

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA CABINA DE DESINFECCIÓN A  
TRAVÉS DE LUZ ULTRAVIOLETA PARA EL COVID 19**

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Electrónica y Automatización Industrial**

Presentado por:

Angie Lilibeth Abatte Cabezas

Zulay Del Rocío Garzón Bohórquez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

## DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a Dios, ya que sin el nada podemos hacer, gracias a Dios hemos podido culminar una de nuestras metas a pesar de la situación que actualmente se vive en el país.

A mis madres Blanca Fajardo y Martha Bohórquez, por llenarme de amor y brindarme las herramientas necesarias para mi formación. A mis tíos y tías, por ser mi ejemplo a seguir, dándome palabra de sabiduría. A Eduardo Arias mi novio y futuro compañero de vida por la constante disponibilidad cuando más lo he necesitado. A mis primos y demás familiares, por mostrarme una mejor perspectiva de la vida.

Zulay Garzón Bohórquez

A mis padres Rubén Abatte y María Esther Cabezas quienes han sido mi motor de fuerza e inspiración, por haber forjado principios y valores para poder alcanzar mis logros y desarrollarme como persona, hija y profesional. A mis hermanos quienes han sabido apoyarme continuamente a lo largo de toda mi carrera; a mi familia en general por el amor, comprensión y paciencia otorgada.

Angie Abatte Cabezas

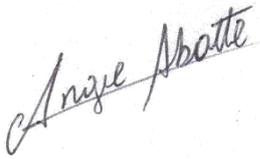
## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros tutores PhD. Wilton Agila Gálvez y MSc. Dennys Cortez Alvarez, por ser una guía en este arduo proceso y por el apoyo prestado durante el desarrollo de esta tesis.

Agradezco la consultoría del Ing. Robert Coloma que nos ayudó a despejar dudas. Al Arq. José Cueva por brindar sus conocimientos. A la Lic. Barbara Navarrete por facilitar documentación científica, que ayudaron la solución del problema planteado.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Angie Abatte Cabezas y Zulay Garzón Bohórquez damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Angie Lilibeth  
Abatte Cabezas



---

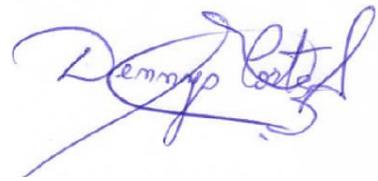
Zulay Del Rocío  
Garzón Bohórquez

## EVALUADORES



---

**PhD. Wilton Agila Gálvez**  
PROFESOR DE LA MATERIA



---

**MSc. Dennys Cortez Alvarez**  
PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En la actualidad, la emergencia sanitaria ocasionada por el Coronavirus afecta a la vida humana ocasionando muerte y afectaciones económicas a nivel mundial, perjudicando fundamentalmente a la producción y principales socios comerciales, tanto en la cadena de suministros como en el mercado. Los intentos del gobierno para poder disminuir los contagios son pocos predecibles y efectivos a la hora de ejecutar dichas instrucciones y poder salvaguardar la vida humana; en base a lo expresado el presente Proyecto Integrador provee una guía metodológica completa que permite crear un diseño automatizado, económico y eficiente de una cabina de desinfección a través de luz ultravioleta que garantiza una reducción de al menos el 99% en bacterias, virus y hongos existentes en superficies inanimadas, empleando dispositivos electrónicos básicos con capacidad de otorgar seguridad, control y disponibilidad.

El proyecto desarrollado consta de tres etapas: En el primer capítulo se realiza una descripción de los métodos de desinfección físicos y químicos utilizados y sus principales características, se exponen los métodos de desinfección a través de luz ultravioleta con sus aplicaciones primordiales sobre microorganismos o patógenos fundamentadas y corroboradas experimentalmente.

A partir del argumento teórico detallado, en el capítulo dos se describe un diseño mecánico para formar el armazón en función de las dimensiones establecidas, un diseño eléctrico que se fundamenta en selección y conexión de todos los dispositivos electrónicos y eléctricos, protecciones de voltaje y corriente colocados y el diseño físico que manifiesta la estética del producto final.

En el capítulo tres se presentan los resultados obtenidos por medio de la programación realizada y la visualización de la interfaz por pantalla táctil, además se lleva a cabo comparaciones entre los cálculos matemáticos y la simulación de la variación de intensidad con la luz ultravioleta. Se presenta un resumen del análisis de costos, de potencia y de peso respectivamente, además de incluir el manual de usuario.

