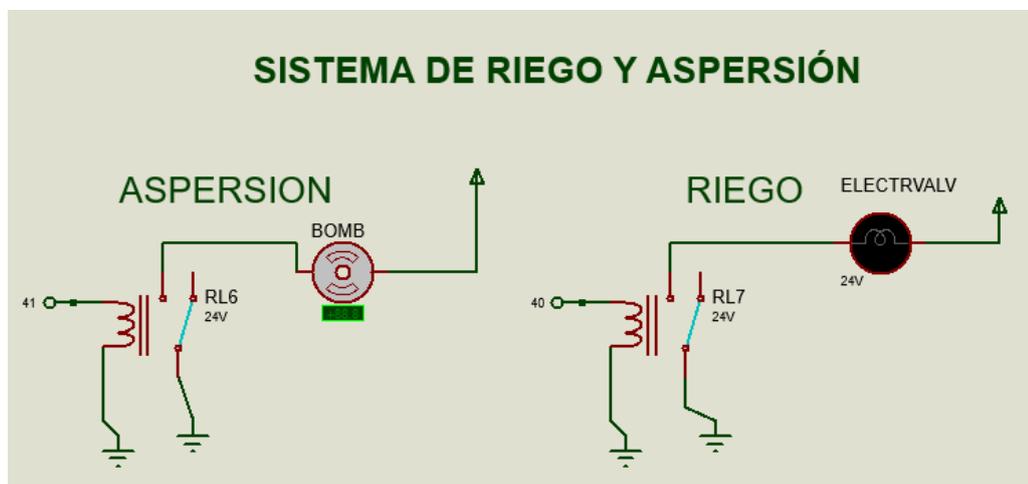
Final de carrera inferior:

El final de carrera inferior abre el circuito formado por los relés número “3” y “2” cuando la “señal 1” proveniente del controlador sea “Baja” la ventana baja hasta llegar al final de carrera que abrirá el circuito y el motor se detiene.



Extractores, Aspersión, Riego, Calefacción

Estas salidas están conectadas a través de Relés individuales al controlador, simplemente trabajan con señales "On-off" es decir que el elemento a accionar puede estar encendido cuando la señal de entrada es "Alta" o apagado cuando la señal es baja.



Pantalla LCD

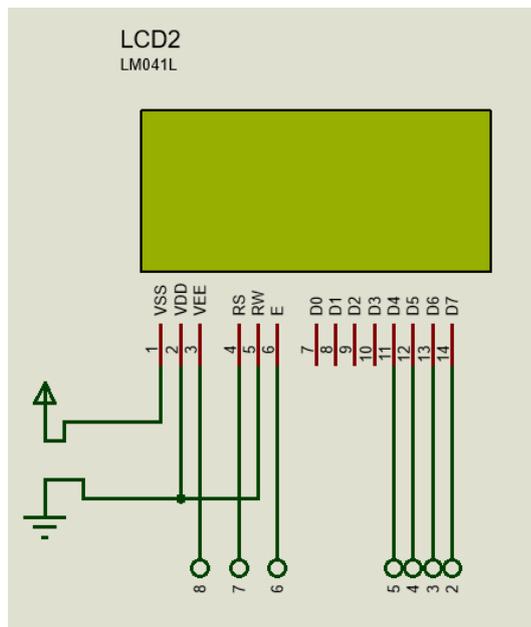
El sistema de control posee una pantalla LCD 16X4 la cual se utiliza para interactuar con el usuario del invernadero, mostrándole la información necesaria que se debe conocer para el establecimiento y el estado en tiempo real de las diferentes variables.

Características



- Display LCD alfanumérico de 20x4.
- Back light tipo LED
- Color azul.
- Caracteres blancos.
- Interfaces paralelas. 5 V.
- Controlador compatible HD44780.

Conexión de pantalla en circuito electrónico



7.6.4. CONTROLADOR

El controlador electrónico, recibe las señales de entrada, las procesa según su lógica de programación y manda señales de salida a los diferentes actuadores, también tendrá una interfaz con la cual el usuario podrá programarlo mediante los pulsadores de entrada de una manera sencilla, modificando valores de las variables.

El micro controlador seleccionado "ATMEGA 2560" se encuentra en el mercado fácilmente, es nuestro componente principal en el control, y posee las siguientes características.

Características ATMEGA 2560:

- 256KB de memoria flash para programación,
- Tamaño de datos RAM: 8KB
- Interfaz: 2-wire, SPI, USART
- Velocidad: 16MHz
- Puertos de entrada/salidas programables: 86
- Temporizadores: 6
- Canales de ADC: 16 canales de 10 bits
- Empaquetado: TQFP-100



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

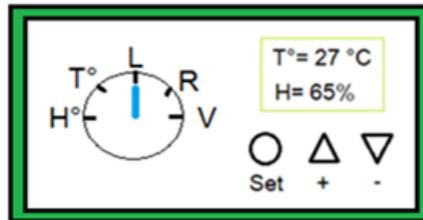
HOJA 85 de 218



Pin Number	Pin Name	Description
10, 31, 61, 80	V _{CC}	IC Supply pins
11, 32, 62, 81, 99	GND	IC ground reference pins
98	A _{REF}	Reference supply for ADC
100	A _{VCC}	Supply pin for analog peripherals
33, 34	XTAL	Crystal oscillator pins
30	\overline{RESET}	Reset pin, active low
2 - 9	PE0 – PE7	GPIO Port E pins
12 – 18, 27	PH0 – PH6, PH7	GPIO Port H pins
19 - 26	PB0 – PB7	GPIO Port B pins
28 – 29, 51 – 52, 70, 1	PG3 – PG4, PG0 – PG1, PG2, PG5	GPIO Port G pins
35 - 42	PL0 – PL7	GPIO Port L pins
43 - 50	PD0 – PD7	GPIO Port D pins
53 - 60	PC0 – PC7	GPIO Port C pins
63 – 69, 79	PJ0 – PJ6, PJ7	GPIO Port J pins
71 - 78	PA7 – PA0	GPIO Port A pins
82 - 89	PK7 – PK0	GPIO Port K pins
90 - 97	PF7 – PF0	GPIO Port F pins

Variables a establecer

CONTROLADOR



SET

Tmin: Riego
 Tmax: Horario de riego:
 %Hmin: Cantidad de riego:
 %Hmax:
 Ventilacion
 Horario de apertura:
 Horario de cierre:

Humedad

Se establecen los valores de Humedad Mínima y Máxima que se desea tener dentro del invernadero, mientras nos encontremos en el rango admisible el controlador no realizara ninguna acción para corregirlos, cuando se salga de los rangos definidos el sistema actuara en consecuencia. Para establecer estos valores el Switch X5 (definido anteriormente en las entradas) se ubicara en la posición 1, y se utilizan los pulsadores “SET”, “SUBIR”, “BAJAR”. Se explica con mayor detalle en “ANEXOS”:



U.T.N.
F.R.S.R.

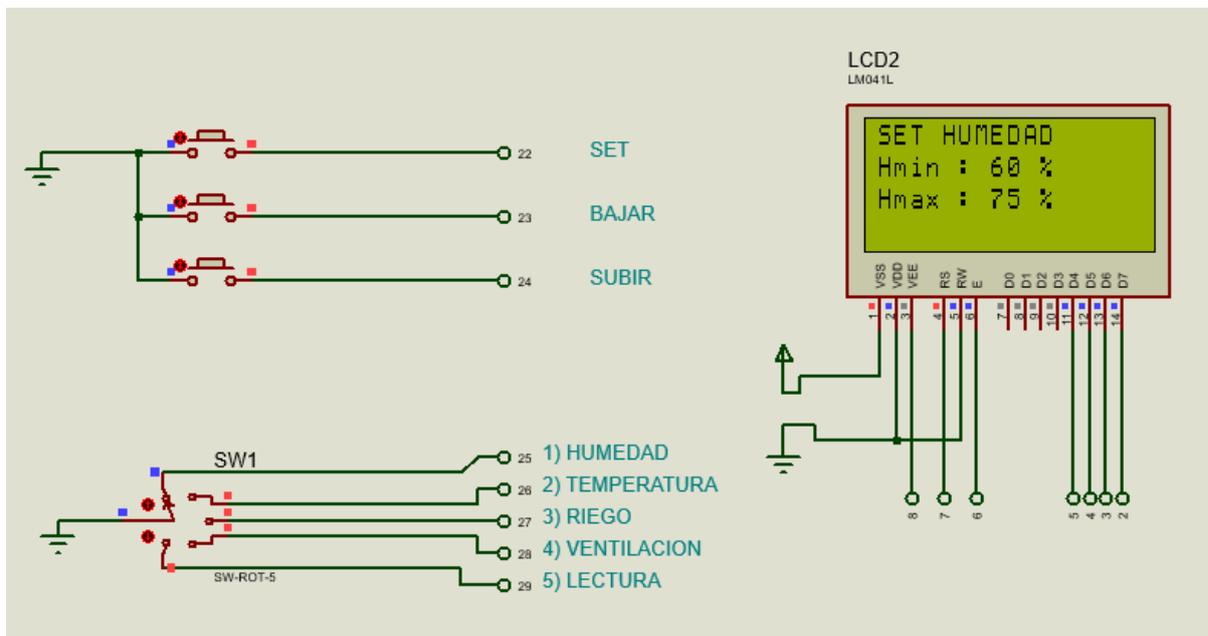
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

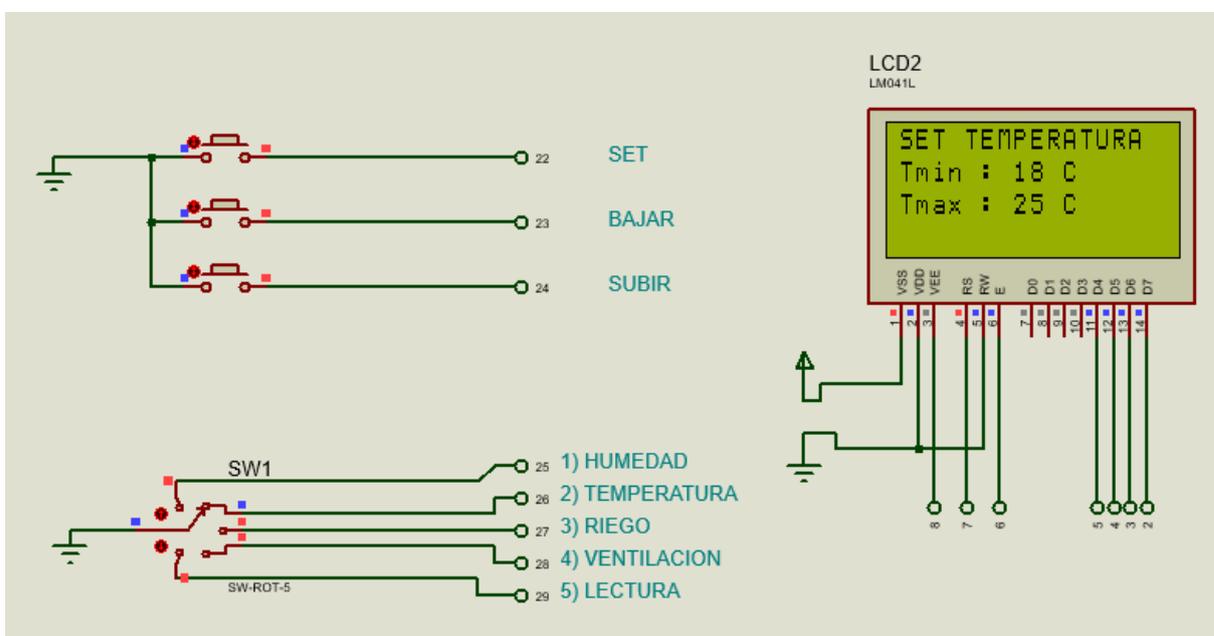
Fecha: 29/08/2022

HOJA 86 de 218



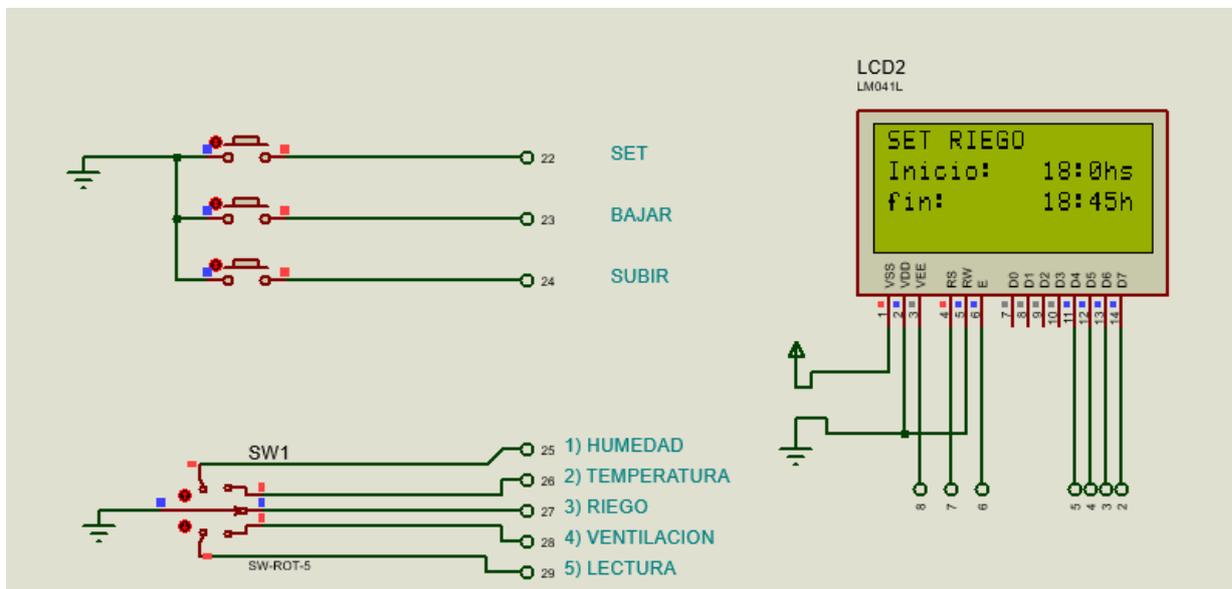
Temperatura

De igual forma que la humedad, se definen los valores Máximos y Mínimos de temperatura, teniendo en cuenta los límites térmicos que el invernadero puede admitir, estos dependerán principalmente de la estación del año y del clima exterior. Para establecer estos valores se ubica el Switch X5 en la posición “2” y se utilizan los mismos pulsadores “SET” “SUBIR” “BAJAR”.



Riego

Cuando el Switch X5 se encuentra en la posición "3" el controlador le permite al usuario establecer el horario de inicio de riego y de fin de riego. La variable "tiempo de riego" es directamente proporcional a la cantidad de agua que se les entrega a los cultivos, esta proporción se explica detalladamente en "ANEXOS, manual de usuario"



Ventilación

Como ya se explicó anteriormente, es necesario que los cultivos tengan contacto con el exterior y que el aire del invernadero se renueve periódicamente para mantener sus valores de CO2 en valores admisibles. En el caso del seteo de la ventilación, una condición necesaria para que se produzca la apertura de las ventanas, es que la temperatura exterior sea mayor a la temperatura mínima fijada, esto prioriza mantener la temperatura del invernáculo. Para su establecimiento se coloca el Switch X5 en la posición 4 y se utilizan los pulsadores "SET" "SUBIR" "BAJAR"



U.T.N.
F.R.S.R.

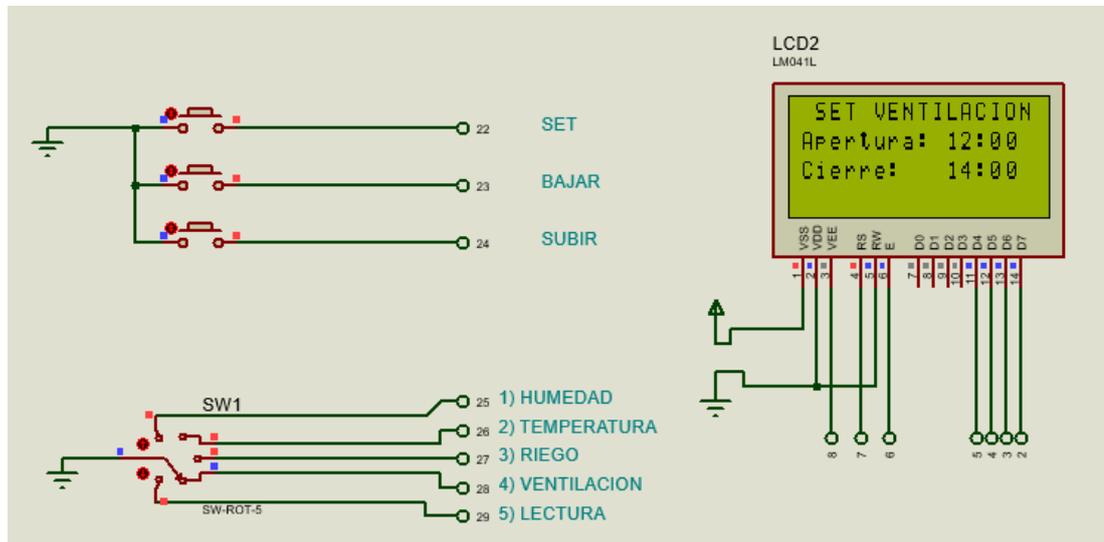
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

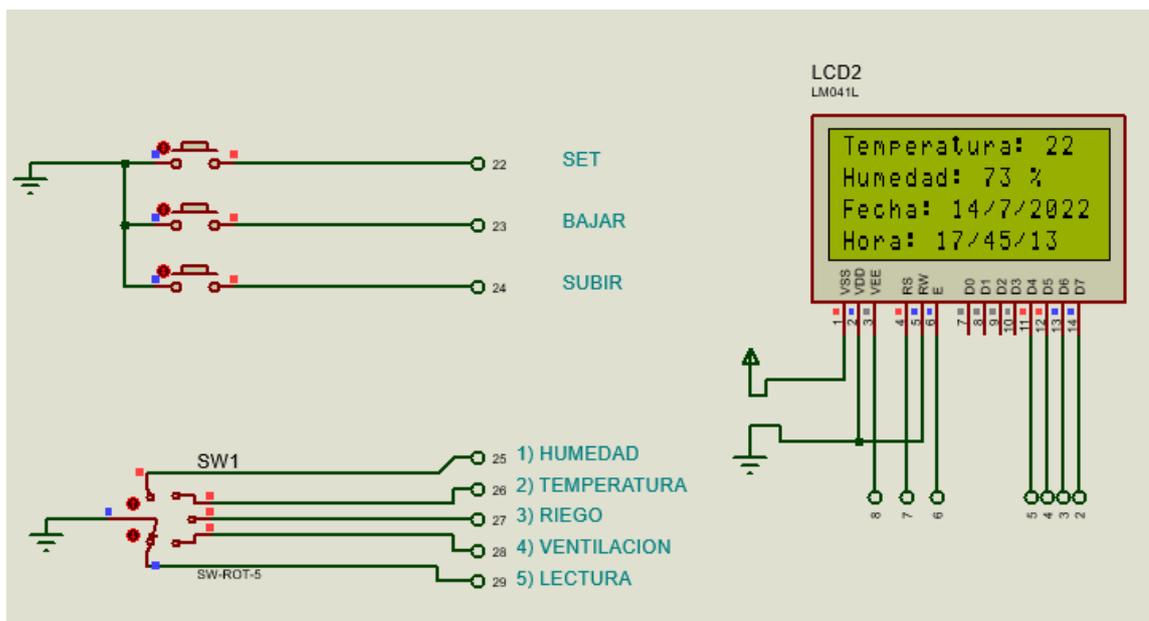
Fecha: 29/08/2022

HOJA 88 de 218



Lectura:

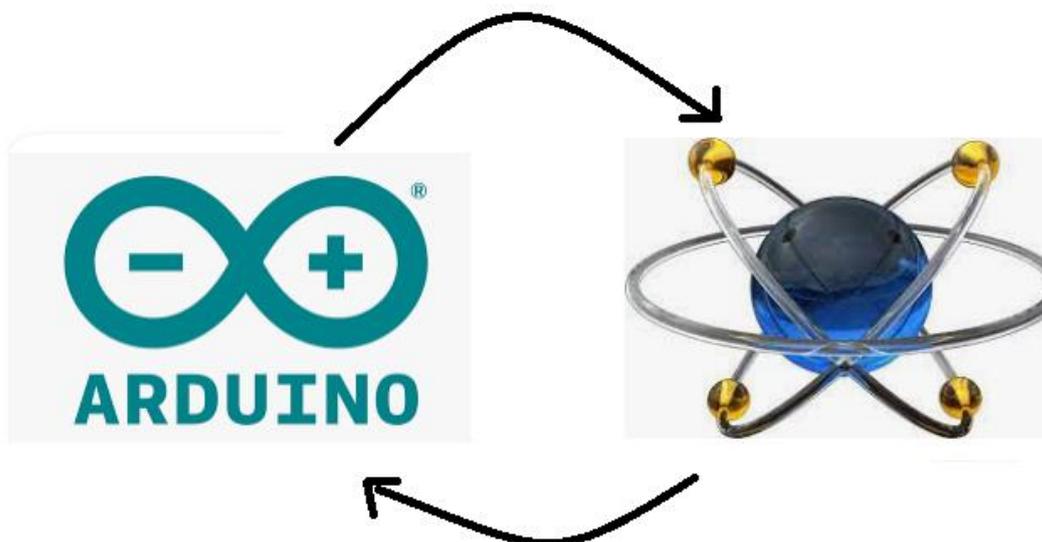
Una vez que el Switch X5 se encuentra en la posición 5 de lectura, la pantalla LCD muestra las condiciones del invernadero en su interior, la fecha y hora. Y estará funcionando con todas las variables anteriormente establecidas.



Programación

Para la programación del micro controlador se utilizó el software libre "Arduino", ya que el código que utiliza (C++) es un código compatible con el mismo, el código se fue generando y probando paralelamente con otro software "Proteus" donde se realizaron todas las conexiones electrónicas necesarias para poder comunicar a nuestras entradas y salidas con el micro controlador. Para estas

pruebas se utilizó en el software una plaqueta de “Arduino MEGA” la cual utiliza también ATMEGA2560. No es la plaqueta definitiva, pero es una forma más sencilla de probar el código en el controlador, descartando otros problemas electrónicos. Luego de estas pruebas se pudo verificar que el micro controlador procesa el código correctamente, las entradas y salidas cumplen su función.



El código de programación y los circuitos creados con Proteus se muestran en “ANEXOS”

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 90 de 218

8 ANÁLISIS FODA:

Fortalezas

- Producto único y diferenciador con materiales durables en el tiempo y con poco mantenimiento.
- Parámetros adaptables a diferentes cultivos y necesidades de usuarios, permitiendo la diversidad de cultivos.
- Instalación a través de módulos lo cual permite crear stock e instalar rápidamente.
- Ahorro de tiempo y preocupaciones al usuario, lo cual lo hace un producto deseado.

Oportunidades

- Abrir un nuevo mercado y aprovechar la actividad creciente sobre el auto cultivo de alimentos y productos orgánicos.
- Gran cantidad de potenciales clientes que cumplen las condiciones técnicas necesarias en la zona.
- Posibilidad de expandir el mercado a otras partes del país.

Debilidades

- Producto y empresa desconocida por el mercado.
- Falta de experiencia en la producción de hortalizas bajo cubierta.
- Inversión inicial alta comparada con los invernaderos convencionales de la zona.

Amenazas

- Que no sea valorado por el mercado y sea remplazado por el mercado indirecto (verdulerías convencionales).
- Poca disponibilidad o variación en el precio de insumos y materiales para su producción.
- Entrada de un nuevo competidor a nuestro mercado con mayor experiencia en invernaderos y técnicas agrarias.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

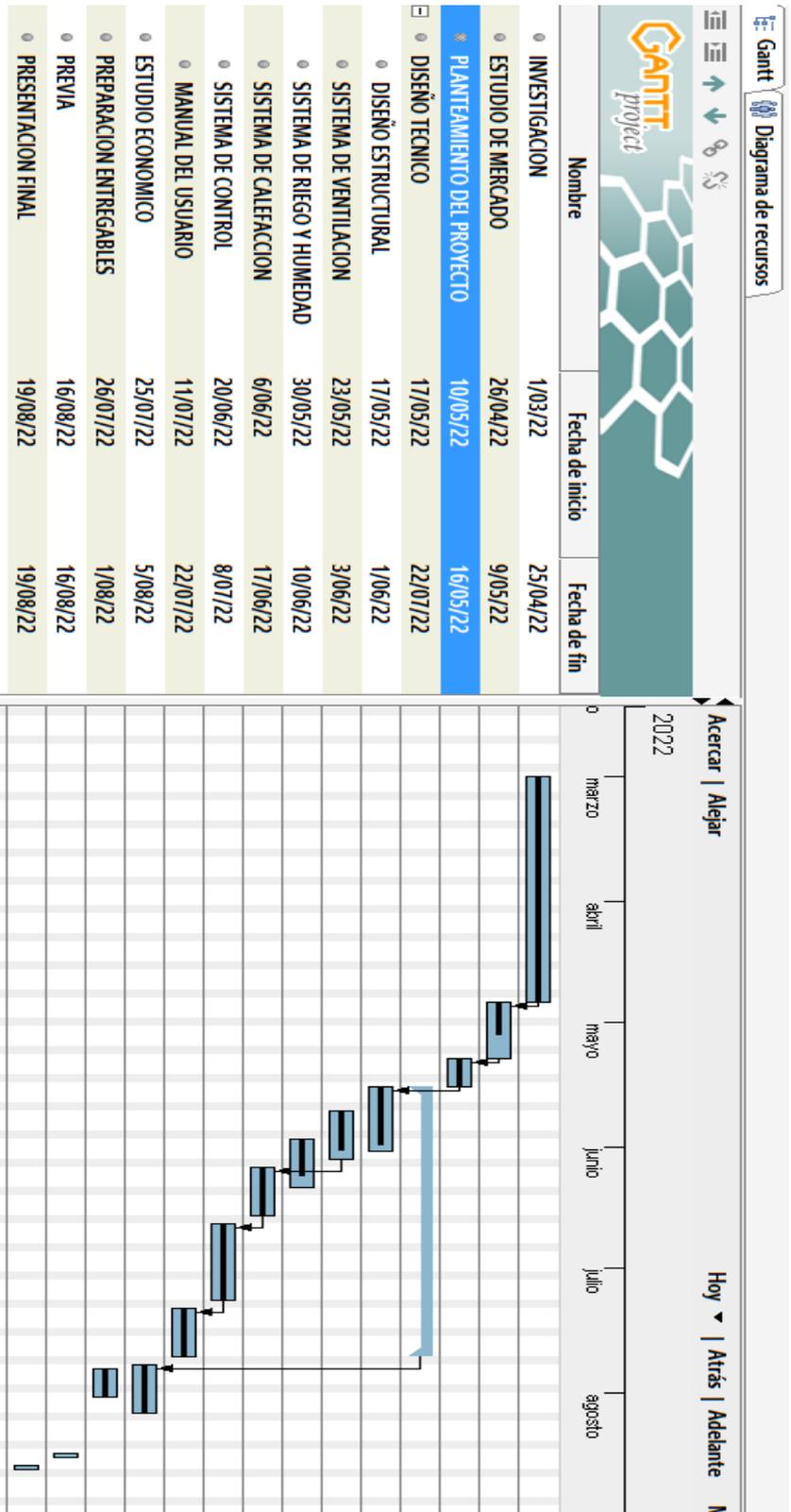
Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 91 de 218

9 DIAGRAMA DE GANTT



10 CONCLUSIÓN:

Concluimos que nuestro diseño de invernadero residencial cumple con los objetivos generales planteados, se logró diseñar y calcular todos los sistemas con el fin de garantizar las óptimas condiciones de los cultivos, logrando de esta forma un producto funcional y eficiente en el uso del agua y energía. El sistema de control diseñado para este producto puede adaptarse fácilmente a otros proyectos lo cual le permite a nuestra empresa ser más versátil en el mercado tomando distintos proyectos y satisfaciendo otros clientes.

La investigación realizada al principio del proyecto en las escuelas del sur mendocino nos aportó información importante sobre el funcionamiento de los invernaderos, sus necesidades técnicas y de mantenimiento. Si bien para poder insertarnos en el mercado se requiere comenzar con un producto distinto, como empresa y nuestra responsabilidad social empresarial se tendrán en cuenta un producto futuro para cubrir sus necesidades específicas.

A nivel económico, al analizar los flujos de fondos tanto del proyecto como del inversor, proyectando la venta de 180 invernaderos en 5 años, se obtienen indicadores económicos (VAN y TIR) optimistas respecto a la implementación del mismo recuperando la inversión inicial en 3 años y medio aproximadamente. El margen de ganancias restante puede ser utilizado para apalancar nuevos proyectos.

Se concluye que el producto es viable técnica y económicamente, es importante que el valor del mismo sea transmitido a los potenciales clientes, para poder ingresar al mercado, la creciente tendencia por el auto cultivo de alimentos y los beneficios del producto "GREENHOUSE 1" dan un buen pronóstico para el proyecto.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 93 de 218

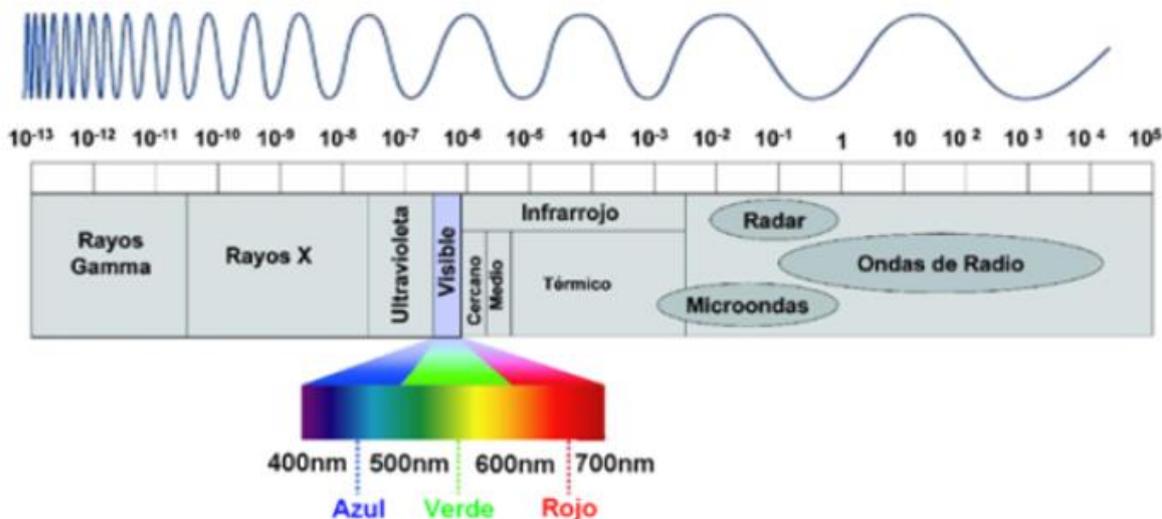
11 ANEXOS

11.1 ANEXO 1: “Parámetros del microclima”.

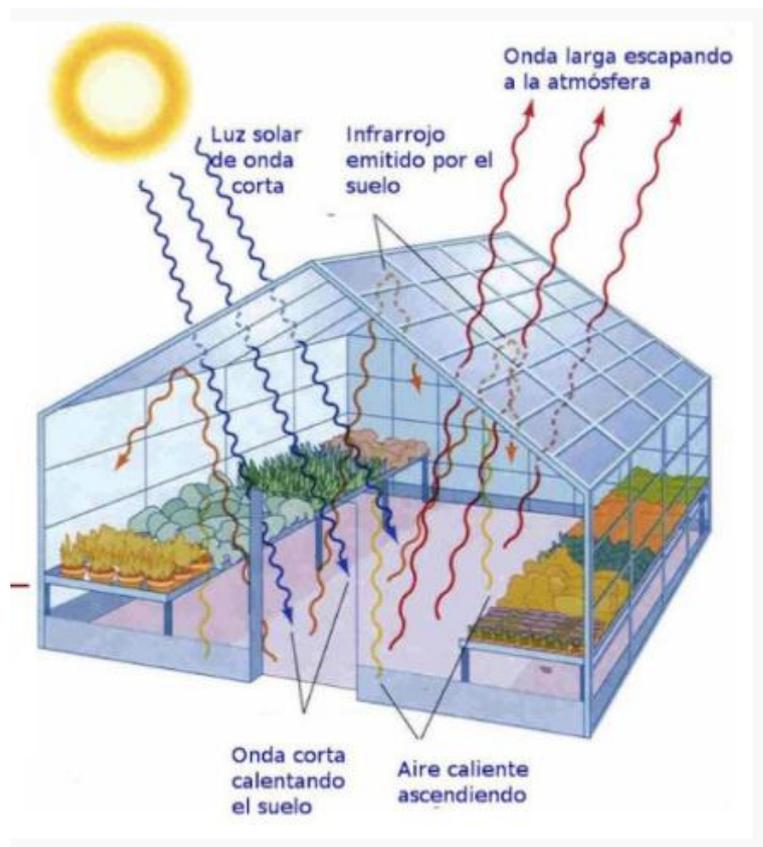
Parámetros que influyen al microclima del invernáculo

1) Radiación

La transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influirá tanto en el balance energético del invernadero, como en la actividad fotosintética del cultivo, pudiendo ser el factor más limitante particularmente en las latitudes mayores a 40°. La radiación solar comprende la radiación ultravioleta (0,300-0,380 nm), visible (0,380-0,760 nm) e infrarroja solar (0,760-2,500 nm). La radiación utilizada por las plantas para los procesos fotosintéticos y consecuentemente sobre el crecimiento del cultivo, es la comprendida entre los 0,400 y 0,700 nm, la que comúnmente se conoce como radiación fotosintéticamente activa (PAR, por su sigla en inglés).



Por otro lado, desde el punto de vista del estudio del balance de energía en el invernadero y las pérdidas de energía nocturna, las cuales establecerán las necesidades de calefacción del mismo, es necesario considerar la radiación de onda larga terrestre, que es también una longitud infrarroja pero con una longitud de onda mayor que la solar, la que comprende el rango 5-40 m. Precisamente, entre estas longitudes de onda se determinan las pérdidas por radiación del invernadero, las que dependen de las propiedades de emisividad y transmisividad del material de cubierta a las mismas (Muñoz y col. 1998). Emisividad es la propiedad del material para emitir una radiación ya absorbida por el mismo y transmisividad es la propiedad del material para dejar pasar la radiación infrarroja o de onda larga terrestre (también comúnmente denominada como “térmica”).



La transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. Aunque los materiales de cobertura comúnmente utilizados en la actualidad produzcan una reducción en la intensidad de la radiación y una modificación en la distribución espectral, deben presentar características que, por un lado, favorezcan la entrada de la radiación incidente y por otro limiten, principalmente durante la noche, la pérdida de la energía térmica acumulada. Por este motivo es imprescindible determinar, la transparencia a la radiación de onda larga (infrarroja o “térmica”) y a la comprendida en el espectro fotosintéticamente activo de los materiales utilizados en los invernaderos en determinadas condiciones climáticas locales.

El conocimiento de las características de la transmisión de la radiación por el material de la cubierta del invernadero es importante en la evaluación de los potenciales beneficios de cada material dado que pequeñas diferencias en la transmisión solar pueden significar importantes efectos en el desarrollo del cultivo. Trabajos realizados en Inglaterra demuestran que el 1% del incremento de la radiación PAR significa un 1% en los rendimientos de tomate (Cockshull, 1988).

La radiación transmitida no solamente depende de las propiedades del material de cubierta sino también de las características de los invernaderos,

fundamentalmente el ángulo del techo, presencia de una ó doble pared), y la orientación de los mismos con respecto a los puntos cardinales.

Considerando materiales de cubierta secos y transparentes, distintos autores, han podido constatar que el comportamiento respecto a la transmitancia de la radiación solar en función del ángulo de incidencia del sol respecto a la cubierta, va sufriendo pequeñas variaciones en torno a la perpendicularidad de la incidencia, y decrecen rápidamente para inclinaciones mayores a 45°. Por otro lado, dependiendo del material de cubierta y del ángulo de incidencia, **la presencia de condensación produce una disminución de la transmitancia entre 5 y 10%.**

En Argentina, el material básico para la mayoría de las cubiertas de invernaderos y túneles, es el polietileno, fundamentalmente con agregados de aditivos que le permiten mayor durabilidad, además de otros que le confieren propiedades térmicas (LDT), siendo los espesores por lo común más empleados son de 100 y 150 μm según la zona.

Además del efecto sobre la ganancia y pérdida de calor, los materiales plásticos inciden directamente en la transmisión de luz dentro del invernadero.

Factores que influyen en los niveles de radiación

La productividad de los cultivos exigentes en luz puede verse limitada si los niveles de radiación no alcanzan valores óptimos. Estos valores dependen de distintos factores, Algunos son los siguientes:

a) Material de cubierta en el invernáculo.

La cubierta del invernadero es un factor de importancia en la construcción del mismo, ya que una cubierta inadecuada en una estructura óptima malogrará todos los beneficios contemplados en la inversión. El primer tema es el tipo de material. Si bien el vidrio posee las mejores propiedades ópticas y térmicas, las estructuras para sostenerlo y el costo total es elevado, lo que hace que el material más utilizado sean los materiales flexibles, y dentro de los mismos en nuestro país lo es el polietileno.

En Argentina, el material básico para la mayoría de las cubiertas de invernaderos y túneles, es el polietileno, fundamentalmente con agregados de aditivos que le permiten mayor durabilidad, además de otros que le confieren propiedades térmicas (LDT), siendo los espesores por lo común más empleados son de 100 y 150 μm según la zona.

Además del efecto sobre la ganancia y pérdida de calor, los materiales plásticos inciden directamente en la transmisión de luz dentro del invernadero.

El diseño y la estructura de invernadero se deben adecuar al tipo de material que se elija como cubierta, ya que éste determinará el peso que deberá soportar la estructura, y por lo tanto, el espacio que deberá haber entre pilares, barras de soporte, correas,



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 96 de 218

distancia entre canal y cumbrera, y forma del techo. Las láminas plásticas flexibles utilizadas como cubiertas de invernadero están basadas principalmente en poliolefinas: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de baja densidad lineal (PEBDL) y copolímeros etilén-vinil acetato (EVA).

En Mendoza Predominan, en un 97,3 %, las láminas flexibles de polietileno; el 2,7 % restante corresponde a materiales rígidos. Los polietilenos larga duración térmico (LDT), son los más utilizados en la provincia (51,6 %), especialmente en el oasis Sur (en el 86 % de los invernaderos de la zona).

Propiedades físico-mecánicas

- Peso: Comparado con el vidrio, las películas de plástico tienen menor peso por unidad de superficie, lo que reduce su exigencia en estructuras y por tanto aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreo de una estructura pesada. Los materiales rígidos además de un peso mayor por superficie se comercializan en menores tamaños (largo x ancho) que los flexibles, con lo cual requieren un mayor número de soportes.

- Densidad: los materiales flexibles que se utilizan para cubiertas son mayormente poliolefínicos, presentando densidades menores a $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. A mayor cristalinidad de los polietilenos, mayor densidad. La flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero dependen de su cristalinidad. Una densidad baja facilita la manipulación y el transporte unido a un menor precio.

- Espesor: Esta propiedad está relacionada con la transmisión de calor por Conducción desde dentro del invernadero hacia el exterior, ya que la conducción depende por un lado del coeficiente de transmisión térmica del material y por otro lado del espesor del mismo. Las unidades de medida se expresan en milímetros para cubiertas de vidrio y plásticos rígidos y micrones para películas flexibles. ($1\text{mm} = 1000\ \mu$). Para proteger el cultivo de las bajas temperaturas se recomiendan películas plásticas de 150μ ó superiores, que contengan EVA y aditivos térmicos.

Propiedades ópticas

Transmisión de la radiación solar. Transmitancia. Es la propiedad de los materiales que permite la mayor o menor facilidad de trasmisión de la radiación solar. Y cuya expresión corresponde a la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior, en unidades porcentuales (%). Los datos técnicos normales con respecto a la transmitancia, corresponden a las mediciones realizadas en condiciones de laboratorio mediante la incidencia de una fuente luminosa situada de manera normal a la película medida. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la transmisión depende a su vez del ángulo de incidencia de la cubierta. La energía solar al



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 97 de 218

interior del invernadero siempre será menor a la que existe fuera de él debido a las propiedades de absorción y reflexión del material de cubierta, la energía solar al interior del invernadero se ve disminuida entre un 5 y un 40%, o incluso superior.

Los plásticos pueden llevar aditivos que dispersen la radiación solar que atraviesa los mismos, y en vez de ingresar radiación directa ésta lo hace en forma difusa, otorgando propiedades deseables en cuanto al comportamiento agronómico pues elimina el efecto de sombra distribuyendo más homogéneamente la luz dentro del invernadero, como así también entre las plantas al disminuir el coeficiente de extinción de la luz en comparación con la luz directa Resulta particularmente de gran importancia en la producción de cultivos hortícolas con alto índice de área foliar, normalmente conducidos con tutores en altura.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 98 de 218

Tabla 6. Cuadro comparativo de las propiedades de distintos tipos de cubiertas de invernaderos.

Características	Unidades	PEBD (Polietileno de Baja Densidad)	EVA (Copolímero etilén-vinil acetato)	PVC ondulado (Policloruro de vinilo)	PMMA (Polimetacrilato de metilo)	Poliéster estratificado	Vidrio
Propiedades físico mecánicas							
Espesor	mm	≥ 0,1	≥ 0,1	1-2	4	1-2	3
Densidad	10 ³ kg m ⁻³	0,91 a 0,92	0,92 a 0,93	1,4	1,18	1,5 a 1,6	2,4
Alargamiento a la rotura	(%)	400-500	650-900	50-100	Escasa	escasa	Nula
Propiedades térmicas							
Coefficiente de conductividad térmica	W. m ⁻¹ .K ⁻¹	0,29	0,35 a 0,41	0,15	0,16 a 0,17	0,17 a 0,23	0,7 a 0,9
Resistencia al frío y calor	°C	-40 a +50	-40 a +70	-20 a +70	-70 a +80	-70 a +100	Muy elevada
Duración	años	2	3	> 3	> 3	> 3	Muy elevada
Propiedades ópticas							
Índice de refracción		1,512	1,538	-	1,489	1,549	1,516
Transmisión radiación visible (380 a 760 nm)	%	70-85	70-85	77-80	85-93	70-80	87-90
Transmisión radiación solar (300 a 2.500 nm)	%	80	80	75	73	60 a 70	85
Transmisión radiación terrestre (5.000 a 25.000 nm)	%	73	60	0,00	0,00	0,00	0,00

(Fuente: Robledo y Martín. 1981; Serrano Cermeño. 2011)



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 99 de 218

b) La geometría de la cubierta del invernadero

Si bien en cada región productiva se encuentran diferentes tipos de invernaderos, desde aquellos con techos a dos aguas hasta los de techos redondeados, la forma general de los mismos se encuentra dentro de nueve tipos diferentes.

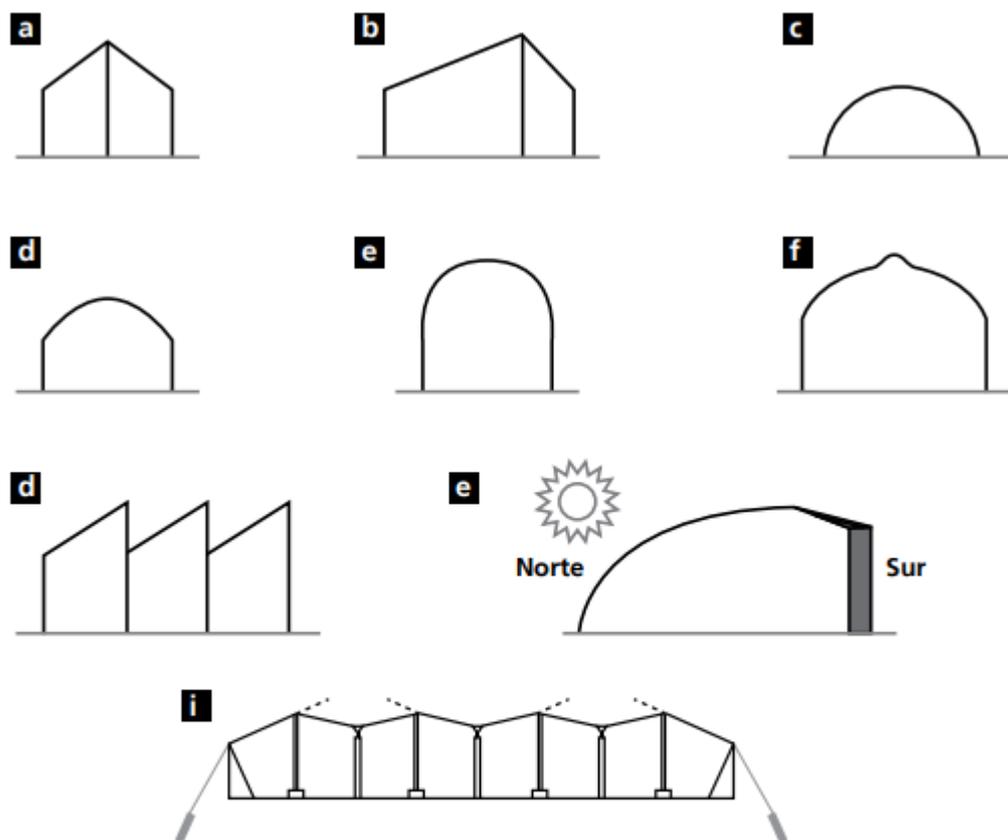


Figura 1. Formas de invernaderos. a) Techos planos simétricos a dos aguas, b) Techos planos asimétricos, c) Arco redondeado o macrotúnel, d) Arco rebajado, e) Semicilíndrico, f) Arco en punta o Gótico, g) Diente de sierra, h) Medio arco con pared de mampostería, i) Raspa y amagado.

Mediciones realizadas en distintas situaciones demuestran que los techos curvos transmiten mayor cantidad de luz que los planos, y que en éstos últimos, la pendiente influye notablemente.

El otro punto en discusión sobre la forma y los ángulos del techo tienen que ver con la superficie expuesta. Hay que tener en cuenta que para el balance de energía de un invernadero se debe considerar tanto el período diurno como el nocturno. Este balance determina que la transferencia de calor ocurre de afuera hacia adentro en el día y al

contrario en la noche. Cuando se tiene superficies curvas en el techo, aumenta el área de transferencia hacia fuera en la noche. Por esta razón se debe analizar también el techo como superficie expuesta. Y esto también tiene que ver con respecto al ángulo de inclinación de los techos rectos, los cuales no deberían ser excesivos para evitar esas transferencias de calor.

Un 60 % de los invernaderos en Mendoza con cultivos hortícolas son estructuras metálicas con techo curvo. Lo que indica que el aumento de la superficie bajo cubierta de hortalizas desde fines de los años '90 se ha producido con estructuras con mejores posibilidades de control del clima que las utilizadas en 1995 (predominantemente parral y capilla de madera).

Tabla 48. Tipos de invernaderos según cultivo en la provincia de Mendoza (2007/08). Superficie total cubierta y número de estructuras en la provincia. Porcentaje respecto al total del cultivo. Superficie media por invernadero (m²).

Cultivo	Tipo de invernadero	Superficie cub. (M ²)	%	Número de estructuras	%	Superficie Media (m ²)
Hortalizas	Techo curvo (tc)	116.067	40,43	92	59,86	1.262
	Diente de sierra (ds)	100.000	34,84	10	6,51	10.000
	Parral (pa)	35.960	12,53	7	4,68	5.000
	Capilla (ca)	31.234	10,88	33	21,15	961
	Macrotunel (mt)	3.796	1,32	12	7,81	316
	Total hortalizas	287.056	100	154	100	1.861
Flores y ornamentales	Capilla (ca)	107.168	46,85	92	44,32	1.165
	Macrotunel (mt)	63.837	27,91	59	28,42	1.082
	Techo curvo (tc)	31.695	13,86	47	22,64	674
	Parral (pa)	25.406	11,11	7	3,18	3.852
	Otros (o)	623	0,27	3	1,45	208
	Total flores y ornamentales	228.729	100	208	100	1.107
Viveros	Techo curvo (tc)	126.832	76,45	80	42,78	1.585
	Macrotunel (mt)	21.377	12,89	86	45,99	249
	Capilla (ca)	17.691	10,66	21	11,23	842
	Total viveros	165.900	100	187	100	887



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 101 de 218

c) La orientación del invernadero (este-oeste, norte-sur)

En general, independientemente de la zona y tipo de estructura, la orientación predominante de los invernaderos es N-S; el 85 % en el oasis Norte, el 70 % en el oasis Sur y el 100 % en el Valle de Uco. Esta orientación se adapta bien, especialmente para las estructuras con ventilación cenital, tanto en relación a dirección de los vientos predominantes en verano en los oasis Norte y Sur (que soplan con mayor frecuencia desde el E, perpendicular al eje mayor del invernadero); como también, en relación a los vientos con intensidad extrema (N ó S), exponiendo una menor superficie a la dirección de las ráfagas. A su vez la orientación N-S, produce en invierno un menor sombreado entre las naves. Por otra parte, en el caso de cultivos tutorados de gran desarrollo como tomate y pimiento, favorece la distribución homogénea interna de la luz por ser menor el sombreado entre las hileras.

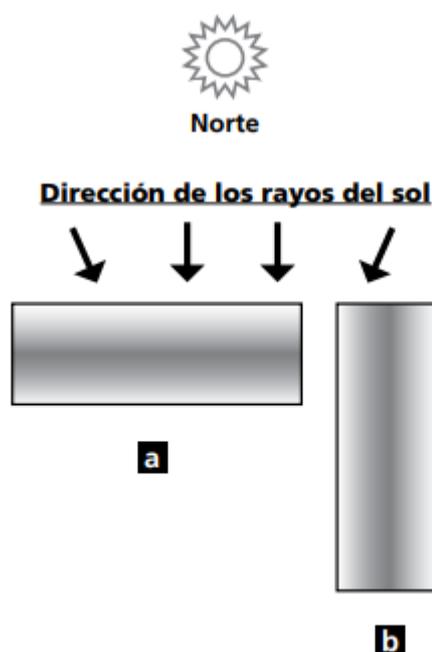


Figura 2. A, invernadero de orientación E-O y B, invernadero de orientación N-S.

d) La nubosidad que determina la proporción de radiación directa y difusa.