## **ABSTRACT**

Currently, the health emergency caused by the Coronavirus affects human life causing death and economic damage worldwide, the government's attempts to reduce infections are few predictable and effective when executing these instructions and being able to safeguard the human life, based on what has been expressed, this Integrating Project provides a complete methodological guide, based on previously experimental and certified studies, which allows creating an automated, economical and efficient design of a disinfection cabinet using ultraviolet light that guarantees a reduction of at least 99% in bacteria, viruses and fungi existing on inanimate surfaces using basic electronic devices with the ability to provide security and electronic control from the programming language, in addition to being able to generate profits from the first use.

Keywords: electronic control, reduce infections, certified studies, programming language.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	VII
ABREVIATURAS .....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	X
CAPITULO I .....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Marco teórico .....	4
1.4.1 Antecedentes históricos .....	4
1.4.2 Epidemias a nivel global .....	5
1.4.3 Coronavirus y métodos de desinfección.....	6
1.4.4 Sensibilidad a la temperatura.....	8
1.4.5 Luz Ultravioleta .....	9
1.4.6 Evidencias respecto a bacterias.....	11
1.4.7 Evidencias respecto a virus .....	12
1.4.8 Evidencia respecto a coronavirus .....	12
1.4.9 Balastro .....	14
1.4.10 Ventilador.....	15
1.4.11 Raspberry Pi .....	15
1.4.12 Relé .....	16
1.4.13 Pantalla táctil .....	17
1.4.14 Raspbian.....	18
1.4.15 Codesys.....	18
CAPITULO 2 .....	19

2. Diseño Conceptual .....	20
2.1 Diseño mecánico.....	20
2.1.1 Dimensión del área de exposición .....	20
2.1.2 Selección del material de la cabina interna. ....	21
2.1.3 Cálculo del peso total de la cabina interna. ....	21
2.1.4 Selección de bisagra para puerta.....	22
2.2 Diseño eléctrico .....	23
2.2.1 Selección de lámpara UVC .....	23
2.2.2 Ubicación de lámparas.....	29
2.2.3 Reflexión de luz UVC en área de exposición .....	29
2.2.4 Selección de protector de lámpara UVC .....	30
2.2.5 Selección de soporte de lámpara UVC .....	31
2.2.6 Selección del balastro electrónico.....	31
2.2.7 Selección de tira de luz led .....	33
2.2.8 Selección de ventilador .....	33
2.2.9 Selección del sensor de temperatura y humedad .....	34
2.2.10 Selección del pulsador magnético.....	35
2.2.11 Selección de cerradura eléctrica .....	35
2.2.12 Selección de alarmas visuales y acústicas.....	36
2.2.13 Selección del Sistema de cobros .....	37
2.2.14 Selección del Controlador .....	38
2.2.15 Selección del relé.....	39
2.2.16 Selección de pantalla Táctil .....	40
2.2.17 Selección de Fuente de 24 Voltios.....	41
2.2.18 Selección del Convertidor reductor .....	41
2.2.19 Selección del disyuntor .....	42
2.3 Diseño físico: .....	42
2.3.1 Selección de cobertura de vidrio .....	43
2.3.2 Selección de la estructura externa .....	43
2.3.3 Selección de la estructura plástica.....	44
2.4 Diagrama general de conexiones.....	44
2.4.1 Tabla de entradas y salidas de la Raspberry Pi .....	46
2.4.2 Diagrama eléctrico de conexiones de la Raspberry Pi .....	46
2.4.3 Diagrama de relés de 120 V y 24 V .....	47
2.5 Selección del calibre del cable .....	50

2.6 Configuraciones generales.....	50
2.6.1 Para comunicar la Raspberry pi con el software Codesys.....	50
CAPITULO 3 .....	52
3. Resultados y Análisis .....	52
3.1 Visualización por pantalla.....	53
3.2 Diagrama de flujo .....	56
3.3 Análisis de costos .....	57
3.4 Análisis de Potencia.....	59
3.5 Análisis de Peso .....	60
CAPITULO 4 .....	61
4. Conclusiones y recomendaciones .....	61
BIBLIOGRAFÍA .....	63
ANEXO .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Espectro electromagnético, mostrando tipo y longitud de onda. ....	9
Figura 1.2 Pico de absorbanca entre el ADN y el ARN.....	10
Figura 1.3 Dosis infecciosa de virus en un tiempo de 15 min. (Darnell, Subbarao, Feinstone, & R., 2004) .....	13
Figura 1.4 Estabilidad del Coronavirus a diferentes tiempos de exposición.....	14
Figura 2.1 Dimensiones de la cabina interior.....	20
Figura 2.2 Bisagra de la puerta. ....	23
Figura 2.3 Sección de radiación UV sometida a 1m y 0.3354 m.....	24
Figura 2.4 Ubicación de lámparas en cabina interna.....	26
Figura 2.5 Variación de radiación en diferentes puntos.....	26
Figura 2.6 Dimensiones y estructura de lampara UV-C.....	29
Figura 2.7 Posicionamiento de las 2 lámparas UVC en cabina interna.....	29
Figura 2.8 Intersección de la proyección de dos lámparas. ....	30
Figura 2.9 Reflexión de luz UVC en diferentes perspectivas de vista. ....	30
Figura 2.10 Protector (Cristal de Cuarzo) de lámpara UV-C.....	31
Figura 2.11 Dimensión en cm y detalle físico de grampa. ....	31
Figura 2.12 Conexión de balastro a dos lámparas UVC. ....	32
Figura 2.13 Diseño físico y dimensiones de la cabina. ....	43
Figura 2.14 Carcasa de hierro negro de la cabina de desinfección. ....	44
Figura 2.15 Diagrama de conexiones de dispositivos de entrada y salida.....	45
Figura 2.16 Pines GPIO. ....	46
Figura 2.17 Diagrama de conexiones de la Raspberry Pi 4.....	47
Figura 2.18 Diagrama de Conexiones del Relé de 24V.....	48
Figura 2.19 Diagrama de Conexiones del Relé de 24V.....	49
Figura 2.20 Configuración de la IP de la Raspberry en Codesys.....	51
Figura 3.1 Interfaz gráfica de usuario mostrado por pantalla táctil.....	54
Figura 3.2 Interfaz gráfica mostrando primera ventana emergente.....	54
Figura 3.3 Interfaz gráfica mostrando segunda ventana emergente. ....	55
Figura 3.4 Interfaz gráfica mostrando tercera ventana emergente.....	55
Figura 3.5 Diagrama de flujo. ....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Agentes antimicrobianos efectivos contra diferentes coronavirus: (HCoV-229E), (MHV-2 y MHV-N), (CCV), (TGEV) y (SARS-CoV). (Baka, Cenciarelli, & ECDC, 2020).....	8
Tabla 1.2. Eficacia de la radiación UV en la reducción del número de bacterias cultivables (ANSES, 2010) .....	11
Tabla 1.3. Inactivación viral (ANSES, 2010). .....	12
Tabla 1.4. Comparaciones de estudio realizados respecto a dosis necesarias de Luz UV-C .....	14
Tabla 1.5 Características de las diferentes versiones de Raspberry Pi. ....	16
Tabla 2.1. Parámetros de espesor, dimensiones y peso del acero inoxidable. ....	22
Tabla 2.2. Especificaciones técnicas de lámparas de luz UV según Industrial Zone, Zhoujun, Jiangmen, Guangdong, China .....	24
Tabla 2.3. Resultados obtenidos de análisis matemático. ....	25
Tabla 2.4. Entradas y salidas en los terminales de la Raspberry pi 4. ....	46
Tabla 2.5. Dimensión del cable para conexiones general. ....	50
Tabla 3.1 Costos de la estructura de la cabina.....	57
Tabla 3.2 Costos de materiales de importación.....	57
Tabla 3.3 Costos de dispositivos electrónicos. ....	58
Tabla 3.4 Costos adicionales .....	58
Tabla 3.5 Potencia de consumo total. ....	59
Tabla 3.6 Peso de cada material utilizado en el diseño .....	60

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 . Grafica en Matlab que indica la variación de radiación de dos lámparas UVC. ....	53
--	----

## ABREVIATURAS

<b>ABS</b>	Acrilonitrilo Butadieno Estireno.
<b>ADN</b>	Ácido desoxirribonucleico.
<b>ARN</b>	Ácido Ribonucleico.
<b>AWG</b>	American Wire Gauge
<b>CCV</b>	Coronavirus canino.
<b>CE</b>	Conformidad Europea.
<b>CFM</b>	Pies cúbicos por minuto.
<b>DSI(LCD)</b>	Display Serial Interface.
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency.
<b>GPIO</b>	General Purpose Input/Output.
<b>GPU</b>	Graphics processing unit.
<b>H2N2</b>	Gripe porcina.
<b>HCoV-229E</b>	Coronavirus humano 229E.
<b>HDMI</b>	High-Definition Multimedia Interface.
<b>I2C</b>	Inter-Integrated Circuit.
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission.
<b>INEC</b>	Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos.
<b>MHV-2</b>	Virus de la hepatitis del ratón.
<b>MHV-N</b>	Virus de la hepatitis del ratón.
<b>MIPI</b>	Mobile Industry Processor Interface.
<b>NEC</b>	Norma Ecuatoriana de la Construcción.
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>PC</b>	Computadora personal.
<b>PCB</b>	Placa de circuito impreso.
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable.
<b>PoE</b>	Power over Ethernet.
<b>RAM</b>	Memoria de Acceso Aleatorio.
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>RH</b>	Humedad relativa.
<b>ROHS</b>	Restriction of Hazardous Substances.
<b>SARS</b>	Síndrome respiratorio agudo severo.