La ubicación del invernáculo en el mundo determinara el clima al cual estará expuesto, cuantos días de nubosidad tendrá aproximadamente y si su funcionamiento será el correcto, ya que la cantidad de radiación solar que llega al invernáculo es uno de los factores principales para el crecimiento de los cultivos.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.8	23.3	20	15.8	11.5	8.4	7.6	9.9	13.2	17.1	20.6	23.4
Temperatura mín. (°C)	19	18	15.2	11.2	7.3	3.6	2.6	4.3	7.2	11	14.3	17.4
Temperatura máx. (°C)	30.3	28.6	25.1	20.7	16.3	14.2	13.6	16.3	19.7	23.3	26.7	29.2
Precipitación (mm)	53	52	63	44	33	23	21	27	30	48	48	50
Humedad(%)	44%	49%	60%	62%	66%	63%	59%	55%	48%	46%	41%	40%
Días lluviosos (días)	5	6	5	5	5	3	3	3	4	5	5	5
Horas de sol (horas)	11.8	10.5	9.1	7.9	6.9	7.5	8.0	8.5	9.3	10.0	11.4	12.1

Datos Historicos promedio de la ciudad de Mendoza. Fuente:" Climate data org"

Mendoza con su clima árido- semi árido, con pocos días de lluvia y de baja nubosidad garantiza buena cantidad de radiación para los invernáculos.

e) La posición del sol en el cielo (dependiendo de la fecha, hora y latitud),

Mendoza se caracteriza por recibir buena cantidad de radiación solar, debido a estar en una latitud entre los 32° y 37°, esta Latitud garantiza horas de sol suficientes durante todo el año. Se calculan que en Mendoza hay unas 3000 horas de luz al año. Teniendo su pico de luz solar en la temporada de verano.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 103 de 218

f) Protección anti granizo, y objetos que den sombra.

La protección para el granizo es necesaria considerarla en la zona de Mendoza, sobre todo en el oasis sur ya que es un evento climático que ocurre regularmente. La forma más típica de proteger los invernáculos contra el granizo es utilizar tela antigranizo, la misma provocará una sombra que reducirá la radiación que ingresa.

Es necesario que cuando se diseñe esta protección se tenga en cuenta realizarlo de tal forma que la sombra sea la menor posible. También es de mucha importancia tener en cuenta los objetos alrededor del invernáculo para que no generen sombra sobre el mismo en ningún momento del día y del año.



"Proteccion para el granizo realizada con tela"

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 104 de 218

2) Temperatura

La temperatura es un factor determinante de la actividad metabólica y el crecimiento y desarrollo de las plantas. En invernaderos no automatizados es difícil lograr mantener los valores de temperatura dentro de los rangos óptimos para cada cultivo, por lo cual los procesos de crecimiento pueden ralentizarse y comprometer los niveles y calidad de la producción. Por otro lado, los cambios bruscos de temperatura también producen cambios similares en los procesos metabólicos lo cual también compromete la productividad

La distribución de la temperatura dentro del invernadero es uno de los factores que inciden sobre la uniformidad del cultivo. Existen estudios que han determinado la relación de la temperatura y los procesos metabólicos, de crecimiento y fructificación del fruto, estudiaron la variación vertical de la temperatura y humedad en invernaderos ventilados naturalmente. Los autores observaron gradientes verticales de temperatura y humedad que se relacionaron a la edad del cultivo y apertura de las ventanas (cenitales y laterales), siendo más notorio cuando el cultivo estuvo más desarrollado. Algunas experiencias han permitieron determinar que la temperatura media diurna superior a 26- 28°C influyó negativamente sobre la formación del grano de polen, impidiendo el normal desarrollo de los frutos, obteniéndose un incremento en la proporción de frutos partenocárpicos.

Distintos autores estudiaron la influencia de ambos factores, radiación y temperatura, sobre la tasa de crecimiento de frutos jóvenes de tomate. Los autores determinaron que la expansión del fruto estaba fundamentalmente relacionada al incremento de temperatura mientras que la radiación se relacionaba con procesos de fotosíntesis y disponibilidad de foto asimilados. Por otro lado, en este mismo trabajo, la tasa de crecimiento del fruto disminuyó cuando la radiación integral diaria fue menor a $6 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ de radiación fotosintéticamente activa.

Requerimientos térmicos para los principales cultivos hortícolas

En las plantas, los procesos fisiológicos están íntimamente ligados con la temperatura. Si la temperatura ambiente está por encima o por debajo de los valores determinados como óptimos para cada especie se afecta la floración, fructificación, y su desarrollo, lo que se traduce en los cultivos con una menor producción. Cuando estos valores de temperatura son extremos a los cardinales mínimos y máximo puede incluso producir muerte de la planta. En la tabla 1 se presentan los valores de las temperaturas óptimas durante el día y la noche. Estos valores son orientativos ya que pueden variar dentro de las especies, e incluso con las variedades

La estructura de invernadero que se adopte para cada región debe permitir condiciones adecuadas para los cultivos. Si se trata de cultivos de fruto (tomate, pimiento), será necesario controlar tanto las bajas como las altas temperaturas. En tal caso el diseño de la estructura deberá considerar dimensiones que permitan optimizar el empleo de la



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 105 de 218

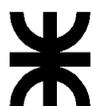
energía acumulada durante el día que nos permiten disminuir el gasto de calefacción y también habrá que diseñar aberturas suficientes como para permitir una buena ventilación durante las horas de calor.

Las hortalizas de fruto se ven altamente afectadas por las temperaturas extremas. Las temperaturas superiores a los 35 °C impactan negativamente sobre el desarrollo de los óvulos fecundados y, por ende, afectan el crecimiento de los frutos. Por otro lado, las temperaturas inferiores a 12 °C afectan adversamente el crecimiento de la planta. Las temperaturas son especialmente críticas durante el período de floración, ya que por encima de los 25 °C o por debajo de los 12 °C la fecundación no se produce. Durante la fructificación las temperaturas inciden sobre el desarrollo de los frutos, acelerándose la maduración a medida que se incrementan las mismas. En tomate, la calidad de los frutos puede ser afectada con temperaturas extremas ya que por encima de los 30 °C, o por debajo de los 10 °C, los frutos adquieren tonalidades amarillentas

Tabla 1. Valores óptimos de temperatura para diferentes cultivos.

Especie	T óptima nocturna (°C)	T óptima diurna (°C)
Tomate	13-16	22-26
Pepino	18-20	24-18
Melón	18-21	24-30
Calabaza	15-18	24-30
Chaucha	16-18	21-28
Pimiento	16-18	22-28
Berenjena	15-18	22-26
Lechuga	10-15	15-20

A su vez, los diferentes estadios ontogénicos de desarrollo de los cultivos presentan requerimientos de temperatura diferentes (tabla 2). Estos valores de temperaturas pueden ser útiles como orientación para los cálculos de calefacción, y en los invernaderos de mayor tecnología, incluso pueden ser útiles para evaluar alternativas de disminución de las temperaturas máximas.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 106 de 218

Tabla 2. Valores óptimos de temperatura para diferentes cultivos según estado fenológico.

Especie	T° óptima nocturna (°C)	T° óptima diurna (°C)	Observaciones
Berenjena	21	22	Hasta 8 semanas después de plantación
	19	21	Hasta final de cultivo
Pepino	21	23	4 semanas antes de plantación Hasta 6 semanas después de plantación
	20	22	Durante las 6 semanas siguientes
	19	21	Hasta final de cultivo
Lechuga	10	10	2 semanas antes de plantación Durante las 6 semanas siguientes
	6	12	Hasta final de cultivo
Tomate	20	20	1 semana antes de plantación Plantas hasta 4 semanas
	18.5	19.5	Durante las 5 semanas siguientes
	17.5	18.5	Hasta final de cultivo
Pimiento	20	23	3 semanas antes de plantación Plantas hasta 8 semanas
	18	22	Hasta final de cultivo

La transmisión de la radiación infrarroja (o térmica) emitida por el suelo, el cultivo y elementos internos, es un importante mecanismo responsable de las pérdidas de calor por las cubiertas de los invernaderos. En este sentido hay diferencias entre los materiales, por ejemplo los polietilenos, a diferencia del vidrio, presentan mayor transmitancia a esta. Sin embargo, y dentro de los polietilenos, hay que diferenciar esta propiedad entre los diferentes aditivos con que fueron formulados estos polímeros para conferir su carácter de 'térmico'. Además, está comprobado que dentro de los polietilenos térmicos incluso, la transmitancia a la radiación infrarroja emitida por el invernadero es inversamente proporcional al espesor del material. Como la mayor pérdida de radiación infrarroja en un invernadero ocurre por el techo, esto explica la razón por la que se opte normalmente por polietilenos de mayor grosor (p. ej. 150 μm) en techo que en paredes. Esta pérdida de calor a través de la radiación infrarroja o térmica, constituye una componente esencial de todos los modelos de simulación elaborados para estimar el balance de calor de los invernaderos.

Las películas de polietilenos usados comúnmente para cubiertas de invernadero presentan a su vez modificaciones en la transmitancia de radiación térmica en función de la presencia o ausencia de condensación interna. En caso de no presentar condensación, la transmitancia es mayor. Las cubiertas utilizadas para los invernaderos deben responder a requerimientos de alguna manera contrapuestos: mientras por un lado es conveniente que presenten altos valores de transmitancia a la radiación solar, particularmente la radiación fotosintéticamente activa (PAR), por otro lado, deben presentar bajos valores de transmitancia de la radiación infrarroja terrestre, a radiación infrarroja, es también conocida



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 107 de 218

como térmica dado que es una radiación electromagnética que emite un cuerpo en función a su temperatura.

Como puede observarse, la transmisión de la radiación térmica es un importante mecanismo responsable de las pérdidas de calor en las cubiertas plásticas de los invernaderos. Además de la pérdida de calor por radiación infrarroja debido a la transmitancia de los materiales de cubierta, otra pérdida que debe considerarse es la debida al fenómeno de conducción, que es aditiva a la anterior. Esta pérdida ocurre debido a un efecto directamente proporcional al gradiente que se establece entre la temperatura interna y externa del invernadero, y al coeficiente de conductividad térmica del material de cobertura.

Para conservar más tiempo el calor durante noches frías por ejemplo y disminuir un fuerte descenso de la temperatura, es recomendable colocar una doble cubierta de techo. Los invernaderos de techo de doble cubierta, presentan disminución de la luz transmitida frente a invernaderos de techos de simple cubierta, pero se registra un significativo ahorro energético que se traduce en una disminución de las necesidades de calefacción. La doble cubierta, aunque difícil de ser lograda en el techo, es recomendable y consiste en dejar un espacio de aire retenido entre dos películas de polietileno.

3) Humedad del aire

Psicometría

Composición del aire

La atmosfera es la envoltura gaseosa que rodea la tierra, Se trata de una mezcla de gases, llamada aire, constituida principalmente por nitrógeno y oxígeno, en la que pueden encontrarse ciertas partículas en suspensión (agua, polvo, etc.)

Los gases que componen la atmosfera pueden clasificarse en dos categorías:

- a) Los que tienen concentración invariable en las capas bajas de la atmosfera, los más importantes son nitrógeno, oxígeno, argón, neón, helio e hidrogeno. Con bastante predominio de los dos primeros.

Gas	Contenido
Nitrógeno	78,09
Oxígeno	20,95
Argón	0,93
Dióxido de Carbono	0,03

Tabla 1. Composición del aire en volumen



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 108 de 218

- b) Aquellos cuya concentración es variable, como el vapor de agua, el dióxido de carbono y el ozono, aunque la importancia de este último es más significativa en la parte alta de la atmosfera.

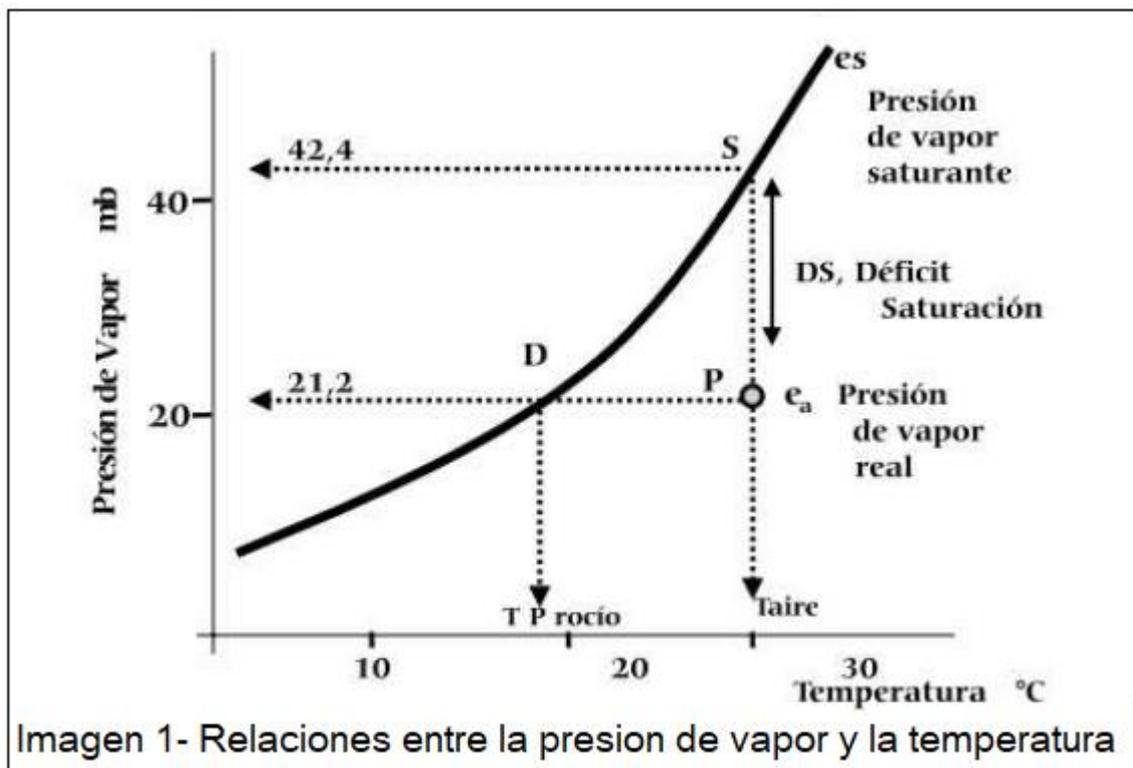
Desde un punto de vista práctico podemos considerar el aire húmedo atmosférico como una mezcla de dos gases, el aire seco y el vapor de agua. El primero de composición constante, y el segundo de concentración variable.

Aire Técnico: El aire técnico es una simplificación del aire atmosférico, consiste en suponer que solo está formado por aire seco y vapor de agua; una masa "m" de aire húmedo, será la suma de la parte de aire seco (" m_a ") y de la parte de vapor de agua (" m_w ").

Presión de vapor: Por ser un gas el vapor del agua contribuye a la presión atmosférica, su presión parcial se llama "presión de vapor" independiente de los otros gases.

Presión Real: Es la presión real que ejercen las moléculas de agua sobre una superficie y es independiente de los demás gases, por lo tanto, se puede usar para expresar la humedad atmosférica.

Presión de Saturación: Es la presión parcial de vapor de agua correspondiente a la máxima cantidad de vapor que el aire puede incorporar a determinada temperatura. El valor de la presión de vapor se incrementa exponencialmente con la temperatura.



Déficit de saturación: Se define como la diferencia entre la presión de saturación y la presión actual (real) del vapor de agua a la misma temperatura.

$$DS = P_s - P_{real}$$

Humedad Absoluta: Es el cociente entre la masa de vapor contenida en el aire y la masa de aire seco, también conocida como humedad específica. [kg_w/kg_a]

$$H_{abs} = m_v/m_a$$

Humedad Relativa: La humedad relativa se define como el cociente entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de saturación a temperatura de bulbo seco, la humedad relativa se incrementa cuando el vapor de agua se enfría o cuando se agrega vapor de agua al aire.

$$H_{rel} = P_{real}/P_s$$

Este cociente siempre es menor que la unidad. Si lo multiplicamos por 100 tendremos la humedad relativa expresada en tanto por ciento. La humedad relativa indica lo cerca o lejos que estamos del estado de saturación. Así por ejemplo , una humedad relativa de 65% quiere decir que todavía falta un 35% para alcanzar el estado de saturación.

Una humedad relativa alta no es indicativa de que el aire tenga mucho vapor de agua excepto en el caso de que comparemos dos estados de aire húmedo a una misma temperatura

Punto de rocío: Se denomina punto de rocío a la temperatura en la cual empieza a condensar el vapor de agua y se convierte en líquido. Es un concepto que el proyectista tiene que tener en cuenta. Imaginemos el aire húmedo del invernáculo con un estado de humedad relativa menor a 100% , es decir no saturado. Si el aire se enfría disminuirá su capacidad de disolución, llegando a una temperatura que este se condensaría.

Humedad en invernáculos

Gran parte de los fenómenos que se presentan en el clima del invernadero, se entienden al conocer el comportamiento de las mezclas de vapor de agua y aire. Conociendo los conceptos básicos que regulan estas mezclas, se puede resolver muchos problemas, y usar este elemento en el manejo de los factores ambientales, fundamentalmente en las primeras etapas del crecimiento de un cultivo.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 110 de 218

La humedad del aire es uno de los factores climáticos que es necesario considerar para obtener una adecuada sanidad y desarrollo de un cultivo en invernadero. La influencia de la humedad sobre el complejo medio del invernadero es menos conocida que la de otros factores sin duda por la dificultad de su medida y control. El aire del invernadero se enriquece de vapor de agua proveniente del suelo y de la transpiración de las plantas (Valera Martínez y col. 1999) Esto puede llegar a ser favorable en zonas con baja humedad relativa (ej. Mendoza) pero resultar un problema en zonas húmedas (ej. Buenos Aires) donde tendremos que observar atentamente la ventilación para evitar valores muy altos y cercanos al punto de rocío, el que determina conjuntamente con la temperatura del aire el momento en que el agua comienza a condensar sobre las plantas y la cobertura interior del invernadero.

Debe recordarse que la manera más usual de expresar el vapor de agua en el aire es mediante la humedad relativa (HR) en valores porcentuales (%). La misma resulta de relacionar la presión de vapor actual (mbar o MPa) con la de saturación a una temperatura determinada. Precisamente también, la diferencia entre las dos presiones mencionadas, determina otra manera de expresar el estado del aire con respecto a la humedad, que es a través del déficit de saturación (DS).

Tabla 3. Valores óptimos de humedad relativa para diferentes cultivos (Tesi, 1968).

Producto	Humedad
Tomate	55-60%
Pimiento	65-70%
Berenjena	65-70%
Melón	60-80%
Acelga	60-70%
Lechuga	60-80%
Sandía	65-75%
Apio	65-80%
Frutilla	60-70%
Pepino	70-90%
Clavel	70-80%
Rosa	70-75%
Gerbera	60-70%

En un sistema en el que no se verifican variaciones del contenido absoluto de vapor de agua (es decir, cuando hipotéticamente no hay aportes de agua como vapor por cada



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 111 de 218

volumen de aire) y de la presión atmosférica, al aumentar la temperatura se tiene una disminución de HR y un aumento del DS. Sucede lo contrario en caso de que disminuya la temperatura, en tal caso aumenta la HR y disminuye el DS, a tal punto que en ocasiones se produce la condensación del vapor de agua, solo como efecto de la disminución de la temperatura.

Este fenómeno puede percibirse fácilmente por el estado 'mojado' que presenta un cultivo y el interior del polietileno en un invernadero poco antes del amanecer. Al contrario de lo anterior, si mantenemos la temperatura constante, al aumentar la humedad absoluta (es decir el aporte real que hacen el cultivo mediante la transpiración del suelo y por la evaporación) se tiene un aumento de HR y una disminución del DS (sucede lo contrario en caso de que la humedad absoluta disminuya)

El DS tiene una importancia decisiva desde el punto de vista eco fisiológico ya que, junto a la temperatura de las hojas, determina el gradiente de presión de vapor que regula el proceso transpiratorio. El DS en el invernadero varía de 0 a 30-35 mbar, mientras los valores óptimos se encuentran entre 2 y 10 mbar (correspondientes a una HR de 55-90 % a 20 ° C) (Alpi y Tognoni, 1991) La Tabla 3 muestra los valores adecuados a cada tipo de cultivo.

Si la humedad es excesiva (lo que se traduce en un valor muy bajo de DS) dificulta la evaporación. Si es escasa (y por ende mayor DS) aumenta la transpiración hasta llegar a dificultar la fotosíntesis, situación que ocurre en casos en que el mantenimiento del gradiente hídrico por el cultivo, a través del concepto de un continuo sistema suelo-planta-atmósfera determine el cierre parcial o total de las estomas. En la primera condición, la fotosíntesis disminuye por menor fijación de CO₂, agravada además por el hecho que la mayoría de los cultivos en invernadero poseen fotorrespiración, por lo que sí a la disminución de la HR se agrega un importante incremento de la temperatura del aire, la fotosíntesis cae abruptamente, y con ella la productividad del cultivo.

De acuerdo a lo expuesto, por lo tanto, la humedad relativa se modifica tanto por el aporte real de agua como vapor en el aire (modificación de la humedad absoluta) como con la temperatura, por lo que debe controlarse ambos parámetros si se pretenden las mejores condiciones para un cultivo. Una humedad excesiva se corrige con ventilación y evitando suelos húmedos (ambos disminuyen la humedad absoluta), o bien elevando la temperatura (por lo que se incrementa la presión de vapor de saturación y de esa manera disminuye la humedad relativa). Por el contrario, la falta de humedad, se corrige con menor ventilación, o con el aporte de agua al sistema mediante el riego, nebulización de agua o superficies presentes de agua.

Aunque la humedad es difícil de controlar en condiciones de invernadero no automatizados, no deja de ser importante considerar los efectos de este factor sobre la calidad de los frutos. Bertin y col. (2000), observaron cambios en el rendimiento y calidad de frutos frescos de tomate a lo largo de la temporada de cultivo relacionados al déficit de saturación (DS). Por ejemplo, mientras que en condiciones de bajo DS se observan menores pérdidas por fisiopatías como la podredumbre apical de los frutos y flores (Conocida del inglés como Blossom End Rot BER), aumenta la cantidad de frutos rajados y



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 112 de 218

por otro lado estas condiciones afectan negativamente el contenido de azúcares y materia seca de los frutos. También, situaciones con una HR muy alta (Bajo DS) es conducente a condiciones predisponentes para la aparición de algunas enfermedades

Fuentes:

- “La humedad del aire” biblioteca.cenicafe.org
- Libro “Técnicas de climatización” Angel L. Miranda”
- “Invernaderos, tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional Argentino” INTA

4) Ventilación dentro del invernáculo

Es uno de los factores más importantes que debemos tomar en cuenta, ya que se encarga de renovar el aire, regular la temperatura y la humedad, además ayuda a controlar los niveles de CO₂ y a polinizar los cultivos para que las plantas se puedan desarrollar adecuadamente. Un correcto movimiento de aire, influye positivamente en el buen desarrollo de la planta, ya que genera una atmosfera más homogénea, produciendo así producciones más constantes.

Los intercambios de aire entre el interior de un invernadero y el exterior, constituyen un proceso que afecta considerablemente el clima del invernadero. En la ventilación de invernaderos interviene en tres aspectos:

- La temperatura interna: los invernaderos necesitan evacuar el exceso de calor por lo que debe generarse un buen movimiento del aire interior.
- La composición del aire interior: la escasa ventilación produce déficits de CO₂. La entrada de aire externo es la principal fuente de CO₂ si no se cuenta con enriquecimiento carbónico.
- La humedad relativa del aire interior: la falta de ventilación en situación de bajas temperaturas produce excesos de humedad. Se observa entonces el fenómeno de condensación en la cubierta y el goteo de agua sobre el cultivo: Esta situación provoca disminución en la transmisión de radiación solar, desarrollo de enfermedades y deficiencias minerales como consecuencia de restricciones en la transpiración.

La ventilación renueva el aire sustituyendo el aire caliente del interior por aire más fresco del exterior. Cuanto más intensa sea la renovación del aire y mayor la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del invernadero, mayor es la eficiencia de la ventilación en la disminución de la temperatura.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 113 de 218

La ventilación de un invernadero se caracteriza por la tasa de renovación horaria: número de veces en que el volumen de aire de un invernadero se renueva en 1 hora. Esta tasa de renovación es función de varios parámetros.

- La radiación solar exterior.
- La diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior.
- La velocidad del viento.
- La amplitud de las aberturas.
- La posición y forma de las aberturas (cenital y lateral).
- El contenido hídrico (raramente estudiado en su efecto).

Ventilación natural: las diferencias de presión que causan de la ventilación natural se deben a:

- a) Fuerzas térmicas. Originadas por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del invernadero.
- b) Fuerzas del viento. Originadas por la velocidad del viento exterior.

Ventilación forzada o mecánica:

Los ventiladores/extractores permiten un control más preciso de la temperatura del invernadero que el que puede lograrse con la ventilación pasiva.

Concentración de CO₂ en el aire

El CO₂ es esencial para que se produzca la fotosíntesis en las plantas. El aporte de CO₂ es muy importante para el correcto desarrollo del cultivo, además del agua y la luz.

Al aumentar la concentración de CO₂ en el interior de un invernadero se incrementa la actividad fotosintética, lo que se traduce en un aumento de la precocidad, el rendimiento, la producción (del orden del 15-25%) y la calidad de la cosecha. Para que se produzca una buena asimilación del CO₂, el factor más importante es la radiación solar, aunque también influyen la ventilación, la temperatura y humedad.