<b>SARS-CoV</b>	Coronavirus del Síndrome respiratorio agudo grave.
<b>SARS-CoV-P9</b>	Cepa Coronavirus del Síndrome respiratorio agudo grave.
<b>SoC</b>	System on Chip.
<b>SPI</b>	Serial Peripheral Interface.
<b>SSH</b>	Secure Shell.
<b>TGEV</b>	Virus de gastroenteritis transmisible.
<b>UART</b>	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter.
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol.
<b>UNE</b>	Una Norma Española.
<b>UNE EN</b>	Una Norma Española-European Norm.
<b>UNE EN ISO</b>	Una Norma Española-European Norm-International Standarization Organization.
<b>UV</b>	Ultravioleta de onda.
<b>UVC</b>	Ultravioleta de onda C.
<b>VIRUS XMRV</b>	Xenotropic Murine Leukemia virus.

## SIMBOLOGÍA

<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>A</b>	Amperios
<b>cd</b>	Candela
<b>cm</b>	Centímetros
<b>dBA</b>	Decibelios
<b>FPS</b>	Frames per second
<b>Gb</b>	Gigabyte
<b>GHz</b>	Gigahercio
<b>gr</b>	Gramos
<b>J</b>	Julios
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>m</b>	Metros
<b>M2</b>	Metros cuadrados
<b>M3</b>	Metros cúbicos
<b>mA</b>	Mili – Amperios
<b>mh</b>	Mili – Ohmios
<b>ml</b>	Mililitros
<b>mV</b>	Mili – Voltios
<b>nm</b>	Nanómetros
<b>V</b>	Voltios
<b>Vac</b>	Voltios Ac
<b>Vdc</b>	Voltios Ac
<b>W</b>	Vatios

# CAPITULO I

## 1. Introducción

### 1.1 Descripción del problema

A medida que la ciencia avanza, la evolución de los humanos, plantas, animales e incluso virus y bacterias se desarrollan a gran velocidad; aunque, técnicamente, los virus necesiten un organismo huésped con la finalidad de evolucionar y generar mutaciones existen apariciones de nuevas cepas de virus que confirman el resultado de la gran capacidad de microorganismos que debilitan el sistema inmunológico. “Las enfermedades infecciosas como bacterias, virus, parásitos y hongos pueden transmitirse, directa o indirectamente, de una persona a otra, por vía aérea y por contaminación de agua y alimentos” (Organización Mundial de la Salud, 2020).

La reciente aparición del SARS-CoV-2, indican que los patrones de transmisión, el sistema sanitario, el desorden de higiene y los factores de riesgo de infección en la población en general se vuelven vulnerable a la hora de erradicar estas patologías virológicas, que desencadena una serie de afecciones en el sistema de salud principalmente, pero también en el sector industrial, económico y político. Según el reporte de la OMS, del 8 de junio del 2020 “los casos registrados con Covid-19 son 3.366.251 personas infectadas solo en América” (Organización Mundial de la Salud, 2020).

La COVID-19 es la enfermedad causada por el coronavirus que origina infecciones respiratorias provocando desde un resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio. La enfermedad se propaga principalmente de persona a persona a través de las gotículas que salen despedidas de la nariz o la boca de un individuo infectado al toser, estornudar o hablar. Se puede contraer la COVID-19 si se inhala las gotículas o estas caen sobre los objetos y superficies que rodean a la persona, como mesas, pomos, artículos de primera necesidad, etc. De modo que pueden infectarse si tocan esos objetos o superficies y luego se tocan los ojos, la nariz o la boca. (Naciones Unidas Honduras, 2020)

Un informe del ministerio de Sanidad sobre la covid-19, actualizado a 4 de abril, indica el tiempo de permanencia de este virus en diferentes superficies, con resultados avalados por diversos estudios científicos y especifican los tiempos de permanencia cuando se mantiene entre 21-23° y con un 40% de humedad relativa en las siguientes superficies:

- Cobre 4 horas
- Cartón 1 día
- Acero inoxidable 2 días
- Billetes 4 días
- Tela 4 días
- Plástico 3 días.

Estos datos nos dan una visión a lo que nos estamos enfrentado ya que si se quiere manipular un objeto habría que dejarlos 'reposar' al menos 24 horas antes de tocarlos con las manos (Medicine, 2020).