Para producir unos óptimos de calidad y cantidad, la planta requiere una concentración de CO₂ de 700 a 1000 ppm. Sin embargo, la concentración en el exterior está en torno a 350-380 ppm, y en el interior del invernadero puede llegar incluso a niveles inferiores de 100 ppm, si no se produce una buena ventilación.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 114 de 218



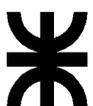
Cuando la radiación solar aumenta y las demás condiciones son adecuadas, la actividad fotosintética se incrementa de tal forma que, si las ventanas del invernadero permanecen cerradas, la concentración de CO₂ del aire del invernadero disminuye por debajo de la concentración de CO₂ del exterior, llegando un momento en el que la actividad fotosintética desciende, e incluso se detiene por deficiencia de CO₂.

Esto se traduce en una pérdida de producción y en un retraso de la cosecha. De ahí la importancia de aplicar CO₂ en el momento preciso.

Fuente: "nutricontrol.com"

Polinización

La polinización es la transferencia del polen desde la parte masculina de la flor (estambres) hasta la parte femenina de la flor (estigma) que hace posible la fecundación dando como resultado la producción de frutos y semillas. Existe la polinización cruzada (por animales, principalmente insectos, el viento o el agua) y la autopolinización; sin embargo, esta última no es la más frecuente debido a la incompatibilidad que ocurre generalmente. Alrededor del 80 % de las especies de plantas que florecen, están especializadas para que los insectos las polinicen. La polinización es indispensable en la mayoría de los cultivos, no obstante, en los ecosistemas agrícolas los polinizadores silvestres pueden ser escasos a causa de malas prácticas de cultivo, uso de insecticidas o herbicidas, que han ido disminuyendo o eliminando las poblaciones de polinizadores silvestres.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 115 de 218

Efectos del clima:

Temperatura:

Es uno de los factores a considerar en la polinización. Cuando las temperaturas están por encima de 32°C se dificulta la polinización. A medida que va aumentando la temperatura se alarga el estigma, pudiendo verse fuera, y ese alargamiento no permite que el polen segregado por el estambre caiga dentro del estigma.

En regiones con condiciones de clima por debajo de 10°C es muy común que la polinización se dificulte. En estos casos sucede que el polen, al estar un poco compacto por la humedad relativa alta, no se logra una buena fecundación y el resultado final es un fruto hueco o bofo y deforme.

Humedad relativa:

Para lograr una polinización óptima debemos tener una humedad relativa entre 60 y 80%. Cuando pasa del 85% el polen se compacta y sucede lo que anteriormente mencioné. Cuando la humedad relativa baja de 50% el polen se seca y no germina, lo que dificulta la polinización.

Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/polinizacion-de-la-hortalizas> - Esta información es propiedad intelectual de INTAGRI S.C.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 116 de 218

11.2 ANEXO 2: “Producción y Rendimiento Hortícola”.

Producción y rendimiento de hortalizas

En la provincia se alcanzan más de 45 especies hortícolas, teniendo su mayor importancia a nivel de superficie cultivada, las hortalizas pesadas (Ajo, papa, zapallo, zanahoria y cebolla). Se realiza una investigación de los requerimientos de algunas de las hortalizas a cultivar dentro del invernáculo, sabiendo así los parámetros aproximados que se van a manejar dentro y de los cuidados que se deben tener, dependiendo el cultivo.

1. Lechuga

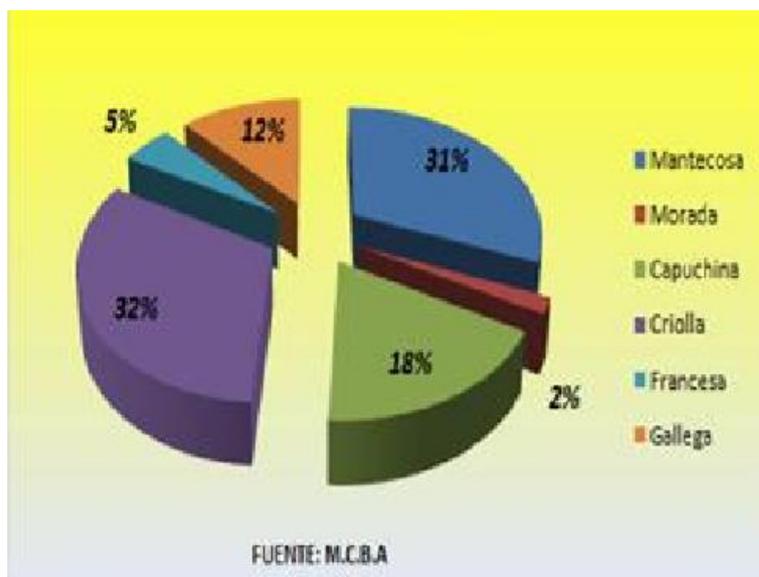


Características

Es una planta anual herbácea, propia de las regiones templadas. En su estado silvestre son plantas pequeñas y de sabor amargo, pero la selección del hombre a lo largo del tiempo ha producido gran variedad. Es la más importante dentro del grupo de las hortalizas de hoja. Presenta una gran diversidad dada principalmente por diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas. Debido a las muchas variedades que existen se puede producir durante todo el año.

De acuerdo a las estadísticas del Mercado Central de Buenos Aires, la distribución porcentual de ingresos por tipos comerciales de los cultivares es: Criolla y Mantecosa con los mayores porcentajes (32% y 31% respectivamente), Capuchina y Gallega (18% y 12%), y los de menores ingresos, Francesa y Morada, tal como se muestran en el gráfico.

Dentro de esta distribución de torta, tenemos que aclarar que el 12 % representado por el tipo Gallega hay que sumarlo al 32 % del grupo Criolla debido a que es una variedad dentro de dicho grupo comercial.(2005)



Cultivo:

La lechuga se desarrolla bien en climas templados frescos, con temperaturas promedio mensuales comprendidas entre 13 °C y 18 °C, con un rango que puede oscilar entre 7 y 24 °C, variación que permite su cultivo durante todo el año, utilizando las variedades adecuadas.

La temperatura alta, principalmente aquella que supera los 30 °C, es el factor más importante que gravita negativamente en la germinación y el posterior desarrollo del cultivo, condicionando el crecimiento. En cuanto a las características del suelo, los que mejor se adaptan son los de alta fertilidad (alto contenido de materia orgánica), de buen drenaje con alta capacidad de retención de humedad y una acidez neutra.

El tiempo promedio del ciclo de esta lechuga es de 60- 65 días en invernáculos, puede llegar a tiempos de 45 días con temperaturas mayores, generalmente en verano.

Para la lechuga están recomendados los riegos cortos y frecuentes, para mantener la humedad en las capas más superficiales del suelo y evitar las pérdidas por percolación.

Rendimiento:

- 6,37 kg por m², el porcentaje de hojas de descarte fue 11%, con lo cual el rendimiento neto obtenido fue de **5,66 kg/ m²**. (Ensayo realizado con siembra en Julio y cosecha en octubre)

- Bajo invernadero: 20 y 50 Tn/ha. Promediando tenemos un rendimiento medio de **3.5 kg/m²**

Con los datos de estos ensayos tomamos un valor promedio de rendimiento de **4.58 kg/m²** bajo cubierta de lechuga Criolla, por cada ciclo de cultivo.

Consumo:

El consumo per cápita: Lechuga criolla **18,69 kg/año**, Lechuga capuchina **1,69 kg/año**.

Fuentes:

- “Ensayo de lechuga gallega INTA bajo condiciones agroecológicas”.
- “Universidad Nacional de Luján Departamento de Tecnología Producción Vegetal III (Horticultura).”
- “Manual de cultivos para la huerta familiar orgánica INTA”



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 119 de 218

2. Acelga.



Características

La acelga es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible, con raíz bastante profunda y fibrosa. Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes, de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo; el color varía, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos. Para que se presente la floración, necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1,20 metro

Las más conocidas son: Amarilla de Lyon Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 centímetros. Producción abundante. Resistencia a la subida a flor. Otra variedad es "Bressane" Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y muy anchas (hasta 15 centímetros). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. Variedad muy apreciada.

Cultivo

La acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura; cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo período de desarrollo, subiéndose a flor la planta.

Se huela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C por encima de cero. En el desarrollo vegetativo, las temperaturas deben estar comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C , con un medio óptimo entre 15 y 25°C . Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C

La acelga necesita suelos de consistencia media, profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es a arenosa. Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de $7,2$, vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre $5,5$ y 8 , no tolerando los suelos ácidos. Soporta muy bien la salinidad, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico.

La acelga es un cultivo que, debido a su gran masa foliar, necesita en todo momento mantener en el suelo un estado óptimo de humedad. Para obtener una hortaliza de buena calidad, evitando que las hojas se pongan fibrosas, no conviene que la planta acuse síntomas de deshidratación.

Rendimiento:

- El rendimiento esperado de la producción de acelga es de entre **12 y 15 kg/m²**

Fuentes: "Producción de Hortalizas bajo cubierta, boletín técnico N° 49, INTA"



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 121 de 218

3. Tomate



Características:

El tomate es la hortaliza más cultivada bajo invernadero en la Argentina, abarcando diversas regiones, desde zonas en el norte de país como Salta, Jujuy, Formosa y Corrientes, hasta regiones a mayor latitud como Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires. Existe una zona menor, que abarca los valles irrigados patagónicos.

Los problemas que se presentan en estas regiones en cuanto a la climatización de los invernaderos, son muy variados. En el norte, el mayor problema es la ventilación y en el sur la calefacción. De todas maneras, se puede decir que la radiación no es un factor muy limitante, como puede ocurrir en países de Europa del norte o en Canadá. En ese sentido, las condiciones de cultivo en la Argentina son bastante parecidas a las del sur de España o Israel.

La mayoría de las variedades de tomate utilizadas en Argentina son híbridos. Según el tamaño y forma de los frutos podemos considerar tres principales tipos comerciales: Redondo (incluye los denominados tomates Larga Vida), Perita y Cherry. En el período 2006-2014 la participación promedio de cada tipo comercial en la oferta del Mercado Central de Buenos Aires fue de 62,1 % para el Redondo; 33,6 % para el tipo Perita y 4,2 % de Cherry



U.T.N.
F.R.S.R.

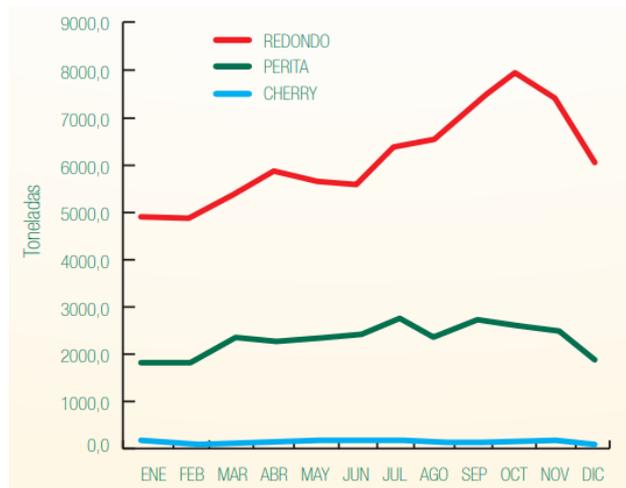
PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 122 de 218



Fuente: "Mercado central, INTA, ficha técnica tomate"

Cultivo:

Estado vegetativo

Una vez que la planta se estableció, es de desear que tenga equilibrada el área foliar y su sistema radical. Algunos factores ambientales actúan sobre esta relación: luz, temperatura y disponibilidad hídrica, son los más importantes. La falta de agua, hace que la planta aumente la proporción de raíces con respecto a la parte aérea.

El primer crecimiento de la planta privilegia la formación de un área foliar importante, con objeto de realizar el proceso fotosintético (captación de energía solar, anhídrido carbónico y agua), para responder a los requerimientos energéticos de la planta (formación de glúcidos y eliminación de oxígeno y agua). Además continúa el desarrollo radical, que le permite realizar la exploración del suelo para absorber agua y nutrientes. A este primer crecimiento lo denominamos "crecimiento vegetativo", donde la planta no forma estructuras reproductivas. En el caso del tomate, este crecimiento se extiende hasta formar entre 7 y 12 hojas verdaderas (según los cultivares, la temperatura y el fotoperíodo).

La velocidad de aparición de estas hojas está relacionada con la temperatura: a mayor suma térmica, son necesarios menor cantidad de días para el desarrollo de una hoja. Por ello es común que pase un lapso de aproximadamente 60 días desde la siembra hasta la anthesis floral (aparición y apertura de flores), si las temperaturas a las que está expuesta la planta son óptimas (18°C de noche y 25°C durante el día).

Influencia de la respiración

Lo que la planta produce por fotosíntesis luego es utilizado en los puntos de crecimiento a través de la respiración, que puede ser dividida en dos: de crecimiento y de



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 123 de 218

mantenimiento. La respiración de mantenimiento produce energía para mantener la organización estructural de los tejidos y órganos. La respiración de crecimiento es la energía usada para la síntesis de nuevas sustancias y estructuras y para el transporte de carbohidratos. Esta respiración también responde al aumento de temperatura y generalmente se sitúa en el 25% de la fotosíntesis bruta.

Tanto temperatura como luz inciden sobre el crecimiento de la planta de tomate. Cuando la temperatura del aire es alta, la planta responde alargando sus entrenudos, lo que hace que disminuya la cantidad de sustancias de reserva que la planta destina a la raíz, produciéndose un desbalance.

El mayor crecimiento del tallo se logra con temperaturas del aire de 30 o 35°C durante el día y 20°C de noche, siempre que la temperatura del suelo no sobrepase los 20°C. Por otra parte, si se calefacciona el suelo, se logra aumentar la actividad de las raíces y con ello la partición de asimilados hacia ellas.

Estado de Floración

La tasa de iniciación foliar se incrementa con el aumento de temperatura e intensidad de luz. Si la intensidad lumínica es alta durante el crecimiento vegetativo la floración se produce antes, lo que se da generalmente en condiciones de fotoperiodo largo. En tanto, si las temperaturas son demasiado altas, superiores a 35°C, se consumen demasiados carbohidratos para la respiración de mantenimiento y la floración se retrasa. Esto en algunos casos puede llevar a que plantas de una misma variedad bajo condiciones ambientales diferentes, necesiten desarrollar distinta cantidad de hojas hasta que se produzca la floración.

Varios son los factores que estimulan la caída de flores: temperaturas extremas (altas o bajas), falta de viento que permita la renovación de aire dentro del invernadero, luminosidad escasa, estrés hídrico y exceso de nitrógeno.

- Cuando las temperaturas nocturnas son inferiores a 13°C, no se produce polen y con ello no se produce la fecundación y luego de 7 días desde la antesis floral disminuye la síntesis de auxina (hormonas de fructificación) y la flor se cae. Temperaturas superiores a 35°C esterilizan el polen y también se produce la caída de la flor.
- La falta de viento, común en los invernaderos, no permite una buena polinización y en consecuencia hay menor fecundación y menor establecimiento de frutos.
- La luminosidad escasa y la falta de agua afectan directamente la fotosíntesis, reduciendo la cantidad de foto asimilados producidos; de esta manera, los diferentes destinos de la planta compiten entre si y en muchos casos un gran número de flores pierde esta competencia y cae. También la baja luminosidad perjudica la polinización.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 124 de 218

- El exceso de nitrógeno, trae como consecuencia un mayor crecimiento vegetativo; si esto se mantiene en el momento de la floración, puede traer como consecuencia un fuerte desvío de foto asimilados a los ápices vegetativos y con ello la caída de flores. Asimismo, la posición del racimo en la planta tiene influencia en el establecimiento de flores; los racimos superiores forman menos frutos que los inferiores, pues el porcentaje de aborto es mayor.

Fructificación: crecimiento del fruto

Todo factor ambiental que limite la fotosíntesis, en principio limitará el crecimiento de los frutos. Como ejemplo podemos citar baja luminosidad, déficit hídrico, plantas con poca área foliar, etc. Los brotes laterales deben ser quitados semanalmente, para no ejercer competencia.

Rendimiento:

- El rinde medio se ubica en el 6,7 kg/m² aunque con sustanciales diferencias entre el cultivo a campo y los protegidos.
- En invernáculos con tecnología media se puede llegar a producciones de hasta 20 kg/m²

Con los datos obtenidos sacamos un promedio de rendimiento de **13,35kg/m²** en toda la cosecha obtenida por las plantas de tomate.

Consumo

El tomate es una de las hortalizas más importantes en Argentina, su consumo ronda los **16 kg/persona/año**.

Fuentes:

- “Dirección general de agricultura, la producción de tomate en Argentina”INTA
- Fuente: “Rentabilidad en la producción de hortalizas en ambientes controlado” Salazar-Moreno
- “Producción de Hortalizas bajo cubierta, boletín técnico N° 49, INTA”



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 125 de 218

4. Pimiento



Características:

El cultivo de pimiento bajo invernadero en la Argentina, se realiza desde Salta hasta La Plata. Las mejores condiciones durante el invierno se dan en el norte y durante el verano en el sur. Debido a ello la estrategia de producción deberá ser distinta en las diferentes zonas. Comparándola con tomate, la planta de pimiento presenta una temperatura base de crecimiento superior, alrededor de los 10°C. Esto determina que para obtener una buena producción en invierno, se deba calefaccionar en zonas ubicadas en latitudes superiores a los 30 grados.

Se pueden clasificar en dos grandes grupos: Dulces y picantes.

Variedades dulces Suelen tener frutos de buen tamaño. Son las que se cultivan en invernaderos y al aire libre para su consumo fresco y la industria de conserva; también para la preparación de pimentón.

Dentro de las variedades dulces hay diferentes tipos:

Tipo A: La sección longitudinal es cuadrangular y el largo es aproximadamente igual al ancho.

Tipo B: La sección longitudinal es rectangular y el largo es mayor que el ancho.

Tipo C: La sección longitudinal es triangular.

Variedades con sabor picante Suelen ser variedades de fruto largo y delgado. Se suelen utilizar para encurtidos. En este grupo está *C. frutescens*, con frutos chicos y muy picantes, conocido como "chili"



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 126 de 218

Cultivo:

Inicio:

La semilla de pimiento no presenta ningún tipo de dormición, por lo que para su germinación sólo necesita de agua, O₂ y temperatura. De todas maneras, se puede observar cierta disparidad en la energía germinativa en un mismo lote de semillas, lo que podría deberse a diferencias en la senescencia seminal. Si bien se puede sembrar en "speedling" al igual que el tomate o en macetas plásticas, son recomendadas estas últimas debido que la planta de pimiento tiene un crecimiento más lento que la de tomate y el mayor volumen de tierra que contiene la maceta, permite que la planta permanezca en ella hasta 45 días, con temperaturas óptimas de crecimiento (20 a 25°C). En este estado las plantas deben tener entre 7 y 9 hojas y es conveniente que aún no se observe el primer botón floral

Estado vegetativo:

El pimiento, sobre todo las variedades "dulces", tienen unas exigencias en temperaturas mayores que el tomate. Su desarrollo óptimo se produce a temperaturas diurnas entre 20 y 25°C y nocturnas de 16-18°C. Por debajo de 15°C su desarrollo se ve afectado y deja de crecer a los 10°C. Las variedades picantes, en general, son menos exigentes a los requerimientos térmicos.

Las humedades relativas entre 50-70%, son ideales para un óptimo crecimiento. Humedades relativas mayores pueden traer problemas de enfermedades y menores con temperaturas altas, pueden provocar excesiva transpiración y conducir a la caída de flores. Una vez realizado el trasplante pasan algunos días hasta que se retoma el crecimiento, luego la planta sigue formando hojas (hasta 8-12) y posteriormente se desencadena la floración.

Estado de Floración y fructificación

La temperatura es el factor ambiental más importante en la floración y fructificación de las plantas de pimiento. Cuando la planta es joven y recibe temperaturas inferiores a 10°C, se produce la caída de flores. En plantas de más de 100 días de edad, se realiza el establecimiento a temperaturas inferiores a 8,5°C. A altas temperaturas (35°C) se induce la caída de flores, lo que supuestamente está relacionado con el estrés hídrico.

En plantas que presentan una buena masa foliar, las fluctuaciones de temperatura entre 35°C durante el día e inferiores a 10°C durante la noche producen frutos que normalmente son partenocárpicos y deformes. Estas deformaciones también se pueden observar en frutos seminados, pero son menos frecuentes.

Cuando las temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 15°C, comienza a afectarse el crecimiento de la planta en general. Cuando las temperaturas son inferiores a 10°C se detiene el crecimiento de los brotes y hojas y las flores no se abren pero los frutos



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 127 de 218

establecidos continúan creciendo, en tanto que los nuevos que se establecen suelen ser partenocárpicos.

Cuando las temperaturas descienden hasta 5 o 3°C, se produciría un daño en los ovarios de los frutos que en ese momento se establecen y que cuando crecen presentan las deformaciones ya comentadas. Si las temperaturas descienden aún más hasta -1°C, se presentan daños por heladas, las que son de diversa magnitud, dependiendo de la edad de la planta y si ésta sufrió algún proceso de endurecimiento.

Rendimiento:

Pimiento Verde: **12,6 kg/m²**

Pimiento Rojo: **9,6 kg/m²**

Consumo

El consumo promedio de pimiento en general es de **15 kg/persona/año**

Fuente:

Libro "Análisis económico del pimiento bajo invernadero en Corrientes, para la campaña 2018"s



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 128 de 218

11.3 ANEXO 3: “Manual del usuario”.

En el siguiente manual se explica con detalle el uso del invernadero “GREENHOUSE”, brinda la información necesaria para que el usuario pueda establecer los valores deseados de las diferentes variables a controlar, conocer las distintas acciones que puede realizar de forma automática, también aporta información útil sobre el microclima y los efectos físicos que ocurren dentro del mismo, esta información ayudara al usuario a entender de mejor manera el funcionamiento en general.



INDICE MANUAL DEL USUARIO:

1. Tablero de Control	3
2. Elementos Activos	4
Ventanas	4
Extractores	5
Aspersores	6
Riego	7
Calefacción	8
3. Encendido y apagado	9
4. “Posición 5” Modo lectura.	10
5. Establecimiento de variables.	11
5.1) Humedad Relativa del ambiente	14
5.2) Temperatura del ambiente	14
5.3) Riego por Goteo	20
5.4) Ventilación Programada	23
6. Accionamientos manuales	26



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

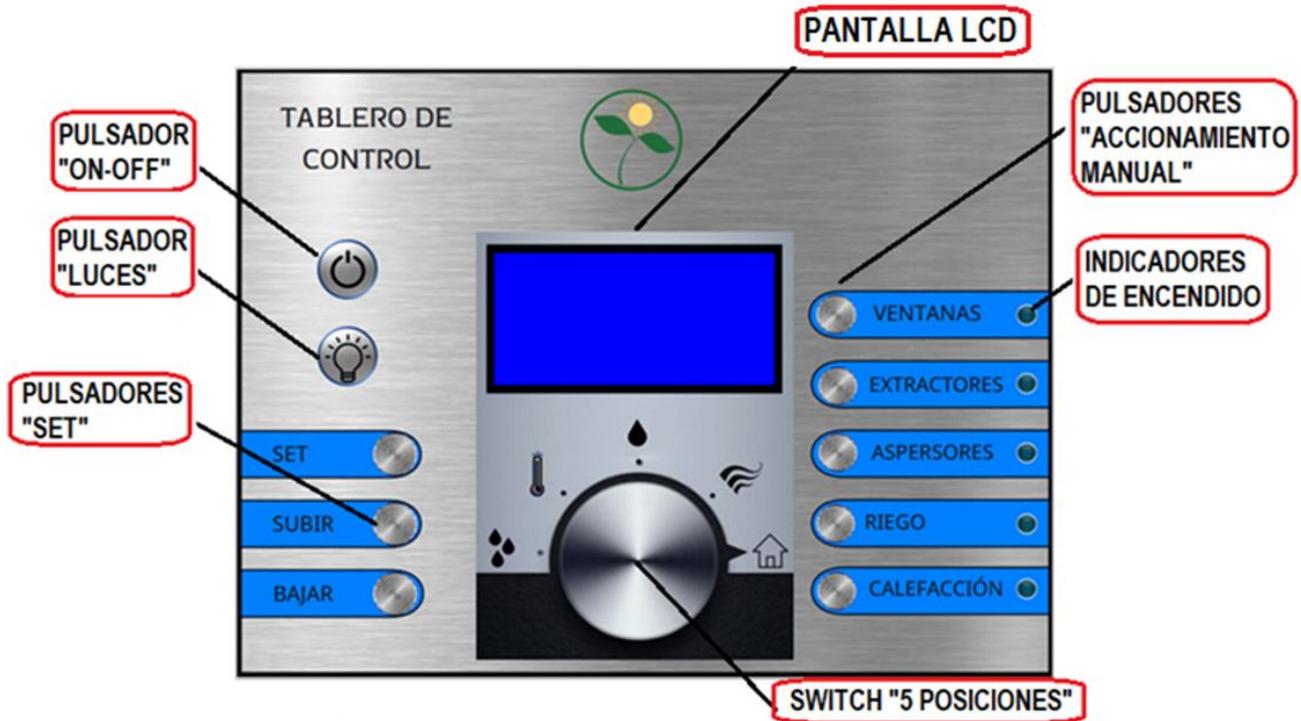
Fecha: 29/08/2022

HOJA 130 de 218

1) Tablero de control:

El tablero es el elemento con el cual, el usuario puede modificar los valores de las distintas variables establecidas, y también conocer el estado de las mismas en el invernadero, también se podrá observar la condición del accionamiento.

Elementos que componen al tablero de control

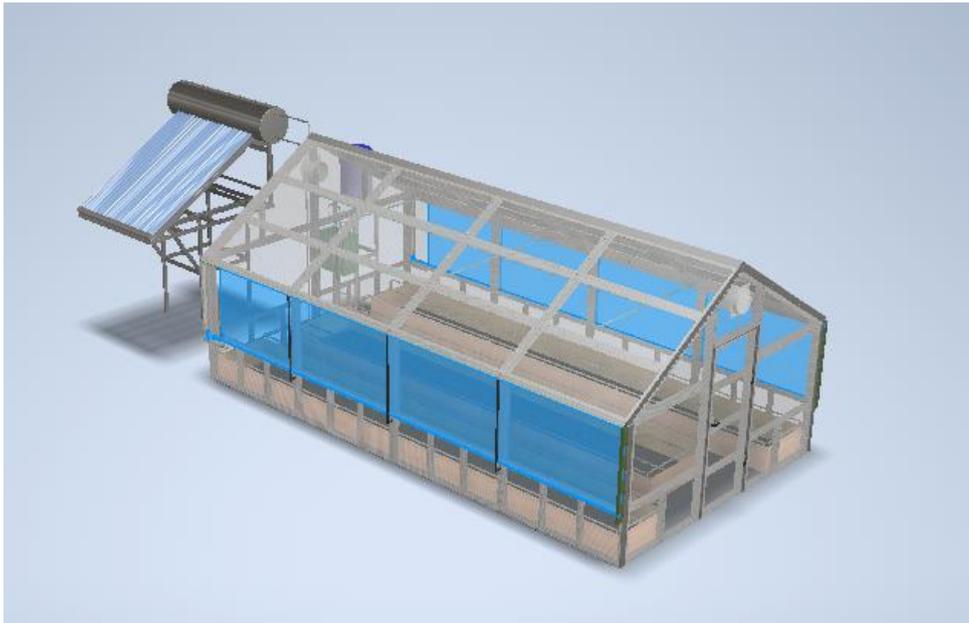


"Imagen 1" manual de instrucciones

2) Elementos Activos

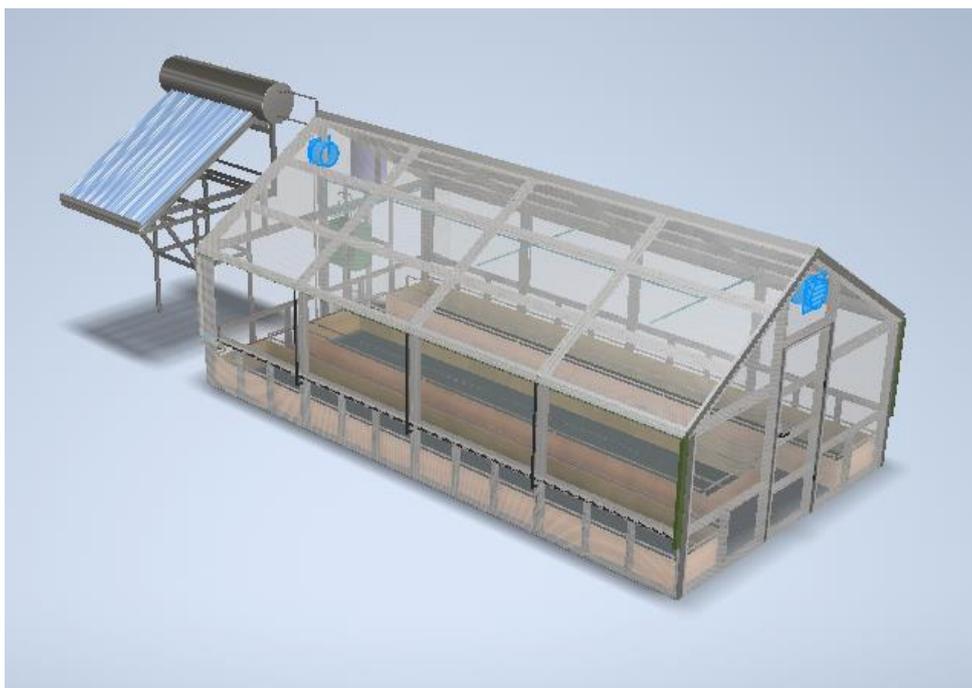
El invernadero tiene distintos elementos encargados de modificar las variables en su interior y realizar tareas programadas. En el tablero de control se puede observar con una luz verde en “INDICADORES DE ENCENDIDO” cuando están en realizando trabajo.

VENTANAS:



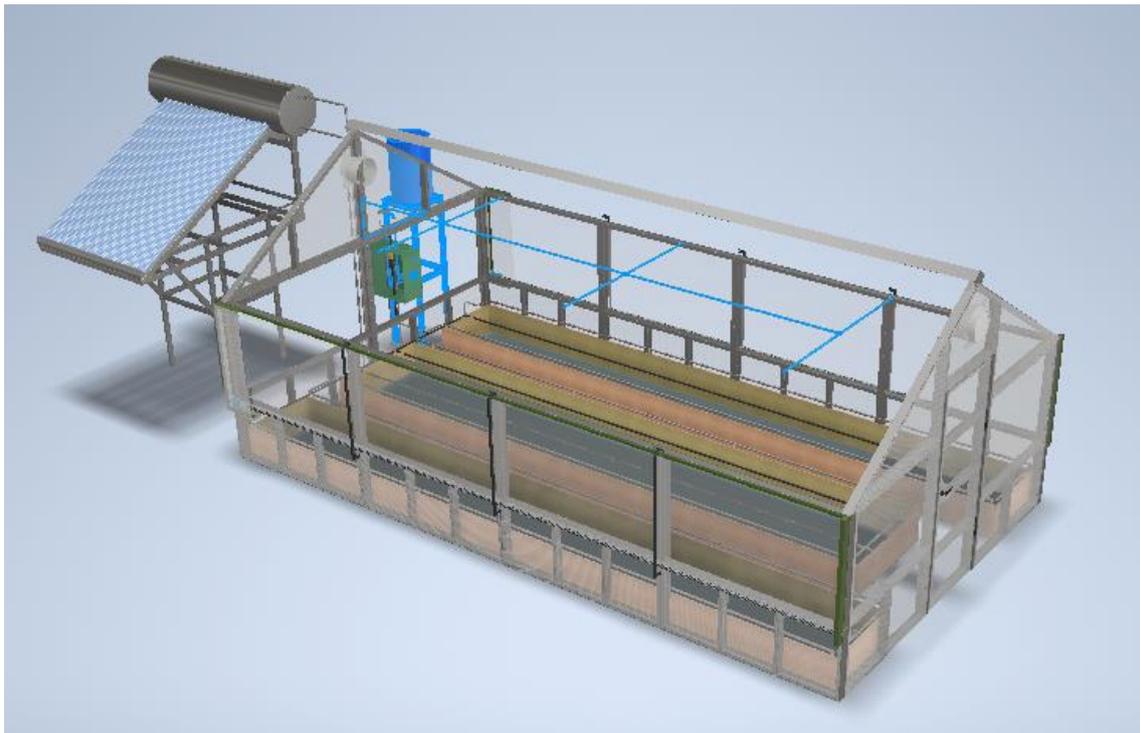
El invernadero posee dos ventanas laterales las cuales son enrollables y se pueden abrir automáticamente, mediante el sistema de control. Estas ventanas poseen un mecanismo enrollable, el cual mediante un moto reductor eléctrico se enrolla el polietileno sobre el caño inferior, realizando la apertura.

EXTRACTORES:



El sistema de ventilación forzada está conformado por dos extractores, la función principal de estos elementos es extraer el aire caliente que se ubica en la parte superior del techo.

ASPERSORES:



El sistema de micro aspersión de encarga de aportar humedad absoluta al ambiente del invernadero, no se encargan del riego. Aumentan la humedad relativa del aire aumentando la cantidad del agua. Consiste en 6 micros aspersores colocados como indica la figura.

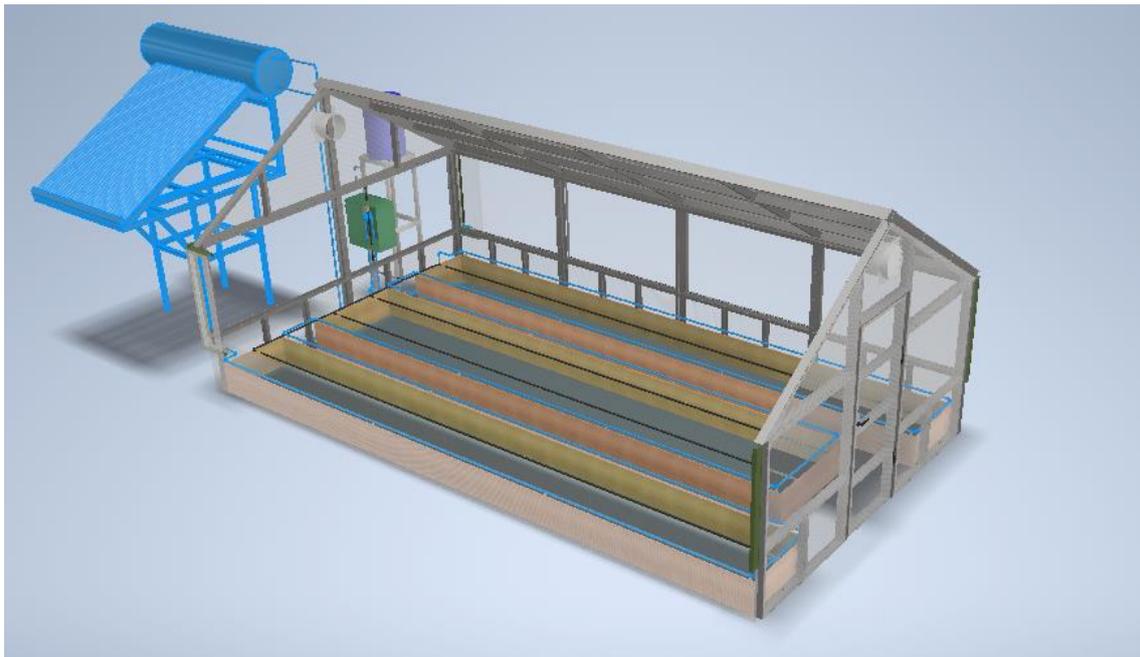
Además, posee una bomba que es la encargada de aumentar la presión en la tubería para que estos micros aspersores puedan funcionar correctamente.

RIEGO:



El sistema de riego por goteo, funciona por gravedad y es activado por una electroválvula. Dicho sistema se puede modificar manualmente, dependiendo de qué cantero se desee regar.

CALEFACCIÓN:



El sistema de calefacción consiste en calentar agua durante el día mediante un calefón solar, almacenarla en un tanque aislado y cuando el invernadero lo requiera hacer circular el agua caliente por las tuberías que se observan en la imagen.

Estas tuberías son de material conductor, solo dentro del invernadero, por lo que se realizara un intercambio de calor. Calentando así el ambiente del mismo.

3) “Encendido y Apagado” sistema de control

Para encender o apagar el sistema de control se debe presionar el pulsador que se indica en la “imagen 2”, una vez que se presione el pulsador se encenderá la pantalla como se observa en la “imagen 3”.



4) Posición 5 “LECTURA”

Cuando el “switch X5” se encuentra en la “posición 5” de lectura, la pantalla muestra los valores actuales del invernadero (Temperatura, Humedad) y además la fecha y la hora.



"Imagen 1b" Manual de instrucciones

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 138 de 218

5) Establecimiento de Variables (Modo Automático)

5.1) HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE:

Cuando el “SWITCH 5 POSICIONES” se encuentre la posición 1 que se indica en la “figura 4” el sistema de control, estará listo para establecer los valores de humedad relativa del ambiente.



"Imagen 4" Manual de uso"

Se establecerán los valores de humedad mínima y humedad máxima que el invernadero utilizara como admisibles, estos valores se podrán modificar, con los pulsadores que se indican en la “imagen 5a”

Presionando “SUBIR” el valor de “HMIN” sube una unidad en porcentaje, de la misma forma que baja una unidad del porcentaje cuando se presiona el pulsador “BAJAR”.



"Imagen 5a" Manual de instrucciones

Cuando se logre el valor deseado, se presiona "SET", se guarda así el valor de HMIN y se cambia al establecimiento del valor HMAX. Presionando "SUBIR" o "BAJAR" se modifica este valor.



"Imagen 5b" Manual de instrucciones



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 140 de 218

Humedad Mínima:

El valor definido "HMIN" es la humedad mínima que el invernadero admite en su interior, si el valor de humedad relativa baja superando este límite, los aspersores se encienden, hasta lograr nuevamente en el rango admisible. Este ejemplo se observa en la "imagen 6"



"Imagen 6" Manual de instrucciones

Humedad Máxima:

La humedad máxima es el valor límite de humedad en el interior del invernadero, cuando la humedad supera este valor, el sistema de control procede a la apertura de las ventanas.

Como el accionamiento depende de la condición de humedad exterior, el sistema de control realiza una comparación de la humedad exterior con "HMAX" establecido, solo procederá a realizar la apertura de las ventanas si la humedad exterior es menor a "HMAX", en el caso de que no sea así se mantendrán las ventanas cerradas hasta que se revierta la situación.



"Imagen 7" Manual del usuario

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramírez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 142 de 218

5.2) TEMPERATURA DEL AMBIENTE

Cuando el “SWITCH 5 POSICIONES” se encuentre la posición 2 como se indica en la “figura 8” el sistema de control, estará listo para establecer los valores admisibles de temperatura para el invernadero.



"Imagen 8" Manual de uso

Se modifican los valores “TMIN” y “TMAX”. Presionando “SUBIR” o “BAJAR” como se muestra en la “figura 8a” inicialmente se modifica el valor de “TMIN”, por cada pulso que se realice se aumenta o disminuye en una unidad esta variable.



"Imagen 8a" Manual de uso

Cuando se logra el valor deseado de "TMIN" se procede a pulsar "SET" lo cual guarda el valor de "TMIN" y cambia a establecer "TMAX" que de igual manera se modifica con los pulsadores "SUBIR", "BAJAR"



"Imagen 8b" Manual de uso

Temperatura mínima:

La temperatura mínima es el valor mínimo admisible que el invernadero permite en su interior, si la temperatura desciende superando este valor, el sistema de control enciende la calefacción, hasta que la temperatura del interior aumente nuevamente.



"Imagen 9" Manual del usuario

El valor de temperatura mínima estará limitado por el poder calorífico del sistema de calefacción, por la temperatura externa, y por la radiación solar de los días previos. Por lo tanto se recomendara usar los valores de temperatura mínima indicados:

ESTACION	"TMIN LIMITE"
INVIERNO	10 °C
PRIMAVERA	14 °C
OTOÑO	14 °C
VERANO	18 °C

Temperatura máxima:

La temperatura máxima es el límite superior donde el invernadero toma acciones para bajar su temperatura interior, si la temperatura supera a "TMAX" se encenderán los extractores y se abrirán las ventanas.



"Imagen 10" Manual del usuario

La temperatura máxima también dependerá de la temperatura exterior por lo tanto, en casos de temperaturas muy altas, que por lo general se dan en verano, se recomienda utilizar 25 °C como TMAX", en el caso que la temperatura interior siga aumentando, como última medida se encienden los aspersores, cuando la temperatura haya superado en 5° a la temperatura máxima, este ejemplo se observa en la figura 10



"Imagen 11" Manual del usuario

5.3) RIEGO POR GOTEO

Cuando se coloca el "SWITCH X5" en la "posición 3" el sistema de control permite establecer el horario en el cual se inicia el riego por goteo, y el horario en el cual el mismo termina.



"Imagen 12" Manual del usuario

Con los pulsadores "SUBIR" "BAJAR" se modifican los horarios de inicio y de fin del riego, el sistema de control comienza por modificar la hora del inicio, presionando "SET" se procede a modificar los minutos.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 148 de 218



"Imagen 12b" Manual del usuario

Presionando "SET" se procede a modificar los minutos, como indica la "imagen 12c"



"Imagen 12c" Manual del usuario

Luego que el horario de inicio está establecido, presionar "SET" nuevamente lo cual guardara el horario de inicio y permitirá comenzar a establecer el horario de "fin del riego",

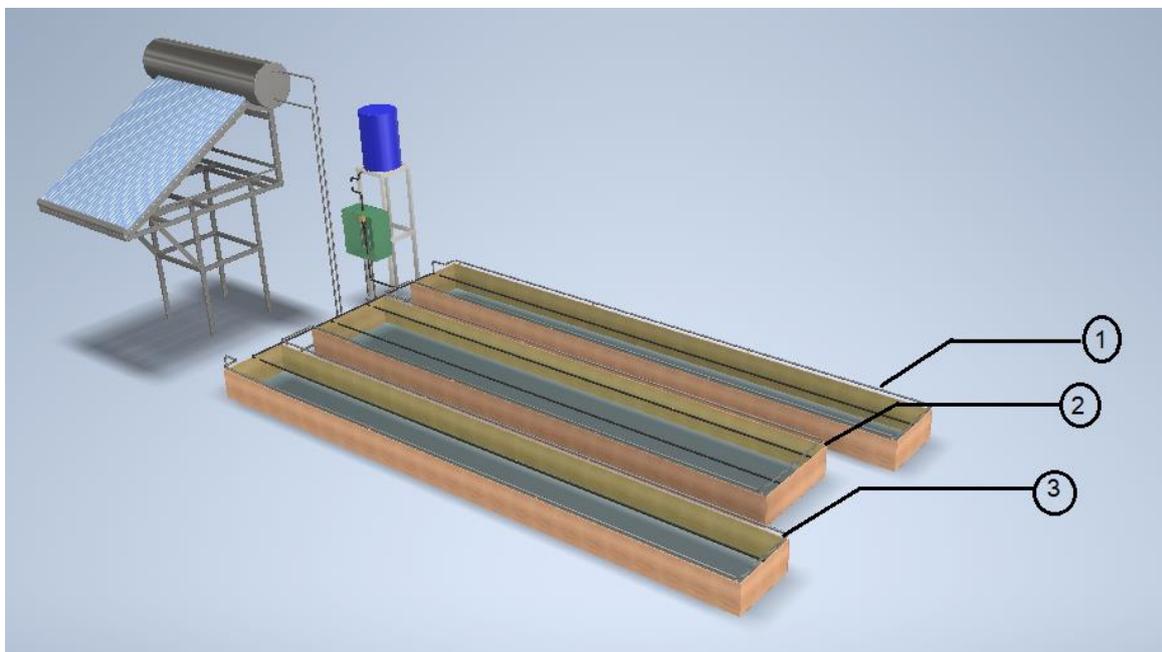
el cual tiene el mismo procedimiento que "inicio del riego". De esta forma el sistema de control queda programado para regar en el horario establecido.



"Imagen 13" Manual del usuario

Tabla de equivalencia para Riego:

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de agua equivalente, dependiendo de los canteros a regar.



 U.T.N. F.R.S.R.	<h2>PROYECTO FINAL</h2>	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 150 de 218

NUMERO DE CANTERO	TIEMPO DE RIEGO	LITROS EQUIVALENTES
1	30 Min	4 L
2	30 Min	6 L
3	30 Min	4 L

Es decir que cada 30 min de riego por goteo cada cantero recibe 5L de agua aproximadamente, para los canteros "1" y "3" y 7L para el "cantero 2", se tiene que tener en cuenta que en el caso de tener la totalidad de los canteros activos, el consumo de agua será de 12 L en 30 min.

1. VENTILACIÓN PROGRAMADA

La ventilación del invernadero tiene la función de renovar el aire y de permitir a los distintos polinizadores ingresar al mismo, lo cual es necesario. Para establecer los horarios se coloca el "SWITCH X5" en la "posición 4"



"Imagen 14" Manual del usuario

Se utilizan los pulsadores “BAJAR” y “SUBIR” para modificar el horario de inicio de ventilación y el horario de cierre, en primera instancia el sistema de control está programado para modificar la hora de inicio.



"Imagen 14b" Manual del usuario

Presionando “SET” se pasa a modificar los minutos del horario de inicio, como se indica en la “Imagen 14c.”

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 152 de 218



"Imagen 14c" Manual del usuario

Una vez establecido el horario de inicio para la ventilación deseado, Presionar "SET" nuevamente para que el sistema de control permita establecer el horario de cierre de las ventanas. El procedimiento es el mismo que el anterior. Una vez establecidos ambos horarios el sistema abrirá las ventanas cuando sea la hora indicada.



"Imagen 14d" Manual del usuario

Horarios de ventilación recomendados:

En invierno se deben tomar precauciones por las bajas temperaturas, los horarios donde se recomienda abrir las ventanas son los siguientes:

ESTACIÓN	HORARIO RECOMENDADO DE APERTURA	HORARIO RECOMENDADO DE CIERRE
Invierno	13:00 hs	15:00 hs

El sistema de control además a través del sensor exterior realiza una verificación de temperatura, en el caso de que la temperatura exterior sea menor a la "TMIN" establecida, se opta por no realizar la apertura hasta que esta condición cambie.

6) Accionamientos manuales:

Se tiene la opción de recurrir al accionar de los elementos activos de forma manual, en caso de que sea necesario. Para esto el sistema de control posee 5 pulsadores que se muestran.

Se recomienda utilizar estos accionamientos cuando ocurra alguna eventualidad y sean necesarios.



"Imagen 15" Manual del usuario

11.4 ANEXO 4: “Estudio económico”.

Crédito:

Sistema de amortización	Francés
Valor del préstamo	\$ 4.000.000,00
Tasa anual pactada (T.N.A)	35%
Periodos	12
Tasa periódica	2,92%
Cantidad de cuotas	48

N° de cuota	Saldo	Cuota de amortización	Intereses del periodo	Valor a pagar
	\$ 4.000.000,00	\$ 39.218	\$ 116.667	\$ 155.885
1	\$ 3.960.782	\$ 40.362	\$ 115.523	\$ 155.885
2	\$ 3.920.419	\$ 41.540	\$ 114.346	\$ 155.885
3	\$ 3.878.880	\$ 42.751	\$ 113.134	\$ 155.885
4	\$ 3.836.129	\$ 43.998	\$ 111.887	\$ 155.885
5	\$ 3.792.130	\$ 45.281	\$ 110.604	\$ 155.885
6	\$ 3.746.849	\$ 46.602	\$ 109.283	\$ 155.885
7	\$ 3.700.247	\$ 47.961	\$ 107.924	\$ 155.885
8	\$ 3.652.286	\$ 49.360	\$ 106.525	\$ 155.885
9	\$ 3.602.926	\$ 50.800	\$ 105.085	\$ 155.885
10	\$ 3.552.126	\$ 52.281	\$ 103.604	\$ 155.885
11	\$ 3.499.845	\$ 53.806	\$ 102.079	\$ 155.885
12	\$ 3.446.038	\$ 55.376	\$ 100.509	\$ 155.885
13	\$ 3.390.662	\$ 56.991	\$ 98.894	\$ 155.885
14	\$ 3.333.672	\$ 58.653	\$ 97.232	\$ 155.885
15	\$ 3.275.019	\$ 60.364	\$ 95.521	\$ 155.885
16	\$ 3.214.655	\$ 62.124	\$ 93.761	\$ 155.885
17	\$ 3.152.531	\$ 63.936	\$ 91.949	\$ 155.885
18	\$ 3.088.594	\$ 65.801	\$ 90.084	\$ 155.885
19	\$ 3.022.793	\$ 67.720	\$ 88.165	\$ 155.885
20	\$ 2.955.073	\$ 69.696	\$ 86.190	\$ 155.885
21	\$ 2.885.377	\$ 71.728	\$ 84.157	\$ 155.885
22	\$ 2.813.649	\$ 73.820	\$ 82.065	\$ 155.885
23	\$ 2.739.829	\$ 75.973	\$ 79.912	\$ 155.885
24	\$ 2.663.855	\$ 78.189	\$ 77.696	\$ 155.885
25	\$ 2.585.666	\$ 80.470	\$ 75.415	\$ 155.885



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 155 de 218

26	\$ 2.505.196	\$ 82.817	\$ 73.068	\$ 155.885
27	\$ 2.422.379	\$ 85.232	\$ 70.653	\$ 155.885
28	\$ 2.337.147	\$ 87.718	\$ 68.167	\$ 155.885
29	\$ 2.249.428	\$ 90.277	\$ 65.608	\$ 155.885
30	\$ 2.159.151	\$ 92.910	\$ 62.975	\$ 155.885
31	\$ 2.066.242	\$ 95.620	\$ 60.265	\$ 155.885
32	\$ 1.970.622	\$ 98.409	\$ 57.476	\$ 155.885
33	\$ 1.872.213	\$ 101.279	\$ 54.606	\$ 155.885
34	\$ 1.770.934	\$ 104.233	\$ 51.652	\$ 155.885
35	\$ 1.666.701	\$ 107.273	\$ 48.612	\$ 155.885
36	\$ 1.559.428	\$ 110.402	\$ 45.483	\$ 155.885
37	\$ 1.449.027	\$ 113.622	\$ 42.263	\$ 155.885
38	\$ 1.335.405	\$ 116.936	\$ 38.949	\$ 155.885
39	\$ 1.218.469	\$ 120.346	\$ 35.539	\$ 155.885
40	\$ 1.098.123	\$ 123.857	\$ 32.029	\$ 155.885
41	\$ 974.266	\$ 127.469	\$ 28.416	\$ 155.885
42	\$ 846.797	\$ 131.187	\$ 24.698	\$ 155.885
43	\$ 715.610	\$ 135.013	\$ 20.872	\$ 155.885
44	\$ 580.597	\$ 138.951	\$ 16.934	\$ 155.885
45	\$ 441.646	\$ 143.004	\$ 12.881	\$ 155.885
46	\$ 298.642	\$ 147.175	\$ 8.710	\$ 155.885
47	\$ 151.467	\$ 151.467	\$ 4.418	\$ 155.885
48	-\$ 0	\$ 155.885	-\$ 0	\$ 155.885