Por consiguiente, la OMS indica medidas de prevención como lavarse las manos frecuentemente, mantener distancia y cubrirse al estornudar. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en su revista de Estadísticas y Metodologías del año 2017, declara que:

Lavarse las manos frecuentemente puede disminuir la probabilidad de contraer enfermedades gastrointestinales, como la diarrea en un 42%, y las infecciones respiratorias agudas hasta en un 34%. También se ha demostrado que la reducción de la mortalidad neonatal y las infecciones de la piel está asociada con lavarse las manos de manera usual. (INEC, Nabernegg, García, & Moreno, 2017, p. 142)

Por lo que en términos generales se puede concluir que lavarse las manos con agua y jabón correctamente ayuda a que cada persona goce de buena salud. Sin embargo, no existen un sistema de desinfección que garantice a las personas al momento de compra un producto que este se encuentra desinfectado correctamente y al estar fuera del hogar no es posible adoptar esta forma de prevención de manera eficiente, por ende, no se ratifica la posibilidad mínima de contagio por medio del tacto o por contaminación cruzada con productos cualesquiera, incluyendo alimentos rápidos. Debido a esto se

plantea un diseño de desinfección a través de luz Ultravioleta, ya que esta nueva forma de desinfección se está volviendo la forma más eficiente de neutralizar materiales, utensilios hospitalarios y aparatos electrónicos; se desea realizar un sistema automático para ser utilizado de manera sencilla por el usuario sin riesgo a exponerse a la radiación de la luz UVC y que cumpla con todos los requerimientos de desinfección y sanidad.

## **1.2 Justificación**

La desinfección a través de la luz UV-C elimina la capacidad de reproducción de célula en el microorganismo, destruyendo todo tipo de bacterias, virus y hongos, complementando los protocolos de limpieza y desinfección establecidos por la Organización Mundial de la Salud; su importancia radica en que es un proceso físico que, a diferencia de la ozonificación, previene la dispersión de enfermedades patológicas diversas y ayuda a que no existan cambios en las propiedades físicas y químicas del material sometido a dicha radiación.

El diseño de la cámara de desinfección contribuye a disminuir el riesgo de infección que se puede producir en sector comercial, hospitalario, alimenticio e incluso otras áreas del sector económico, ya que este diseño se adapta a las posibilidades de utilidad pública precisamente cuando el individuo no tiene las posibilidades de mantener la prevención establecida por el ministerio de salud al estar en actividad recurrente, además este sistema aporta exponencialmente el desarrollo de nuevas tecnologías e investigación, ayudando al crecimiento a nivel académico y estableciendo el vínculo comercial que se necesita para innovar, producir y consumir productos realizados por nuestra nación.

El sistema de desinfección no solo se cree necesario para tiempos de pandemia sino el enfoque que se desea promover es consolidar su uso como una forma de salud higiénica que cada habitante debe establecer en su vida cotidiana, mejorando así el desorden higiénico que existe en el sector comercial formal e informal.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar conceptualmente una cabina de desinfección para distintos productos a través de luz ultravioleta C, empleando dispositivos electrónicos y software programable que garantice la reducción del contagio de Covi-19, por contaminación cruzada.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Definir métodos de desinfección por medio de luz ultravioleta C, de acuerdo con el tiempo de exposición, para inactivar microorganismos como bacterias, virus y hongos de manera óptima.
- Identificar los componentes, controladores y dispositivos electrónicos para el cumplimiento del objetivo general del proyecto.
- Realizar un estudio previo al diseño para el proceso de desinfección, por medio de cálculos y análisis, para garantizar un proceso autónomo.
- Diseñar un esquema de las conexiones para mostrar las señales generadas en los sistemas de control y mando.
- Garantizar el proceso de desinfección de luz ultravioleta para que cumpla con las normas de higienes y satisfaga los requerimientos del usuario.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Antecedentes históricos**

La limpieza y la desinfección han sido procesos realizados desde muchos años atrás que consisten en eliminar microorganismos infecciosos mediante el uso de agentes químicos o físicos. Los agentes antimicrobianos designados como desinfectantes son a veces utilizados como agentes esterilizadores, agentes de saneamiento o antisépticos.

Los desinfectantes modernos se componen de formulaciones complejas que comprenden sustancias químicas, jabones, detergentes y compuestos que favorecen la penetración de las sustancias activas. La sutil distinción semántica entre los términos de

desinfectante, agente de saneamiento, antiséptico y esterilizador se refiere a la meta que se persigue con dichos productos, así como a la composición y grado de concentración de sus sustancias químicas; también entran en juego el tiempo durante el cual se ha de mantener el producto en contacto con las superficies por tratar, el nivel de residuos que se puede aceptar y el entorno en el que se desarrolla el proceso.