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 156 de 218

Costo unitario:

Sistema	Ítem	Cantidad necesaria	Medida comercial	Unidades	Precio unitario	Costo Total
Estructura	Perfil PGU Galvanizado 70*35* 0,9	220 m	12 m	19	\$ 5.798,00	\$ 110.162,00
	Perfil PGC Galvanizado 70*35*0,9	15 m	6m	3	\$ 2.730,00	\$ 8.190,00
	Perfil T aluminio 50mm * 50mm	20 m	6m	5	\$ 4.170,00	\$ 20.850,00
	Perfil Angulo aluminio 50mm*50mm	42 m	6m	7	\$ 1.900,00	\$ 13.300,00
	Caballote de chapa galvanizada 10cm*10 cm*0,9mm	6 m	2,1m	3	\$ 2.100,00	\$ 6.300,00
	Escuadra Pestaña Con Ala 90mm*60mm*45mm	9 u	10 u	1	\$ 1.150,00	\$ 1.150,00
	Escuadra galvanizada 30mm*70mm	18 u	10 u	2	\$ 890,00	\$ 1.780,00
	Escuadra galvanizada 100mm * 100mm * 60mm	24 u	10 u	3	\$ 1.200,00	\$ 3.600,00
	Lamina Policarbonato 6mm	41 m2	12,18m2	3,5	\$ 18.600,00	\$ 65.100,00
	Perfil U policarbonato	12m	6m	2	\$ 1.400,00	\$ 2.800,00
	Tornillo Autoerforante 1 1/2 "	200 u	100u	2	\$ 2.400,00	\$ 4.800,00
	Bulón Hexagonal Zincado 3/8 X 1	90 u	100u	1	\$ 2.680,00	\$ 2.680,00
	Cinta de aluminio Impermeable	25 m	24mm*75m	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
	Cinta Micro porosa	25 m	24mm*75m	1	\$ 1.400,00	\$ 1.400,00
Ventilación	Caño galvanizado 1 " e= 0,9 mm	24m	12m	2	\$ 6.500,00	\$ 13.000,00
	Acople galvanizado 1 "	7	10u	1	\$ 980,00	\$ 980,00
	codo galvanizado 90° 1" e= 0,9 mm	7	10u	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
	codo galvanizado 60° 1" e= 0,9 mm	7	10 u	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
	Polietileno agrícola 200 micrones	15 m2	20m2	1	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 157 de 218

	Grampa caño 1 "	18	10 u	1	\$ 550,00	\$ 550,00
	Perfil Bagueta de aluminio 12mm*32mm	16m	2m	8	\$ 1.320,00	\$ 10.560,00
	Moto reductor 24 V Marca " IGNIS" modelo MR08D02450	2	1	2	\$ 11.300,00	\$ 22.600,00
	Moto reductor 24 V Marca " IGNIS" modelo MR08D02450	1	1	1	\$ 14.000,00	\$ 14.000,00
Calefacción	Termo tanque Solar Marca "Campbell" modelo 200 Lts	1	1	1	\$ 134.769,00	\$ 134.769,00
	Bomba de recirculación "SolarLine" 15w 12 V	1	1	1	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
	Tubería 1/2 pulgada	42 m	50 m	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Riego y Temperatura	Micro aspersores Nebulizadores	6	1	6	\$ 550,00	\$ 3.300,00
	Bomba de agua 12 V	1	1	1	\$ 9.200,00	\$ 9.200,00
	Tanque de agua 50 Lts	1	1	1	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00
	Válvula solenoide 24 V	2	1	2	\$ 4.000,00	\$ 8.000,00
	Válvula de PVC 1/2 in	8	1	8	\$ 400,00	\$ 3.200,00
	Tubo de polipropileno 1/2 in	4,5 m	6m	5	\$ 1.300,00	\$ 6.500,00
Control	Micro controlador ATMEGA 2560	1	1	1	\$ 4.980,00	\$ 4.980,00
	Otros elementos electrónicos	1	1	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
	Gabinete eléctrico	1	1	1	\$ 8.990,00	\$ 8.990,00
	Fuente de alimentación 150 W	1	1	1	\$ 5.100,00	\$ 5.100,00
	Cañería de pvc	20m	3 m	7	\$ 515,00	\$ 3.605,00
	conductores eléctricos 1,5 mm	30 m	50m	1	\$ 2.189,00	\$ 2.189,00
	fin de carrera	8	1	8	\$ 2.200,00	\$ 17.600,00
						\$ 457.708,00



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 158 de 218

Activos:

Activos		Cantidad	Costo	Vida útil contable
Maquinarias y Herramientas	Atornillador inalámbrico Daewoo	3	\$48.920	10
	Cierra Ingletadora Dewalt	1	\$99.000	10
	Mesa de trabajo 2m *1m *1m	1	\$50.000	10
	Estanterías Metálica 2m*0,6m* 2m	2	\$59.000	10
	Set juego de herramientas varias	1	\$51.000	5
Equipo de computación	Pc + Monitor Armada Intel Core I5 8gb 240gb Ssd Windows 11	2	\$248.000	5
	Kit herramientas electrónicas	1	\$20.000	5
	Escritorio	2	\$28.000	5
	Silla de escritorio	2	\$20.000	5
Transporte	Camión Hyundai HD65 modelo 2015	1	\$5.000.000	5
Prototipo	Construcción de prototipo	1	\$ 525.000	20
TOTAL	TOTAL		\$6.148.920	

Depreciación de activos:

Activos	Cuota Depreciación					
	año 1	Año2	Año3	Año 4	Año 5	Valor residual
Atornillador inalámbrico Daewoo	\$4.892	\$4.892	\$4.892	\$4.892	\$4.892	\$24.460
Cierra Ingletadora Dewalt	\$9.900	\$9.900	\$9.900	\$9.900	\$9.900	\$49.500
Mesa de trabajo 2m *1m *1m	\$5.000	\$5.000	\$5.000	\$5.000	\$5.000	\$25.000
Estanterías Metálica 2m*0,6m* 2m	\$5.900	\$5.900	\$5.900	\$5.900	\$5.900	\$29.500
Set juego de herramientas varias	\$10.200	\$10.200	\$10.200	\$10.200	\$10.200	0
Pc + Monitor Armada Intel Core I5 8gb 240gb Ssd Windows 11	\$49.600	\$49.600	\$49.600	\$49.600	\$49.600	50000
Kit herramientas electrónicas	\$4.000	\$4.000	\$4.000	\$4.000	\$4.000	0
Escritorio	\$5.600	\$5.600	\$5.600	\$5.600	\$5.600	0
Silla de escritorio	\$4.000	\$4.000	\$4.000	\$4.000	\$4.000	0
Camión Hyundai HD65	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	2.000.000



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 159 de 218

modelo 2015						
Construcción de prototipo	\$ 26.250	\$ 26.250	\$ 26.250	\$ 26.250	\$ 26.250	\$ 393.750
TOTAL	\$1.125.342	\$1.125.342	\$1.125.342	\$1.125.342	\$1.125.342	\$2.572.210

Flujo de fondo Año 1:

CONCEPTO / PERIODO (Mes)	0	1	2	3	4
VENTAS	-	-	-	-	-
Cantidad de invernaderos producidos	0	1	3	2	2
Cantidad de máquinas vendidas	0	1	3	2	2
Cantidad de ventas a contado	0	0	1	1	1
Cantidad de ventas a 6 cuotas	0	0	2	1	1
INGRESOS	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas a contado	0	0	0	790.919	790.919
Ingresos por ventas a 6 cuotas	0	0	292.933	439.400	585.866
Aporte Inversionistas	5.200.000	0	0	0	0
Préstamo	4.000.000	0	0	0	0
TOTAL INGRESOS	9.200.000	0	292.933	1.230.319	1.376.786

EGRESOS FIJOS

Costo de evaluación de proyecto	300.000	0	0	0	0
Costo de fabricación de prototipo	457.708	0	0	0	0
Camión Hyundai HD65 modelo 2015	5.000.000	0	0	0	0
Seguro vehículo	0	8.500	8.500	8.500	8.500
Alquiler local	0	54.000	54.000	54.000	54.000
Sueldos + Aportes	0	187.960	187.960	187.960	187.960
Conectividad Internet + teléfono	0	2.500	2.500	2.500	2.500
Aguinaldo trabajadores	0	0	0	0	0
Maquinas Y Herramientas	307.920	0	0	0	0
Equipos informáticos	316.000	0	0	0	0
Publicidad	0	10.000	10.000	10.000	10.000
Energía Eléctrica	0	5.000	5.000	5.000	5.000
Consumo de agua potable	0	3.000	3.000	3.000	3.000
Consumo de gas	0	3.500	3.500	3.500	3.500
Amortización de Préstamo	0	155.885	155.885	155.885	155.885
EGRESOS VARIABLES	-	-	-	-	-
Elementos de construcción de maquinas	0	1.098.499	732.333	732.333	732.333
combustible vehículos	0	5.000	15.000	10.000	10.000
Viáticos	0	2.000	6.000	4.000	4.000
Subtotal de egresos	6.381.628	1.535.844	1.183.678	1.176.678	1.176.678
TOTAL EGRESOS	6.381.628	1.535.844	1.183.678	1.176.678	1.176.678



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 160 de 218

FLUJO NETO OPERATIVO DE FONDOS	2.818.372	-1.535.844	-890.745	53.641	200.108
FLUJO PROGRESIVO	2.818.372	1.282.528	391.783	445.424	645.532

5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL (AÑO)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	2	2	2	2	2	2	24
3	3	3	2	1	2	1	1	24
1	1	0	1	0	0	0	0	6
2	2	3	1	1	2	1	1	17
-	-	-	-	-	-	-	-	-
790.919	790.919	0	790.919	0	0	0	0	3.954.597
878.799	1.171.732	1.611.132	1.464.666	1.464.666	1.611.132	1.464.666	1.318.199	12.303.191
0	0	0	0	0	0	0	0	5.200.000
0	0	0	0	0	0	0	0	4.000.000
1.669.719	1.962.652	1.611.132	2.255.585	1.464.666	1.611.132	1.464.666	1.318.199	25.457.788

-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	300.000
0	0	0	0	0	0	0	0	457.708
0	0	0	0	0	0	0	0	5.000.000
8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	102.000
54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	648.000
187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	2.255.520
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
0	93.500	0	0	0	0	0	0	93.500
0	0	0	0	0	0	0	0	307.920
0	0	0	0	0	0	0	0	316.000
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	120.000
5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	60.000
3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	1.870.622
-	-	-	-	-	-	-	-	-
732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	9.154.160
15.000	15.000	15.000	10.000	5.000	10.000	5.000	5.000	120.000
6.000	6.000	6.000	4.000	2.000	4.000	2.000	2.000	120.000
1.183.678	1.277.178	1.183.678	1.176.678	1.169.678	1.176.678	1.169.678	1.169.678	20.961.430



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván
Ingeniería Electromecánica
Fecha: 29/08/2022
HOJA 161 de 218

1.183.678	1.277.178	1.183.678	1.176.678	1.169.678	1.176.678	1.169.678	1.169.678	20.961.430
486.041	685.474	427.454	1.078.907	294.988	434.454	294.988	148.521	4.496.359
1.131.573	1.817.047	2.244.501	3.323.408	3.618.396	4.052.850	4.347.838	4.496.359	

Flujo de fondo Año 2:

CONCEPTO / PERIODO (Mes)	13	14	15	16	17
VENTAS	-	-	-	-	-
Cantidad de invernaderos producidos	2	2	2	3	4
Cantidad de invernaderos vendidos	1	1	2	3	4
Cantidad de ventas a contado	0	0	0	0	0
Cantidad de ventas a 6 cuotas	1	0	1	1	2
INGRESOS	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas a contado	0	823.874	823.874	1.647.749	1.647.749
Ingresos por ventas por cuotas	1.067.985	762.847	915.416	610.277	915.416
TOTAL INGRESOS	1.067.985	1.586.721	1.739.290	2.258.026	2.563.165
EGRESOS FIJOS	-	-	-	-	-
Seguro vehículo	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Alquiler local	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
Sueldos + Aportes	187960	187960	187960	187960	187960
Conectividad Internet + teléfono	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Aguinaldo trabajadores	0	0	0	0	0
Publicidad	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Energía Eléctrica	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Red de agua	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Consumo de gas	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Amortización de Préstamo	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885
EGRESOS VARIABLES	-	-	-	-	-
Elementos de construcción de maquinas	732.333	732.333	1.098.499	1.464.666	1.464.666
combustible vehículos	10.000	10.000	10.000	15.000	20.000
Viáticos	4.000	4.000	4.000	6.000	8.000
Subtotal de egresos	1.176.678	1.176.678	1.542.844	1.916.011	1.923.011
TOTAL EGRESOS	1.176.678	1.176.678	1.542.844	1.916.011	1.923.011
FLUJO NETO OPERATIVO DE FONDOS	-108.693	410.043	196.446	342.015	640.154
FLUJO PROGRESIVO	4.387.666	4.797.709	4.994.155	5.336.171	5.976.325



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 162 de 218

18	19	20	21	22	23	24	TOTAL (AÑO)
-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	2	2	2	2	2	29
5	2	3	3	2	2	1	29
1	2	0	0	0	0	0	3
4	0	2	3	2	2	1	19
-	-	-	-	-	-	-	-
823.874	1.647.749	823.874	0	0	0	0	8.238.744
1.373.124	1.220.555	1.525.693	1.830.832	1.983.401	1.983.401	1.525.693	15.714.641
2.196.998	2.868.303	2.349.568	1.830.832	1.983.401	1.983.401	1.525.693	23.953.385
-	-	-	-	-	-	-	-
8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	102.000
54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	648.000
187960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	2.255.520
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
93.980	0	0	0	0	0	93.980	187.960
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	120.000
5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	60.000
3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	1.870.622
-	-	-	-	-	-	-	-
732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	732.333	10.618.826
20.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	435.000
8.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	58.000
1.284.658	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.270.658	16.463.927
1.284.658	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.176.678	1.270.658	16.463.927
912.340	1.691.626	1.172.890	654.154	806.723	806.723	255.035	7.779.458
6.888.665	8.580.291	9.753.181	10.407.335	11.214.058	12.020.781	12.275.817	



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 163 de 218

Flujo de fondo año 3

CONCEPTO / PERIODO (Mes)	25	26	27	28	29
VENTAS	-	-	-	-	-
Cantidad de invernaderos producidos	2	3	2	4	5
Cantidad de invernaderos vendidos	1	1	2	3	4
Cantidad de ventas al contado	0	0	2	1	3
Cantidad de ventas a 6 cuotas	1	1	0	2	1
INGRESOS	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas a contado	0	0	1.464.666	732.333	2.196.998
Ingresos por ventas por cuotas	1.678.263	1.525.693	1.067.985	1.067.985	915.416
TOTAL INGRESOS	1.678.263	1.525.693	2.532.651	1.800.318	3.112.414
EGRESOS FIJOS	-	-	-	-	-
Seguro vehículo	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Alquiler local	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
Sueldos + Aportes	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960
Conectividad Internet + teléfono	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Aguinaldo trabajadores	0	0	0	0	0
Publicidad	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Energía Eléctrica	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Red de agua	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Consumo de gas	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Amortización de Préstamo	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885
EGRESOS VARIABLES	-	-	-	-	-
Elementos de construcción de maquinas	1.098.499	732.333	1.464.666	1.830.832	1.830.832
combustible vehículos	30.000	45.000	30.000	60.000	75.000
Viáticos	10.000	15.000	10.000	20.000	25.000
Subtotal de egresos	1.568.844	1.222.678	1.935.011	2.341.177	2.361.177
TOTAL EGRESOS	1.568.844	1.222.678	1.935.011	2.341.177	2.361.177
FLUJO NETO OPERATIVO DE FONDOS	109.418	303.015	597.640	-540.859	751.237
FLUJO PROGRESIVO	12.385.235	12.688.251	13.285.891	12.745.032	13.496.269



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 164 de 218

30	31	32	33	34	35	36	TOTAL (AÑO)
-	-	-	-	-	-	-	-
5	3	4	2	2	2	1	35
5	4	4	5	3	2	1	35
2	3	1	1	2	0	0	15
3	1	3	4	1	2	1	20
-	-	-	-	-	-	-	-
1.464.666	2.196.998	732.333	732.333	1.464.666	0	0	10.984.992
1.220.555	1.220.555	1.525.693	2.135.971	1.983.401	2.135.971	1.830.832	18.308.320
2.685.220	3.417.553	2.258.026	2.868.303	3.448.067	2.135.971	1.830.832	29.293.312
-	-	-	-	-	-	-	-
8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	102.000
54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	648.000
187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	2.255.520
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
93.980	0	0	0	0	0	93.980	187.960
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	120.000
5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	60.000
3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	36.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	1.870.622
-	-	-	-	-	-	-	-
1.098.499	1.464.666	732.333	732.333	732.333	366.166	732.333	12.815.824
75.000	45.000	60.000	30.000	30.000	30.000	15.000	525.000
25.000	15.000	20.000	10.000	10.000	10.000	5.000	175.000
1.722.824	1.955.011	1.242.678	1.202.678	1.202.678	836.512	1.276.658	18.867.926
1.722.824	1.955.011	1.242.678	1.202.678	1.202.678	836.512	1.276.658	18.867.926
962.396	1.462.542	1.015.348	1.665.626	2.245.389	1.299.459	554.174	10.425.386
14.458.665	15.921.207	16.936.556	18.602.181	20.847.570	22.147.029	22.701.203	



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 165 de 218

Flujo de fondo año 4

CONCEPTO / PERIODO (Mes)	37	38	39	40	41
VENTAS	-	-	-	-	-
Cantidad de invernaderos producidos	2	2	2	6	4
Cantidad de invernaderos vendidos	1	1	2	3	4
Cantidad de ventas al contado	0	0	0	1	1
Cantidad de ventas a 6 cuotas	1	1	2	2	3
INGRESOS	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas a contado	0	0	0	703.039	703.039
Ingresos por ventas por cuotas	1.757.599	1.464.666	1.171.732	1.171.732	1.464.666
TOTAL INGRESOS	1.757.599	1.464.666	1.171.732	1.874.772	2.167.705
EGRESOS FIJOS	-	-	-	-	-
Seguro vehículo	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Alquiler local	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
Sueldos + Aportes	254.140	254.140	254.140	254.140	254.140
Conectividad Internet + teléfono	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Aguinaldo trabajadores	0	0	0	0	0
Publicidad	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Energía Eléctrica	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Red de agua	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Consumo de gas	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Amortización de Préstamo	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885
EGRESOS VARIABLES	-	-	-	-	-
Elementos de construcción de maquinas	732.333	732.333	2.196.998	1.464.666	1.830.832
combustible vehículos	30.000	30.000	30.000	90.000	60.000
Viáticos	10.000	10.000	10.000	30.000	20.000
Subtotal de egresos	1.269.358	1.269.358	2.734.024	2.081.691	2.407.857
TOTAL EGRESOS	1.269.358	1.269.358	2.734.024	2.081.691	2.407.857
FLUJO NETO OPERATIVO DE FONDOS	488.241	195.308	-1.562.291	-206.919	-240.152
FLUJO PROGRESIVO	22.896.511	23.091.819	21.529.528	21.322.609	21.082.457



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 166 de 218

42	43	44	45	46	47	48	TOTAL (AÑO)
-	-	-	-	-	-	-	-
5	4	5	5	3	2	2	42
7	8	8	2	3	1	2	42
2	3	4	1	2	0	1	15
5	5	4	1	1	1	1	27
-	-	-	-	-	-	-	-
1.406.079	2.109.118	2.812.158	703.039	1.406.079	0	703.039	10.545.592
2.050.532	2.636.398	3.075.798	2.929.331	2.782.865	2.489.932	1.904.065	24.899.315
3.456.611	4.745.517	5.887.956	3.632.371	4.188.944	2.489.932	2.607.105	35.444.908
-	-	-	-	-	-	-	-
8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
254.140	254.140	254.140	254.140	254.140	254.140	254.140	3.049.680
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
127.070	0	0	0	0	0	127.070	254.140
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	120.000
5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	60.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	155.885	1.870.622
-	-	-	-	-	-	-	-
1.464.666	1.830.832	1.830.832	1.098.499	732.333	732.333	732.333	15.378.989
75.000	60.000	75.000	75.000	45.000	30.000	30.000	630.000
25.000	20.000	25.000	25.000	15.000	10.000	10.000	210.000
2.188.761	2.407.857	2.427.857	1.695.524	1.289.358	1.269.358	1.396.428	22.437.430
2.188.761	2.407.857	2.427.857	1.695.524	1.289.358	1.269.358	1.396.428	22.437.430
1.267.850	2.337.659	3.460.099	1.936.846	2.899.586	1.220.574	1.210.677	13.007.477
22.350.307	24.687.966	28.148.065	30.084.911	32.984.497	34.205.071	35.415.747	



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 167 de 218

Flujo de fondos año 5:

CONCEPTO / PERIODO (Mes)	49	50	51	52	53
VENTAS	-	-	-	-	-
Cantidad de invernaderos producidos	2	3	4	5	6
Cantidad de invernaderos vendidos	1	2	2	7	6
Cantidad de ventas al contado	0	0	1	2	3
Cantidad de ventas a 6 cuotas	1	2	1	5	3
INGRESOS	-	-	-	-	-
Ingresos por ventas a contado	0	0	732.333	1.464.666	2.196.998
Ingresos por ventas por cuotas	1.373.124	1.067.985	1.067.985	1.678.263	1.983.401
Ingreso Valor Residual Activos					
TOTAL INGRESOS	1.373.124	1.067.985	1.800.318	3.142.928	4.180.400
EGRESOS FIJOS	-	-	-	-	-
Seguro vehículo	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
Alquiler local	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
Sueldos + Aportes	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960
Conectividad Internet + teléfono	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
Aguinaldo trabajadores	0	0	0	0	0
Publicidad	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Energía Eléctrica	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Red de agua	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Consumo de gas	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
EGRESOS VARIABLES	-	-	-	-	-
Costo materiales para fabricación	1.098.499	1.464.666	1.830.832	2.196.998	2.563.165
combustible vehículos	30.000	45.000	60.000	75.000	90.000
Viáticos	10.000	15.000	20.000	25.000	30.000
Subtotal de egresos	1.413.459	1.799.626	2.185.792	2.571.958	2.958.125
TOTAL EGRESOS	1.413.459	1.799.626	2.185.792	2.571.958	2.958.125
FLUJO NETO OPERATIVO DE FONDOS	-40.335	-731.640	-385.474	570.970	1.222.275
FLUJO PROGRESIVO	35.375.412	34.643.772	34.258.298	34.829.268	36.051.543



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 168 de 218

54	55	56	57	58	59	60	TOTAL (AÑO)
-	-	-	-	-	-	-	-
7	9	4	4	2	3	1	50
8	9	7	3	2	1	2	50
2	9	7	3	2	1	1	31
6	0	0	0	0	0	0	18
-	-	-	-	-	-	-	-
1.464.666	6.590.995	5.126.330	2.196.998	1.464.666	732.333	732.333	22.702.317
2.746.248	2.593.679	2.288.540	2.135.971	1.373.124	915.416	0	19.223.736
							2.572.210
4.210.914	9.184.674	7.414.870	4.332.969	2.837.790	1.647.749	732.333	44.498.263
-	-	-	-	-	-	-	-
8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500	8.500
54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	187.960	2.255.520
2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	30.000
93.980	0	0	0	0	0	93.980	187.960
10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	120.000
5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	60.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	42.000
-	-	-	-	-	-	-	-
3.295.498	1.464.666	1.464.666	732.333	1.098.499	366.166	0	17.575.987
105.000	135.000	60.000	60.000	30.000	45.000	15.000	750.000
35.000	45.000	20.000	20.000	10.000	15.000	5.000	250.000
3.804.438	1.919.626	1.819.626	1.087.293	1.413.459	701.126	388.940	22.063.467
3.804.438	1.919.626	1.819.626	1.087.293	1.413.459	701.126	388.940	22.063.467
406.476	7.265.048	5.595.244	3.245.676	1.424.330	946.622	343.393	19.862.586
36.458.019	43.723.067	49.318.311	52.563.987	53.988.318	54.934.940	55.278.333	



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 169 de 218

11.5 ANEXO 5: “Relevamiento de escuelas del sur mendocino”.

Luego de contactarnos con las escuelas por medios telefónicos para conocer cuál era su situación respecto a los cultivos bajo cubierta, se decidió ir a visitar a algunas que cumplieran con los requisitos necesarios del proyecto y que al mismo tiempo estaban dispuestas a recibirnos.

El alcance del proyecto es en la zona del sur de Mendoza por lo tanto visitamos escuelas en los 3 departamentos que conforman el Oasis sur:

- San Rafael.
- General Alvear.
- Malargüe.