Los métodos químicos de desinfección mediante un punto de vista histórico pueden asociarse en:

- Desinfección por fumigación: La fumigación se la utiliza primordialmente para descontaminación de aire, purificar ambientes y eliminar insectos, sin embargo, su uso puede ocasionar enfermedades en las personas u animales que perciben su sustancia química
- Desinfección por desecación: Se asocia directamente con los rayos ultravioleta por la exposición del sol, principalmente utilizado en reposado de cadáveres y embalsamiento.

Los métodos físicos de desinfección mayormente utilizados son el calor y la luz ultravioleta por generación de altas temperaturas y longitudes de onda cortas y largas respectivamente, sin embargo, esta es una ciencia en constante evolución. Nuevos productos han aparecido, así como nuevas formas de desinfectar, desde la primera olla de presión (como esterilizador) que se utilizó en 1876; la ozonificación por tubo de inducción empleada medicamente para limpieza y desinfección de las heridas de guerra en 1915 y la luz Ultravioleta que actualmente es un método eficiente para la eliminación de cualquier microorganismo en líquidos y sólidos.

#### **1.4.2 Epidemias a nivel global**

Las autoridades de control de enfermedades deben examinar cada paso de la red epidemiológica, es decir seguir la evolución de los agentes patógenos desde el reservorio donde sobreviven y se reproducen hasta los nuevos huéspedes sensibles. Muchas enfermedades infecciosas se transmiten por contacto entre una población sensible y por objetos infectados por una enfermedad aguda o portadores de una infección crónica. La mayoría de estas enfermedades son causadas por bacterias que pueden sobrevivir y

reproducirse fuera del cuerpo; incluyen las infecciones bacterianas entéricas y respiratorias.

- En el año 1347 la gran **Peste Negra** afectó a varios países de Asia Central, producida por la bacteria *Yersinia pestis*, la cual provenía de las pulgas y ratas; a causa de la negligencia y mala higiene provocó la muerte de un tercio de la población europea (200.000.000 personas aproximadamente).
- En el año 1817 llegó a Europa el **Colera**, una enfermedad infecciosa causada por las enterotoxinas del bacilo *Vibrio Cholerae*, la cual fue transmitida por el agua y los alimentos, ocasionando varios brotes en 1833-1834; causó 300.000 muertos.
- En el año 1918, apareció la **Gripe Española** causada por un brote de influenza virus A (H1N1) siendo la más devastadora de la historia ya que no existían protocolos de seguridad, se estima que hubo 50.000.000 muertos.
- En el año 1957 llegó a Asia la **Gripe Asiática**, provocado por un nuevo virus de la influenza A (H2N2) causando la muerte de 116.000 personas aproximadamente.
- En el año 2009, aparece un brote de **Gripe Porcina**, que se originó a través del virus de la gripe Aviar, porcina y humana. Inicialmente aparece en cerdos del país mexicano y se propaga a nivel mundial al momento de estornudar o toser causando 200.000 muertos.
- El 31 de diciembre de 2019, la OMS alerta a los gobiernos a nivel mundial de un posible virus llamado **(SARS-CoV-2)**, el cual es común entre animales, el brote comenzó en un mercado de mariscos que vendían animales vivos en Wuhan, propagándose entre trabajadores y clientes, hasta el momento (26/06/2020) se contabilizan 491.000 muertos en todo el mundo.

### 1.4.3 Coronavirus y métodos de desinfección

La organización mundial de la salud a finales del año 2019, identificó una nueva cepa de coronavirus en la ciudad de Wuhan, la cual se propagaba de forma rápida. El coronavirus que causa la COVID-19 es un beta-coronavirus, del mismo género que el síndrome respiratorio agudo SARS. Los síntomas suelen ser leves y gradual, pero también se puede presentar síntomas después de 14 días. Algunas personas infectadas no

presentan síntomas; y la mayoría de las personas se recuperan sin la necesidad de hospitalización, sin embargo, “1 de cada 5 personas que contraen la enfermedad presentan un cuadro grave, el cual se complica cuando son personas mayores y padecen enfermedades subyacentes” (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2020).

El SARS-CoV-2 se ha detectado en muestras no respiratorias, como heces, sangre, secreciones oculares y semen, pero el papel de estos sitios en la transmisión es incierto. Un análisis de 22 estudios revela que “el coronavirus humano, el coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS), el coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS) o los coronavirus humanos endémicos (HCoV) pueden persistir en superficies inanimadas como metal, vidrio o plástico por varios días” (G, Todt, Pfaender, & Steinmann, 2020), pero se puede inactivar eficientemente mediante procedimientos de desinfección.