1. Escuela El ceibo N° 4179:

El día viernes 31 del 7 de 2020 se realizó una visita a la escuela “El ceibo N° 4179, donde nos recibió la directora Eugenia Flores y también Enzo García (ingeniero agrónomo encargado de las tareas de mantenimiento de los cultivos).

Nos comentaron las tareas que realizan, sus principales problemáticas y sus necesidades.

Ubicación y datos de la escuela:

CALLE "C", el ceibo general Alvear Mendoza



Fig. 19

La escuela “El ceibo” tiene un rol social muy importante ya que se encuentra en una zona muy vulnerable socialmente, donde tienen muchas necesidades. Principalmente busca darles una alternativa económica y un refugio a muchos de sus alumnos. Su modalidad y orientación de ciencias naturales les brinda la posibilidad de obtener una salida económica tanto real como viable desde la agricultura.

A. Funcionamiento y tareas que desarrolla la escuela:

La escuela tiene con orientación en ciencias naturales y ambiente, las distintas limitantes en recursos, tanto económicos como de tiempo disponible, ha llevado a formar una forma de trabajo que se adapte a las condiciones escolares.

La escuela al no ser escuela técnica, no puede vender su producción, no lo tienen permitido. Lo que se hace es producir plantines de tomate, pimiento y melón. Se realiza una tanda de plantines al año de aproximadamente 75000 plantines, los cuales 71000 son de tomate.

Al ser solo una tanda al año, la misma se comienza en principios de octubre por lo que no hay problemas de heladas, en caso de querer realizar dos tandas, es necesario empezar antes (principio de septiembre aproximadamente).

El ciclo del plantin, desde que se coloca la semilla hasta que se puede transplantar es de 24 a 28 días, dependiendo de las temperaturas.

Estos plantines se entregan a los productores en noviembre o diciembre, que generalmente son los padres de los alumnos y se cambian por insumos y productos que garanticen poder seguir con la producción de los mismos.

Luego, después del verano cuando el productor cultiva las plantas, y en el inicio de clases del año siguiente, el productor devuelve una parte de los productos a los alumnos y los mismos le dan un valor agregado, por ejemplo, fabricando salsa de tomate.

Cerrando de esta forma el proceso productivo, desde la realización de plantines hasta darle un valor agregado al tomate, con la ayuda de los productores en el verano. Esto permite darle una alternativa económica y real a los chicos que la realizan y estar en contacto con la comunidad, lo cual es una tarea difícil ya que la comunidad presenta muchas necesidades.

B. Instalaciones de la escuela:

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramírez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 171 de 218

1. Estructuras:



Fig. 20

La escuela cuenta con dos estructuras donde se realizan los plantines que al día de la fecha se encuentran sin uso por motivos de pandemia COVID-19.

Las medidas de ambas estructuras son iguales; 25m de largo, 6m de ancho, y 2,3 m de ancho. Poseen 8 caños curvos los cuales están empotrados al suelo como base de la cubierta de Polietileno. A continuación, se observa en la imagen.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 172 de 218



Fig. 21

A su vez, los arcos son tensados desde su base por medio de alambres a dos postes para darle más rigidez a la estructura.

2. Cama de siembra:

Dentro de los invernaderos hay dos camas de siembras las cuales consisten en postes y alambres, su función es mantener a los plantines lejos del suelo para evitar distintos tipos de plagas y dejar que el agua sobrante escurra.



Fig. 22

3. Huerta al aire libre:

La escuela también posee un lugar determinado para realizar cultivo al exterior, tanto de frutas, hortalizas y aromáticas.

Se puede dividir en dos sectores, el primero de 15m* 5m (segunda imagen) dispone de riego por goteo. El segundo de 6m*4m no dispone de riego por goteo.



Fig. 23



Fig. 24

La función principal de esta huerta al aire libre es realizar plantines de distintas frutas y verduras que van a la **huerta comunitaria del barrio "Zangrandi"**, la cual es organizada por la unión vecinal del barrio. El terreno fue brindado por la municipalidad y hay gente encargada de cuidarlo, (este proyecto está en proceso, todavía no se ha concretado)

4. Sistema de riego:

La escuela cuenta con un tanque de 1000 litros donde se almacena el agua y una bomba centrífuga de 1hp, la cual se utiliza para el riego por goteo de la huerta al aire libre y para el riego por aspersión en los invernaderos.

El agua utilizada es agua potable de la red, existe derecho a riego pero no hay espacio físico para almacenar el agua.



Fig. 25

C. Necesidades detectadas:

- 1) **Se necesita automatizar el riego de los plantines ya que los mismos hay que regarlos cada 4 o 5 veces por día aproximadamente (dependiendo de la humedad y la temperatura) y una de las principales limitantes es que no hay personal en la escuela sábados- domingo y feriados.**
- 2) **El riego que se necesita es riego por aspersión, colocando una línea arriba de cada cama de siembra (2 por invernadero)**

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 176 de 218



- 3) **Se utiliza agua potable para regar, lo cual es una problemática por su conductividad térmica (En el 2019, se cortó el agua, no se pudo regar, se salinizo todo y se murieron 200 bandejas de plantines de tomate). Existe derecho a riego, pero no hay forma física de almacenar el agua.**
- 4) **Se necesita controlar la temperatura y humedad del invernadero, para automatizar la frecuencia de riego.**
- 5) **Se necesita ventilar cuando exista exceso de temperatura y calefaccionar cuando la temperatura disminuye a valores peligrosos para los plantines**
- 6) **Los sectores de riego están limitados por la bomba de 1 hp**
- 7) **Se necesita reparación de las estructuras y de las camas de siembra.**



**U.T.N.
F.R.S.R.**

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

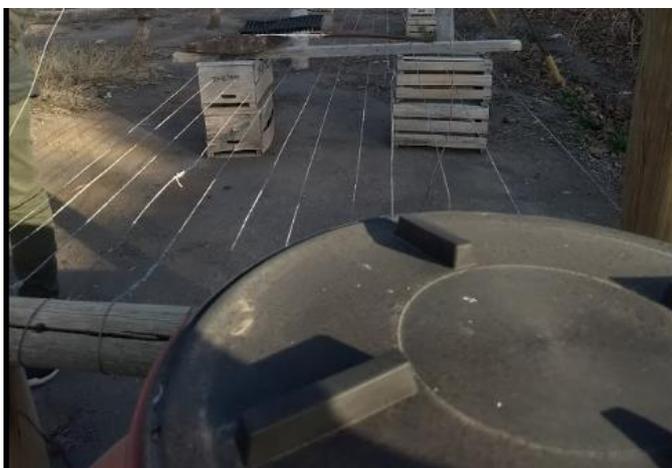
Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 177 de 218



- 8) Automatizar la fertilización foliar, una vez por semana aproximadamente, con una bomba de pulso, por la misma vía que se realiza el riego.



2. ESCUELA TÉCNICA AGROPECUARIA (E.T.A.) N°4-015 "Seizo Hoshi"

Es una escuela secundaria técnica con orientación agropecuaria ubicada en la localidad de Real del Padre, a unos 70 km al sudeste de la ciudad de San Rafael. Su domicilio es entre las calles Chaco y los Andes s/n. Tiene una asistencia de 300 alumnos.

El día viernes 31 de Julio de 2020 realizamos una visita al establecimiento en labor de relevar información y datos para nuestro proyecto. Fuimos recibidos por el docente Alejandro Sambla, quien amablemente nos contó cuales eran las tareas realizadas en el invernadero del establecimiento.



Fig. 26: Ubicación de la E.T.A. obtenida mediante la app Google Maps.

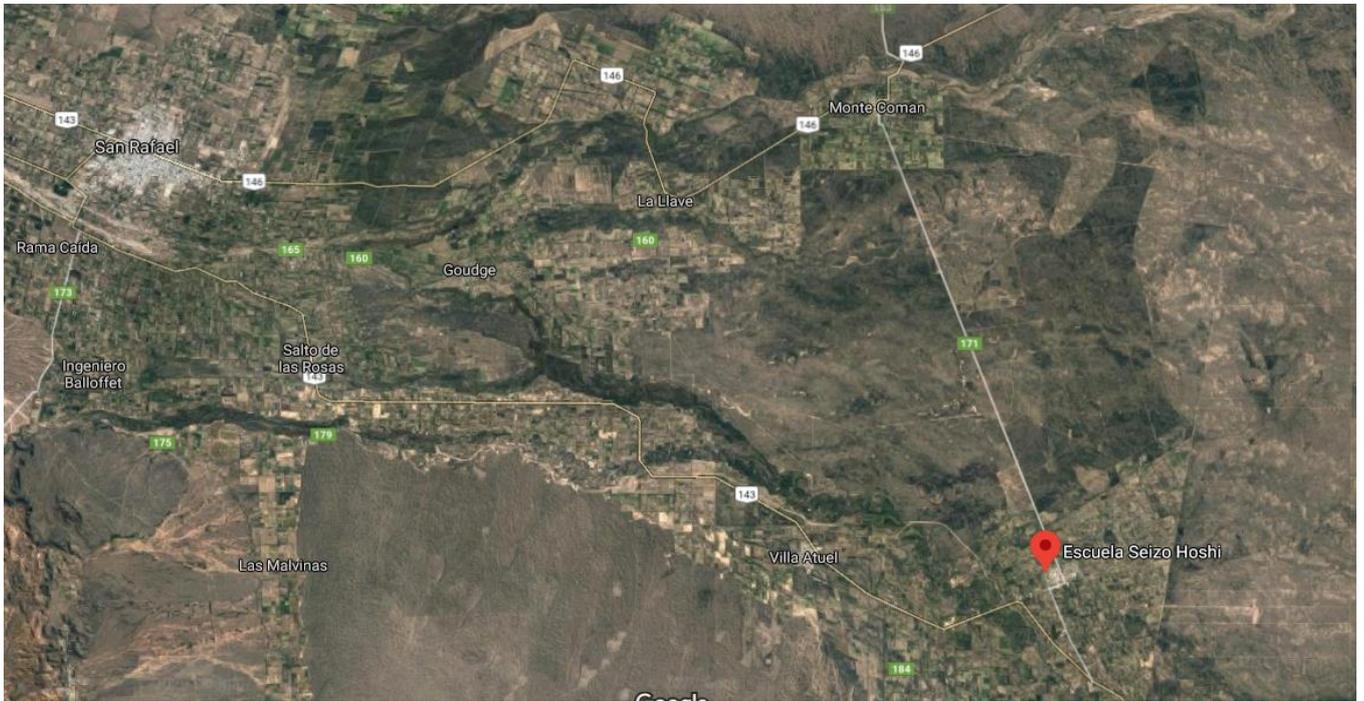


Fig. 27: Vista satelital desde la ciudad de San Rafael.

A. Funcionamiento y tareas que desarrolla la escuela:

Dentro del espacio curricular la escuela posee una materia llamada “Cultivo Bajo Cubierta” donde en un principio y antes de pasar al invernadero, desarrollaban la parte práctica de la misma en micro túneles. Debemos destacar que por medio de la dirección del colegio no hay respaldo económico para la construcción del invernadero.

Alejandro nos comentó que este fue construido con materiales reciclados y recursos traídos al establecimiento por el mismo y los alumnos.

En cuanto a la actividad, se realizan monocultivos de lechuga en espacios muy reducidos, con producciones de 6 cosechas al año obteniendo un número aproximado entre 300- 400 Kg. También se cultiva frutilla, en un sistema de estantes sobre una pared que está ubicada en uno de los extremos del invernadero. Se producen plantines en bandejas de speedling de aromáticas, de florales, hortalizas y frutales con un sustrato preparado en la misma escuela. El sustrato se prepara aprovechando los guanos de los animales de la enseñanza pecuaria y también se agrega humus obtenido de las lombrices. A eso además se le suma aserrín de la parte de la carpintería de la escuela.

Los plantines son vendidos a los productores locales y el dinero recaudado se lo quedan los alumnos que luego lo utilizan para hacer las camperas o buzo del curso u otros fines. Así el docente puede lograr un incentivo en los alumnos para realizar sus prácticas con mayor enseñanza y eficacia de aprendizaje.

Se producen 10000 plantines por tanda y son 5 tandas a partir del mes de Agosto. **Volvemos a destacar que las semillas, el polietileno, alambre y demás recursos utilizados son comprados por el profesor y luego con las ventas se recupera el dinero. Es decir, no hay apoyo económico de la escuela.**

Por último, en los micro túneles actualmente Alejandro desarrollaba cultivos de verduras como ajos, espinacas, remolachas, rabanitos, acelga, lechuga. Y en primavera algunas aromáticas como perejil, romero.

B. Instalaciones de la escuela:

1. Estructuras:



Fig. 28: Estructura de semi túnel.

Como se puede observar, la estructura del invernadero está compuesta por postes de madera enterrados al suelo y caños de acero como vigas que funcionan para sostener la cubierta. Los caños se vinculan a los postes por medio de ataduras de alambre.

El polietileno no alcanza a cubrir en su totalidad al invernadero y además posee tela media sombra para disminuir el efecto de la luz solar sobre la planta.

Las dimensiones del invernadero son de 15m* 5m *2.5m.



Fig. 29: Espacio para el cultivo de frutillas.

Sobre los estantes de la imagen se colocan caños con tierra y plantas de frutilla que son regadas por un sistema de goteo a través de un desnivel para que el agua excedente de una planta siga su curso a la planta siguiente logrando un 10 a 15% de ahorro de agua.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 182 de 218



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 183 de 218



Fig. 30: Cama de siembra del semi-túnel.

2. Sistema de riego.

Para el riego de la producción de plantines se utilizan micro aspersores impulsados por una bomba centrífuga para evitar entrar a regar en verano con las altas temperaturas. También se utiliza riego por goteo para el resto de los cultivos.

En cuanto a la fertilización también se hace por medio del riego, pero colocando en forma manual la bomba para que aspire a través de una manguera abono de un recipiente, logrando regar con una mezcla de agua y abono. Sistema tipo "Venturi"

C. Necesidades detectadas:

- **Atmósfera controlada:** se necesita mantener una temperatura cálida óptima dentro de la cubierta durante el invierno como también una buena ventilación en verano para que el calor no sofoque ni queme las plantas.
- **Se debe mejorar la estructura del invernadero ya que es bastante precaria y debe resistir cualquier fenómeno climático de condiciones normales como por ejemplo el viento.**
- **Se debe renovar la cubierta de polietileno y la cama de siembra**
- **Se debe automatizar el riego para dar la humedad necesaria a la planta y a los plantines optimizando la cantidad el agua.**
- **Otro problema detectado es la calidad en la composición del agua y que la misma contiene demasiadas sales. Por lo que sería conveniente diseñar alguna manera de filtrar o cambiar su salinidad para evitar el daño tanto en los circuitos de riego como en las plantas.**



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 185 de 218

3. Escuela de Educación Técnica (E.E.T.) N°4-171 “Hilda M. Coria”:

La escuela de educación técnica “Hilda Mabel Coria” es una institución educativa de nivel secundario con orientación agropecuaria y de gestión estatal que cuenta con una asistencia de 129 alumnos. Está ubicada en la localidad de Carmensa al sur de la ciudad de General Alvear. El día viernes 31 del 7 de 2020 se realizó una visita al predio de prácticas del establecimiento para conocer las instalaciones de sus invernaderos. Fuimos recibidos por el docente J.T.P. Nicolás Latandi que nos comentó sobre las prácticas que realizan los alumnos



Fig. 31. Ubicación del predio de prácticas sobre RN 143, km 415.



A. Funcionamiento y tareas que desarrolla la escuela:

Dentro de todas las actividades desarrolladas por el establecimiento, una materia dentro de su espacio curricular es "Cultivo Bajo Cubierta" y la práctica de la misma se lleva a cabo en el predio ubicado sobre la Ruta N° 143. Allí, además de otras instalaciones, la escuela posee dos invernaderos: uno para cultivos particulares como, por ejemplo, lechuga y acelgas y, el otro para la producción de plantines.

La escuela no vende la producción obtenida, sino que la reparte entre los alumnos que cursan la materia. En cuanto a las semillas para llevar a cabo la enseñanza, son recibidas desde el programa PRO-HUERTA del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.).

En el invernadero destinado a los plantines se producen variantes como tomate y pimiento que pueden ser vendidos o trasplantados a la tierra para continuar con el desarrollo de la planta dentro del predio. La obtención de plantines es mediante la técnica de hidroponía; sobre el piso del invernadero se coloca se hace pileta con polietileno, se llena con agua y se ponen a flotar las bandejas con semillas. Luego después de 20 días los plantines pasan a una etapa de fortificación de la planta, esto consiste en retirar las bandejas del agua pero dejarlas en el invernadero unos días antes de ser plantados en tierra. La cantidad producida es de 25000.

B. Instalaciones de la escuela:

1. Estructuras:

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramírez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 187 de 218



Fig. 33

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 188 de 218



Fig. 34

Los invernaderos están conformados por arcos hechos con caños empotrados en sus extremos al suelo. Tienen cobertura de tela media sombra ya que, uno de los problemas que se les presenta es que suelen correr vientos con una intensidad tal que llegan a romper la cobertura de polietileno. Las bandejas para la producción de plantines son de polietileno expandido. Las medidas de ambos invernaderos son de 20 metros de largo y 5 metros de ancho. En cuanto a la altura uno de ellos (producción de plantines) es de menor altura que el destinado a cultivos comunes; 2,3 metros y 1,9 metros respectivamente.



Fig. 35

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 190 de 218

2. Sistema de riego.

El predio cuenta con una pequeña presa que tiene capacidad para 3750 metros cúbicos de agua en donde la almacena para luego utilizarla en sus distintas actividades por lo que, no sería una limitante la escasez de agua.

El riego para el invernadero de los plantines es medio de una bomba que tiene la finalidad de inundar la zona de hidroponía y, en cuanto al invernadero destinado a los cultivos, se suministra agua por mediante riego por goteo. A continuación, se muestra una foto de la represa para almacenar agua.



Fig. 36. Represa con capacidad para 3750 metros cúbicos de agua.

C. Necesidades detectadas:

1. Se necesita tener una atmósfera controlada manejando parámetros como temperatura y ventilación ya que, en la zona se alcanzan temperaturas muy bajas. Controlar estos parámetros ayudaría a lograr una producción más

eficiente y obtener más opciones de plantas para que los alumnos puedan cultivar.

2. La estructura base del invernadero es muy precaria por lo que debería re diseñarse.
3. Las condiciones del suelo son muy salinas por lo que se podría diseñar alguna posible solución.
4. Automatizar el riego daría la ventaja lograr una producción más eficiente ya que ayuda a acelerar los tiempos de las distintas etapas que atraviesa de la planta hasta obtener el producto final.

D. Ventajas:

La escuela cuenta con los servicios básicos tanto de electricidad, gas, y un dato no menor que es espacio disponible para la instalación de nuestro proyecto. Además tampoco presenta la escasez de agua.

 U.T.N. F.R.S.R.	PROYECTO FINAL	Integrantes: Montoya Marcos Ramirez Iván
		Ingeniería Electromecánica
		Fecha: 29/08/2022
		HOJA 192 de 218

4. Escuela 4-196 Juan Miguel Escudero

La escuela “Juan Miguel Escudero” es una institución educativa de nivel secundario con una matrícula de 90 alumnos, es bachiller con orientación en ciencias naturales. Está ubicada en la localidad de Jaime Prats en el departamento de San Rafael. El día viernes 31 del 7 de 2020 se realizó una visita al predio de prácticas del establecimiento para conocer las instalaciones de sus invernaderos. Nos recibió el director del establecimiento Alejandro Gutierrez.

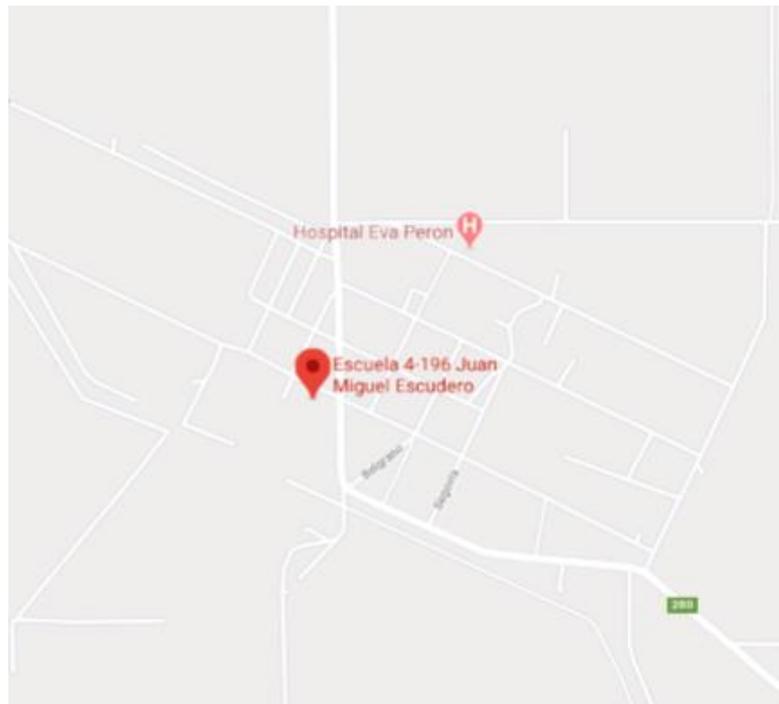


Fig.14. Ubicación Escuela 4-196 calle Sarmiento 20



Fig.15. Escuela 4-196 calle Sarmiento 20



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 193 de 218

A. Funcionamiento y tareas que desarrolla la escuela:

La escuela no cuenta con espacio curricular para materias como cultivo bajo cubierta o alguna actividad relacionada con la misma. De todas formas se logró, en años anteriores realizar cultivos de flores y lechuga, estos cultivos se vendían entre los docentes de la escuela, para poder comprar insumos (como semillas, nylon o otras cosas), la producción siempre tuvo como prioridad la parte pedagógica de invernaderos y huerta para enseñar algunos conceptos de distintas materias.

La escuela no cuenta con derecho a riego y tampoco tiene lugar propio para colocar invernaderos, el lugar donde fue realizado es prestado y se construyó con capital de los docentes de la misma, no han recibido ningún tipo de ayuda externa ni interna de la institución, Al no ser escuela técnica no cuenta con fondos para estos tipos de proyectos.

B. Instalaciones de la escuela:

Las instalaciones de la escuela se muestran en la imagen, hace más de un año que no han sido utilizadas, se encuentran en terreno que no es propio de la escuela y con poco mantenimiento.



Fig.16. Instalaciones de Escuela 4-196

La escuela utilizó una estructura de varilla estructural para el invernadero, las mismas atadas con alambres y postes para darle más rigidez a la estructura. En este

invernadero se cultivaron lechuga y flores, sobre camas de siembra, las cuales ya no se encuentran en su lugar.

También se utilizaron neumáticos viejo para sembrar distintos tipos de hortalizas, como acelga, cebolla. Estos cultivos se repartían entre alumnos que los trabajan pero su fin principal era de forma didáctica.

En la Fig 16 a la izquierda de la misma se puede ver un compostador que también fue utilizado para producir abono orgánico

C. Necesidades detectadas

Es la escuela que presenta la mayor cantidad de necesidades para realizar el proyecto. Su principal necesidad es la de disponer un terreno propio que se encuentre dentro de las instalaciones de la escuela o dentro de alguna propiedad para evitar hurtos o distintos daños que podrían provocar a las futuras instalaciones.

Luego de eso, los objetivos y necesidades serian todas las que presentas las otras escuelas que hemos visitado, y descripto anteriormente.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

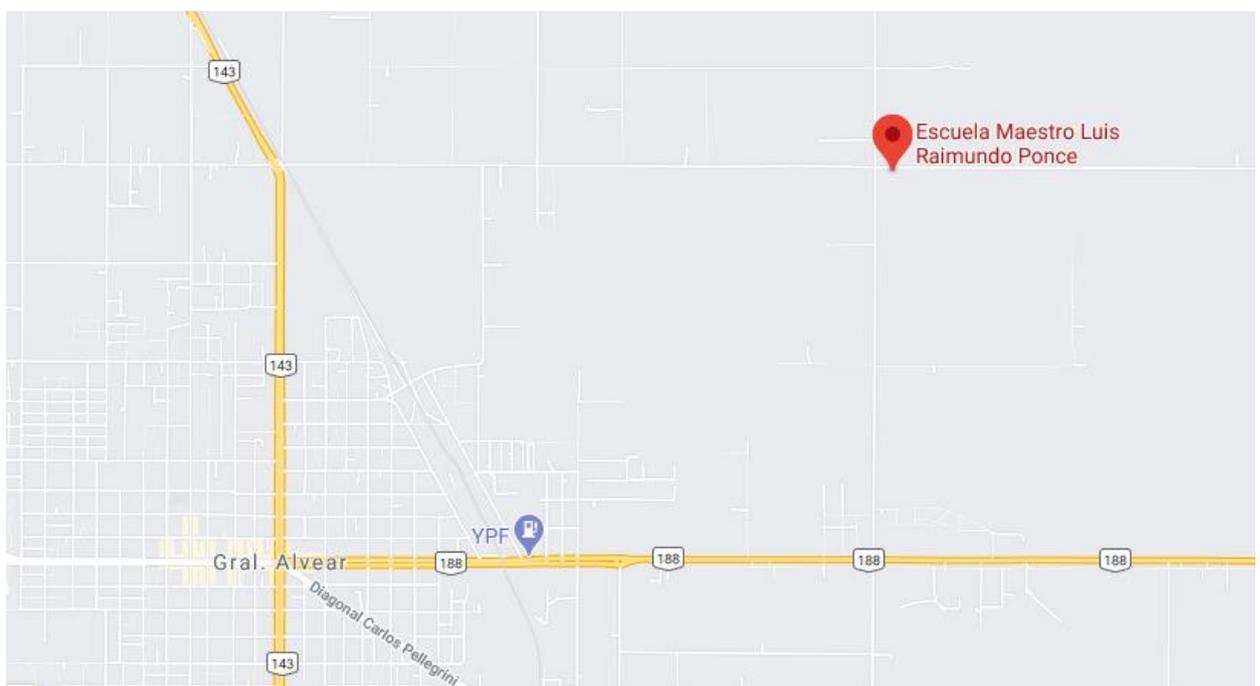
HOJA 195 de 218

5. Escuela Maestro Luis Raimundo Ponce N° 1140

El día jueves 3 de septiembre del 2020 se realizó una visita a la escuela Luis Raimundo Ponce N° 1140, fuimos recibidos por Carlos Becerra, quien es celador de la escuela y se encarga de las tareas de mantenimiento de los invernaderos desde que se empezó con la actividad agrícola en la escuela hace 20 años. Nos comentó sobre las tareas y actividades que se realizan

Ubicación y datos de la escuela:

Se encuentra ubicada en el departamento de General Alvear, CALLE 7 y Fabián Hidalgo S/N.