El rastreo de contactos en las primeras etapas de epidemias en varios lugares sugirió en el hogar, con una tasa de hasta el 15%. Según un informe conjunto de la OMS y China dispone que:

La tasa de COVID-19 secundario en varios lugares varió del 1 al 5% entre decenas de miles de contactos cercanos de pacientes confirmados en China; la mayoría de estos ocurrieron dentro de los hogares, con una tasa de ataque secundario en el hogar del 3 al 10%. (McIntosh & MD, 2020)

En los Estados Unidos, la tasa de ataque secundario sintomático fue del 0,45% entre 445 contactos cercanos de 10 pacientes confirmados; entre los miembros del hogar, la tasa fue del 10,5%. También se han informado grupos de casos después de reuniones familiares, laborales o sociales donde puede producirse un contacto personal cercano riesgoso.

A medida que evolucionen los brotes de COVID-19, los trabajadores prehospitalarios, incluido el personal de los servicios de emergencias médicas y otros que responden a las situaciones de emergencia pueden verse expuestos a la enfermedad al estar en contacto con los pacientes o con entornos contaminados. Es decir, dentro de los hospitales hay mayor propagación del virus por la gran concentración de pacientes infectados. Por lo cual es importante que estos prestadores sigan directrices específicas en sus prácticas a fin de atenuar los efectos de una pandemia cada vez mayor.

Para reducir el riesgo de exposición al Covid-19 conlleva tener hábitos de limpieza donde se deben desinfectar los espacios públicos, incluido su lugar de trabajo (aparatos electrónicos, pantallas, celulares, etc.), escuela, casa y empresa. Para eliminar el virus se puede utilizar rutinas de limpieza de agua y jabón, así como desinfectantes aprobados como se observa en la Tabla 1.1.

Esta información fue obtenida de la Guía provisional para la limpieza ambiental en instalaciones no sanitarias expuestas al SARS-CoV-2 de la ECDC (ECDC, 2020a).

Agentes antimicrobianos	Concentración (%)	Virus
Etanol	70%	HCoV-229E, MHV-2, MHV-N, CCV, TGEV
Hipoclorito de Sodio	0.1-0.5%	HCoV-229
Iodopovidona	10 % (1 % yodo)	HCoV-229
Glutaraldehído	2 %	HCoV-229
Isopropanol	50 %	MHV-2, MHV-N, CCV
Cloruro de benzalconio	0,05 %	MHV-2, MHV-N, CCV
Clorito de sodio	0,23 %	MHV-2, MHV-N, CCV
Formaldehído	0,7 %	MHV-2, MHV-N, CCV
Cloruro de didecil dimetil amonio	0,0025%	SARS-CoV

**Tabla 1.1 Agentes antimicrobianos efectivos contra diferentes coronavirus: (HCoV-229E), (MHV-2 y MHV-N), (CCV), (TGEV) y (SARS-CoV). (Baka, Cenciarelli, & ECDC, 2020)**

#### 1.4.4 Sensibilidad a la temperatura

El coronavirus está rodeado de una capa lípida (compuesta de grasa), la cual no es resistente al calor. Estudios realizados han determinado que cuanto más calor hace, es más difícil que sobreviva el virus. Es decir, la resistencia del coronavirus depende del clima, si hay humedad en el aire el virus se propaga con mayor facilidad, si el clima es frío (invierno) al momento de toser o estornudar el virus es expulsado quedando en el aire por mayor tiempo, propagándose de forma rápida.

La estabilidad del SARS-CoV-2 a diferentes temperaturas se determinó en un estudio experimental (Chin et al.2020). Este estudio reveló que el SARS-CoV-2 tienen la capacidad de replicarse a pesar de ser sometidas a dicha temperatura.

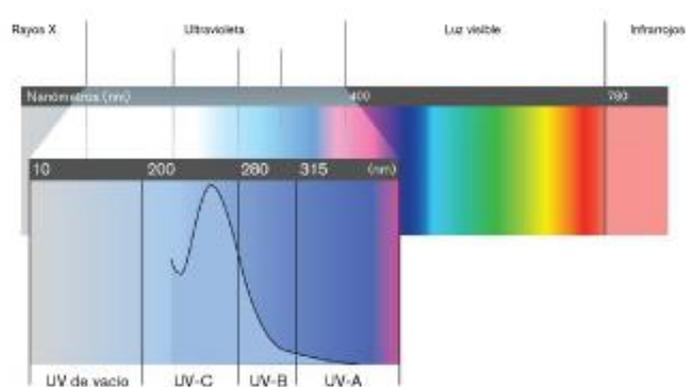
El virus es muy estable a 4 °C ya que, a los 14 días, hubo sólo una reducción de 0,7 unidades logarítmicas. A temperatura ambiente (22 °C), a los 7 días se había

producido una reducción de 3,3 unidades logarítmicas (> 99,9%). Sin embargo, a 56 °C la reducción a los 30 minutos fue de 2,9 unidades logarítmicas (>99,0%) y a los 60 minutos ya no se detectó el virus. A una temperatura de 70 °C el virus no se detecta a los 5 minutos. (Orihuel, 2020)