Es una escuela primaria con comedor, posee una matrícula de 124 alumnos.

A. Funcionamiento y tareas que desarrolla la escuela:

La escuela Luis Ponce N° 1140 realiza actividades agrícolas con el fin pedagógico sobre la actividad, y también para recolectar fondos para distintos gastos de los alumnos como por ejemplo viajes de fin de curso.



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 196 de 218

Han probado cultivar distintos tipos de cultivos, de los cuales ha tenido mayor éxito la lechuga, debido a que se cosechan en un periodo de tiempo de 60 a 65 días (dependiendo la estación). La lechuga se utiliza en el comedor y el excedente se comercializa en la zona

Fanny (Directora de la institución) nos comentó que es una condición necesaria que el trabajo se realice en el periodo de clases escolares, por el tema del seguro escolar y la disponibilidad de los maestros y alumnos para las tareas de mantenimiento. Este es el causante de porque no se cultiva tomates o otros cultivos que el tiempo de cosecha sea fuera del ciclo lectivo.

Su actividad consiste en la producción y venta de lechuga. Para esto primeramente se prepara el suelo, es decir se limpia y se abona con guano de chiva generalmente. La institución INTA ayuda en esta etapa con un moto cultivador para remover la tierra, luego se realizan los surcos, si es posible se utiliza mulching (nylon de poco espesor que sirve para guardar humedad y para que no crezcan las malezas) y queda el terreno listo para el trasplante. se reciben los plantines, los cuales son donados por un empresario, y se trasplantan. Cuando el ciclo de la planta se cumple y está lista para el consumo (45 días en verano y 80 días en invierno) se cosecha con ayuda de los padres de los alumnos y se vende en distintos lugares, generalmente en ferias.

Se realizan 3 o 4 producciones en el año en cada invernadero, de forma rotativa, es decir que en mitad de ciclo de un invernadero, comienza el ciclo en el otro. Toda la actividad se realiza en el ciclo lectivo de la escuela, (principios de marzo a principios de diciembre)

B. Instalaciones de la escuela:

1. Estructuras

La escuela posee 2 invernaderos, del mismo tamaño para duplicar la cantidad y lograr tener cultivo rotativo. Los invernaderos tienen un tamaño de 5m de ancho, 25m de largo y una altura máxima de 2.5m. El INTA proporciona el nylon para ambos invernaderos. También posee tela antigranizo en uno de ellos.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramírez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 197 de 218



2. Sistema de riego

La escuela utiliza riego por goteo con agua de la red potable, el cual se suministra las horas necesarias para mantener la humedad, el encargado de esta tarea es Carlos Becerra, principalmente los fines de semana, ya que los alumnos no asisten a clases.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 198 de 218



Se utiliza la presión de agua generada por altura del tanque el cual se encuentra aproximadamente a 15 metros de altura. Se agrega el fertilizante por las cañerías del sistema de riego a través de un sistema de Venturi.



El agua que se utiliza es el agua de la red, una necesidad es en vez de utilizar el agua potable de la red, utilizar agua de riego. La escuela dispone de una cisterna subterránea para almacenar el agua, no se utiliza actualmente.

3. Control de plagas

Una plaga es una población de animales fitófagos ya que se alimentan de materia vegetal, disminuyendo la producción de cultivos, reduciendo también el valor de la cosecha o incrementando costos en la producción. Se relaciona directamente con un criterio económico el cual se puede llegar a ver afectado en el sector empresarial e industrial ocasionado por una proliferación de plaga. En el sector agrícola existen distintos tipos de control de plagas de índole biológica y química, los cuales han ayudado controlar o bien erradicar la proliferación de plagas de cultivos

Control Biológico:

El control biológico en la liberación de enemigos naturales con el objetivo de tener bajo control los organismos que causan daño en el cultivo. Precisamente, el control biológico busca la reducción de la población de la plaga a niveles que no causen deterioro económico y que pueda garantizar la supervivencia del controlador

En la escuela Luis Ponce se utiliza control biológico utilizando tanto insectos y flores (Caléndulas), las flores atraen a los insectos que perjudican los cultivos logrando de esta forma protegerlos. Los insectos que se incorporan (Coccinelae o más bien conocidos por mariquitas).



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 200 de 218



C. Necesidades detectadas:

La necesidad que se detectaron y que nos transmitieron en la escuela para mejorar su actividad agrícola fue la disposición de un sistema de riego utilizando la cisterna subterránea, para evitar utilizar el agua potable, ya que es mucha cantidad y para riego no es lo óptimo.

Conclusión relevamiento a escuelas de la zona:

El relevamiento a las escuelas se realizó entre los periodos de tiempo del 26 de junio al 3 de agosto del año 2020, teniendo en cuenta que el mismo fue en contexto de pandemia global, lo cual nos perjudico en algunos casos ya que no todas las instituciones estaban dispuestas a recibirnos, cabe aclarar que todas las visitas fueron realizadas bajo protocolos sanitarios para evitar la propagación del virus.

Luego de contactar con gran número de escuelas a través de llamados telefónicos y distintos medios, Se logró contactar, coordinar y visitar a 5 escuelas rurales con actividad agrícola existente o experiencia pasada, las cuales estaban dispuestas a recibirnos y comentarnos su actividad (condición necesaria para la visita).

Se logró distinguir distintas coincidencias y diferencias en los trabajos de las mismas, complementando esta información con los datos obtenidos a través de contactos telefónicos.

Distinción de grupos según su actividad agrícola principal:

1) Producción de plantines:

- Escuela N° 4179 "El Ceibo" General Alvear
- Escuela N° 4015 "Seizo Hoshi" Real del padre
- Escuela N°4171 "Hilda M. Coria" Carmensa
- Escuela N° 4196 "Juan Miguel Escudero" Jaime Prat
- Escuela N° 4072 "General Martin Güemes"

Las escuelas secundarias que se contactaron tienen la particularidad que se encargan de producir plantines de distintos tipos (tomate, pimiento, etc) bajo cubierta. Además de tener cultivos de hortalizas al exterior o en micro túneles como actividad secundaria en algunos casos.

La producción de plantines es la forma en que las escuelas han encontrado para lograr ser eficientes con su espacio, trabajar en conjunto con otros productores y dentro del ciclo lectivo de clases.

Todas las escuelas secundarias utilizan la actividad agraria como producción de recursos adicionales para distintas actividades y principalmente para transmitir la enseñanza de una actividad económica viable a los alumnos.

Todas las escuelas poseen la misma limitante de tiempo, su actividad se tiene que desarrollar en el periodo de tiempo lectivo.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 202 de 218



Escuela "El ceibo"



Escuela "E.T.A Real del Padre"



Escuela "Juan Miguel Escudero"

En la imagen anterior podemos observar una característica en común de las escuelas, utilizan la misma técnica para la producción de plantines, se utiliza camas de siembra para separarlas del piso, y se riega mediante micro aspersion, bajo cubierta, estructuras e ideas similares en los 3 establecimientos.



Escuela "EET Hilda M. Coria" Carmesa

En la imagen anterior observamos que la escuela "EET Hilda M. Coria" utiliza otra técnica para el mismo fin, utilizan bandejas de siembra flotante sobre una pileta.

Producción de Plantines bajo cubierta:

<u>Escuela</u>	<u>Cantidad de invernaderos</u>	<u>m² de cubierta</u>	<u>Sistema de producción</u>	<u>Producción aproximada</u>
<ul style="list-style-type: none"> N° 4179 "El Ceibo" General Alvear 	2 (25m*6m)	2*(150)	Cama De siembra Con Aspersión	75000 1 tanda (Tomate, pimiento, melón)
<ul style="list-style-type: none"> N° 4015 "Seizo Hoshi" Real del padre 	1(15m*5m)	75	Cama De siembra Con Aspersión	60000 6 tandas (Tomate ,pimiento Melón, florales, aromáticas)
<ul style="list-style-type: none"> N°4171 "Hilda M. Coria" Carmensa 	1 (15m*5m)	75	Cama De siembra Flotante Hidroponía	25000 1 tanda (Tomate, Pimiento)
<ul style="list-style-type: none"> Escuela N° 4196 "Juan Miguel Escudero" Jaime Prat 	1(3m*7m)	21	Cama De siembra Con riego Manual	-Sin datos (Tomate, flores)



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 204 de 218

2) Producción de Hortalizas bajo cubierta

- Escuela N° 8332 “Jose Musale” Monte Coman
- Escuela N° 1140 “Maestro Luis Raimundo Ponce” General Alvear
- Escuela N° 1433 “Cruz Roja” General Alvear
- Escuela N° 4-205 “Embajador Pablo Neruda” Malargüe
- Escuela N°4171 “Hilda M. Coria” Carmensa
- Escuela N° 4196 “Juan Miguel Escudero” Jaime Prat

Las escuelas que su actividad agrícola consiste en cultivo de hortalizas de hoja (como acelga, lechuga) son en su mayoría escuelas primarias, ya que es un cultivo que se puede desarrollar todo el año, por ende se puede desarrollar durante el ciclo lectivo.

Su objetivo en estas actividades agrícolas son más que nada didácticos, y para que los alumnos observen los ciclos de cultivos. Se utiliza generalmente riego por goteo y son cultivos que no requieren constante atención y cuidado como la producción de plantines.



Escuela “Maestro Luis Raimundo Ponce”

Producción de hortalizas bajo cubierta:

Escuela	<u>Cantidad de invernaderos</u>	<u>m² de cubierta</u>	<u>Sistema de riego</u>	<u>Tipo de hortalizas</u>
Escuela N° 8332- "José Musale"	1 (3m*10m)	30	Manual	Lechuga Acelga otros
Escuela N° 1140-Luis Ponce General Alvear	2 (5m*25m)	250	Goteo	Lechuga Acelga otros
Escuela N°4171 "Hilda M. Coria" Carmensa	1(5m*20m)	100	Goteo	Lechuga Cebolla Ajo otros
Escuela N° 1433-Cruz Roja General Alvear	1	-	Goteo	Frutilla
Escuela N° 4205 -Embajador Pablo Neruda Malargue	1(5m*10m)	50	Goteo	Tomate Pimiento
Escuela N° 4196 "Juan Miguel Escudero" Jaime Prat	1(3m*7m)	21	Manual	Lechuga Flores



PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 206 de 218

Producciones e instalaciones promedio.

Para lograr diseñar un invernáculo que logre producir y desarrollar ambas actividades agrícolas elegimos los parámetros óptimos y promedios que sirvan para ambas situaciones. Tanto para la producción de plantines como la producción de hortalizas varias.

	Cantidad de Módulos(Alas)	m ² de cubierta	Técnica de riego y producción	Producción aproximada	
Producción promedio	1 (Con la posibilidad De agregarse módulos)	100 m ²	Cama De siembra Con Aspersión	25000 Por tanda	Hortalizas Varias y frutas

Cantidad de Módulos: Se selecciona un solo módulo ya que es el caso que se presenta en la mayoría de los casos, también se contempla la posibilidad de ampliar el invernadero colocando módulos paralelos al mismo.

m² de cubierta: Se elige un módulo que cubra una superficie de 100 m², 20m de largo por 5m de ancho. Esta medida se repite en varios establecimientos.

Técnica de Riego y producción: A la hora de producir plantines se utilizan camas de siembra a una altura separada del piso, lo cual los protege de posibles enfermedades. Si el invernáculo se utiliza para la producción de Hortalizas o frutas la misma se realiza en canteros ubicados en el suelo, o en surcos, y se utiliza el mismo sistema de riego.

Producción aproximada: Se obtiene de los datos anteriores, en el caso de los plantines se pueden producir 25000 por tanda aproximadamente, en el caso de las hortalizas no se registran cantidades.



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 207 de 218



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 208 de 218

11.6 ANEXO 6: “Código de Programación, Lenguaje C++, software Arduino”

```
#include <RTClib.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>

// librerias agregadas

String fecha;
String hora;
String frase;

int SENSOR = 15; //Sensor interior
int SENSOR2 = 19;
int TEMPERATURA; // Variable temperatura
int HUMEDAD; // Variable humedad
int POSICION1 = 25; // Definimos los pines de las entradas de swichX5
int POSICION2 = 26;
int POSICION3 = 27;
int POSICION4 = 28;
int POSICION5 = 29;
int SET = 22; //Definimos la entrada del pulsador SET
int BAJAR = 23; //Definimos la entrada del pulsador BAJAR
int SUBIR = 24; //Definimos la entrada del pulsador SUBIR
int HMIN = 60;
int HMAX = 75;
int TMIN = 18;
int TMAX = 25;
int contador1 = 1;
int contador = 1;
int HSINICIORIEGO = 18 ;
int MININICIORIEGO = 00 ;
int HSFINRIEGO = 18 ;
int MINFINRIEGO = 45 ;
int HSAPERTURA = 12 ;
int MINAPERTURA = 00 ;
int HSCIERRE = 14 ;
int MINCIERRE = 00 ;

// ENTRADAS MANUALES

int VENTANASMANUAL = 32;
int VENTFORZADAMANUAL = 33;
int ASPERSIONMANUAL = 34;
int RIEGOMANUAL = 35;
```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 209 de 218

```

int CALEFACCIONMANUAL = 36;

//SALIDAS

int VENTANA1 = 44;
int VENTANA2 = 43;
int EXTRACTORES = 42;
int ASPERSORES = 41;
int RIEGO = 40;
int CALEFACCION = 39;

RTC_DS3231 rtc;
DHT dht (SENSOR, DHT11);
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
    //SETUP
    lcd.begin(16, 4); //comenzar lcd //inicio lcd
    Serial.begin(9600); //comenzar comunicacion //inicio comunicacion
    dht.begin(); //comenzar sensor // inicio sensor
    rtc.begin();

    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));

    //ENTRADAS
    pinMode(POSICION1, INPUT_PULLUP); // definimos los pines del
    swichX5 como entradas
    pinMode(POSICION2, INPUT_PULLUP);
    pinMode(POSICION3, INPUT_PULLUP);
    pinMode(POSICION4, INPUT_PULLUP);
    pinMode(POSICION5, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SET, INPUT_PULLUP); //definimos los pines set, bajar,
    subir como entradas
    pinMode(BAJAR, INPUT_PULLUP);
    pinMode(SUBIR, INPUT_PULLUP);

    //ENTRADAS MANUALES
    pinMode(VENTANASMANUAL, INPUT_PULLUP); // definimos los pines del
    swichX5 como entradas
    pinMode(VENTFORZADAMANUAL, INPUT_PULLUP);
    pinMode(ASPERSIONMANUAL, INPUT_PULLUP);
    pinMode(RIEGOMANUAL, INPUT_PULLUP);
    pinMode(CALEFACCIONMANUAL, INPUT_PULLUP);
    //SALIDAS //Defunimos las 6 salidas

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 210 de 218

```

correspondiente
pinMode(VENTANA1, OUTPUT);
pinMode(VENTANA2, OUTPUT);
pinMode(EXTRACTORES, OUTPUT);
pinMode(ASPERSORES, OUTPUT);
pinMode(RIEGO, OUTPUT);
pinMode(CALEFACCION, OUTPUT);
}

void loop() {                                     //LOOP

TEMPERATURA = dht.readTemperature();           //Definimos variables que me lee el
sensor
HUMEDAD = dht.readHumidity();
    DateTime now = rtc.now();
fecha = String(now.day())+ "/" + String (now.month())+ "/" + String (now.year());
hora = String(now.hour())+ "/" + String (now.minute())+ "/" + String (now.second());
int ESTADOPOSICION1 = digitalRead(POSICION1); //leemos las entradas del sichX5
int ESTADOPOSICION2 = digitalRead(POSICION2);
int ESTADOPOSICION3 = digitalRead(POSICION3);
int ESTADOPOSICION4 = digitalRead(POSICION4);
int ESTADOPOSICION5 = digitalRead(POSICION5);
int ESTADASET = digitalRead(SET);              //leemos las entradas de los pulsadores
set,bajar,subir
int ESTADODAJAR = digitalRead(BAJAR);
int ESTADOSUBIR = digitalRead(SUBIR);
int ESTVENTILACIONMANUAL = digitalRead(VENTANASMANUAL);
int ESTVENTFORZADAMANUAL = digitalRead(VENTFORZADAMANUAL);
int ESTASPERSIONMANUAL = digitalRead(ASPERSIONMANUAL);
int ESTRIEGOMANUAL = digitalRead(RIEGOMANUAL);
int ESTCALEFACCIONMANUAL = digitalRead(CALEFACCIONMANUAL);

    if (ESTADOPOSICION1 == 0)                    // posicion 1 de swichx5 manejo de
humedad
    {
        if(ESTADASET == 0){
            contador1++;
            delay(500);
        }
        if(contador1 > 2){
            contador1 = 1;
        }
        if (contador1 == 1){                    //si la tecla de set esta presionada
            if (ESTADODAJAR == 0){
                HMIN--;
                delay(200);
            }
        }
    }

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 211 de 218

```

}
if (ESTADOSUBIR == 0) {
  HMIN++;
  delay(200);
}
}
if(contador1 == 2 ){ //si la tecla de set no esta seleccionada
if (ESTADODAJAR == 0) {
  HMAX--;
  delay(200);
}
if (ESTADOSUBIR == 0) {
  HMAX++;
  delay(200);
}
}
}
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SET HUMEDAD      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Hmin : ");
lcd.print(HMIN);
lcd.print(" %      ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Hmax : ");
lcd.print(HMAX);
lcd.print(" %      ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("      ");

}
else if (ESTADOPOSICION2 == 0) //posicion 2 de swich5 control de temperatura
{
if(ESTADOSET == 0) {
  contador1++;
  delay(500);
}
if(contador1 > 2) {
  contador1 = 1;
}
if (contador1 == 1){ //si la tecla de set esta presionada
if (ESTADODAJAR == 0) {
  TMIN--;
  delay(200);
}
if (ESTADOSUBIR == 0) {
  TMIN++;
}
}
}
}

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 212 de 218

```

    delay(200);
  }
}
if(contador1 == 2 ){
    //si la tecla de set no esta seleccionada
    if (ESTADODAJAR == 0){
        TMAX--;
        delay(200);
    }
    if (ESTADOSUBIR == 0){
        TMAX++;
        delay(200);
    }
}
}

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SET TEMPERATURA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Tmin : ");
lcd.print(TMIN);
lcd.print(" C          ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Tmax : ");
lcd.print(TMAX);
lcd.print(" C          ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("          ");

}

else if (ESTADOPOSICION3 == 0) //estado de swich X5 en posicion 3
{
    if(ESTADOSET == 0){
        // boton set presionado
        contador++;
        delay(500);
    }
    if (contador > 4){
        contador = 1;
    }
    if (contador == 1){
        if(ESTADODAJAR == 0){
            HSINICIORIEGO--;
            delay(200);
        }
        if(ESTADOSUBIR == 0){
            HSINICIORIEGO++;
            delay(200);
        }
    }
}

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 213 de 218

```

}
}
  if (contador == 2){
if(ESTADODAJAR == 0){
  MININICIORIEGO--;
  delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
  MININICIORIEGO++;
  delay(200);
}
}
  if (contador == 3){
if(ESTADODAJAR == 0){
  HSFINRIEGO--;
  delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
  HSFINRIEGO++;
  delay(200);
}
}
  if (contador == 4){
if(ESTADODAJAR == 0){
  MINFINRIEGO--;
  delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
  MINFINRIEGO++;
  delay(200);
}
}

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SET RIEGO      ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Inicio:  ");
  lcd.print(HSINICIORIEGO);
  lcd.print(":");
  lcd.print(MININICIORIEGO);
  lcd.print("hs      ");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("fin:      ");
  lcd.print(HSFINRIEGO);
  lcd.print(":");
  lcd.print(MINFINRIEGO);

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 214 de 218

```

lcd.print("hs      ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("              ");
}
else if (ESTADOPOSICION4 == 0) // estado de swich X5 en posicion 4
{
if(ESTADOSET == 0) // boton set presionado
contador++;
delay(500);
}
if (contador > 4){
contador = 1;
}
if (contador == 1){
if(ESTADOBAJAR == 0){
HSAPERTURA--;
delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
HSAPERTURA++;
delay(200);
}
}
if (contador == 2){
if(ESTADOBAJAR == 0){
MINAPERTURA--;
delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
MINAPERTURA++;
delay(200);
}
}
if (contador == 3){
if(ESTADOBAJAR == 0){
HSCIERRE--;
delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
HSCIERRE++;
delay(200);
}
}
if (contador == 4){
if(ESTADOBAJAR == 0){

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 215 de 218

```

MINCIERRE--;
delay(200);
}
if(ESTADOSUBIR == 0){
MINCIERRE++;
delay(200);
}
}

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" SET VENTILACION ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Apertura: ");
lcd.print(HSAPERTURA);
lcd.print(":");
lcd.print(MINAPERTURA);
lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Cierre:  ");
lcd.print(HSCIERRE);
lcd.print(":");
lcd.print(MINCIERRE);
lcd.print("          ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("          ");

}
else if (ESTADOPOSICION5 == 0) //posicion 3 swichX5 estado de lectura y
funcionamiento
{

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temperatura: ");
lcd.print(TEMPERATURA);
lcd.print(" C  ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Humedad: ");
lcd.print(HUMEDAD);
lcd.print(" %  ");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Fecha: "+fecha);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("Hora: "+ hora);
}

// APERTURA DE VENTANAS, SI LA HUMEDAD ES MUCHA, Y

```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 216 de 218

SI LA TEMP ES MUCHA

```
if (HUMEDAD >= HMAX || TEMPERATURA >= TMAX || ESTVENTILACIONMANUAL == 0 || (now.hour() >= HSAPERTURA && now.minute() >= MINAPERTURA && now.hour() <= HSCIERRE && now.minute() <= MINCIERRE)) {  
    digitalWrite(VENTANA1, HIGH);  
    digitalWrite(VENTANA2, HIGH);  
}  
else {  
    digitalWrite(VENTANA1, LOW);  
    digitalWrite(VENTANA2, LOW);  
}
```

```
//if (now.hour() == HSCIERRE && now.minute() == MINCIERRE) {  
    // digitalWrite(VENTANA2, LOW);  
    // digitalWrite(VENTANA1, LOW);  
//}
```

```
if (HUMEDAD <= HMIN || TEMPERATURA >= (TMAX + 5) || ESTASPERSIONMANUAL == 0) {  
//HUMEDAD MENOR A LA MINIMA, PRENDEMOS ASPERSORES
```

```
    digitalWrite(ASPERSORES, HIGH);
```

```
}
```

```
else{
```

```
    digitalWrite(ASPERSORES, LOW);
```

```
}
```

```
if (TEMPERATURA <= TMIN || ESTCALEFACCIONMANUAL == 0) {
```

```
//
```

```
TEMPERATURA MENOR A LA MINIMA PRENDEMOS CALEFACCION
```

```
    digitalWrite(CALEFACCION, HIGH);
```

```
}
```

```
else{
```

```
    digitalWrite(CALEFACCION, LOW);
```

```
}
```

```
if (TEMPERATURA >= TMAX || ESTVENTFORZADAMANUAL == 0) {
```

```
//
```

```
TEMPERATURA MAYOR A LA MAXIMA PRENDEMOS EXTRACTORES Y ABRIMOS VENTANAS (EN EL CODIGO DE ARRIBA)
```

```
    digitalWrite(EXTRACTORES, HIGH);
```

```
}
```

```
else{
```

```
    digitalWrite(EXTRACTORES, LOW);
```

```
}
```

```
if (ESTRIEGOMANUAL == 0 || (now.hour() >= HSINICIORIEGO && now.minute() >= MININICIORIEGO && now.hour() <= HSFINRIEGO && now.minute() <= MINFINRIEGO)) {
```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 217 de 218

```
digitalWrite (RIEGO, HIGH) ;  
}  
else {  
digitalWrite (RIEGO, LOW) ;  
}  
}  
//
```



U.T.N.
F.R.S.R.

PROYECTO FINAL

Integrantes: Montoya Marcos
Ramirez Iván

Ingeniería Electromecánica

Fecha: 29/08/2022

HOJA 218 de 218