Por lo tanto, SARS-CoV-2 cuenta con una gran capacidad de adaptación a la temperatura, lo cual dificulta su eliminación. Los hallazgos presentados en este estudio, nos ayuda a tener mayor prevención al momento de elegir un protocolo de inactivación para evitar la exposición del personal de laboratorio a cargo de la detección directa e indirecta del virus.

### 1.4.5 Luz Ultravioleta

La Luz Ultravioleta es la porción del espectro electromagnético que se localiza entre los rayos X y la luz visible, naturalmente el sol emite radiación ultravioleta y la capa de ozono absorbe la mayor cantidad de luz evitando daños colaterales a los humanos, animales y plantas. La luz UV en un rango específico de sus longitudes de onda, están comprendido entre los 100 y los 400 nanómetros (ver Figura 1.1), utilizado para inactivar microorganismos sin sustancias químicas. La radiación UV proporciona una eficiente desinfección de los organismos cuando se exponen a longitudes de ondas cortas. “Se establecen 4 regiones de espectro, UV- vacío UV entre 100 y 200nm, UVC entre 200 y 280nm, UVB entre 280 y 315nm, y UVA entre 315 y 400nm que generan diferentes efectos germicidas” (Gabriel, 2014, p. 117).



**Figura 1.1 Espectro electromagnético, mostrando tipo y longitud de onda.**

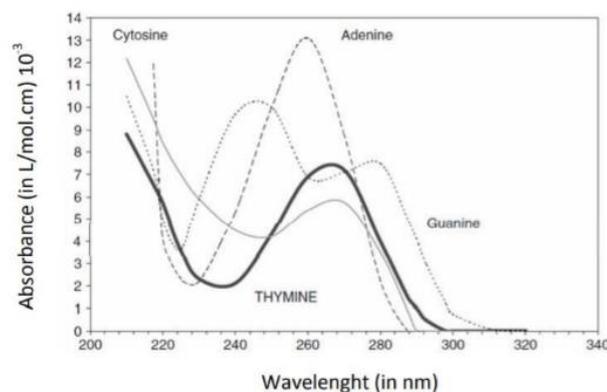
De acuerdo con la ecuación de Planck se establece que la energía de un fotón es inversamente proporcional a la longitud de onda.

$$E = \frac{h * c}{\lambda}$$

Dando como resultado que la luz UV-B y UV-C son de alta energía.

#### 1.4.5.1 Mecanismo de desinfección mediante la luz UV-C

El efecto biocida de la radiación UV-C se debe esencialmente al daño de los ácidos nucleótidos. De acuerdo con el espectro de absorción de las bases nitrogenadas como se observa en la Figura 1.2 “el pico de absorbancia está entre los 255 nm y 270 nm de longitud de onda, que comprende el rango de la radiación UV-C y UV-B” (Lecam, p. 20).



**Figura 1.2 Pico de absorbancia entre el ADN y el ARN**

El ADN y el ARN compuestas por las bases nitrogenadas, adenina, guanina, citosina y timina absorben alta energía de radiación UV, rompiendo los enlaces y dividiendo entre nucleótidos adyacentes llamados dímeros. Los enlaces de hidrógeno presentes en la citosina y timina se debilitan ocasionando distorsión en la hélice del ADN induciendo a la inactividad y muerte en los microorganismos irradiados, otro resultado según Stergiou et al. (2010), la radiación UV-C puede ser absorbida por un cromóforo produciendo fotodaño indirecto; en los dos casos de absorción, presentan como rendimiento muerte celular inducida por el irreparable daño genético.

### 1.4.6 Evidencias respecto a bacterias

De acuerdo con la Agencia de Alimentos, Ambiente y Salud “la dosis de UV-C que permite la inactivación de bacterias patógenas e indicadores bacteriano de contaminación fecal en al menos 4 log está comprendido entre 10-100  $J/m^2$ ” (ANSES, 2010), lo que indica que no puede reproducirse. Bacterias causantes del cáncer de estómago como *Helicobacter pylori* tiene un efecto similar ya que una dosis de 80  $J/m^2$  se relaciona con una disminución de más de 4 log.

Otro estudio definió el uso de luz germicida a 254 nm para la reducción de patógenos concentrados en plaquetas (ver Tabla 1.2), que presentó como resultado “la disminución en más de 4 log a una radiación de 400  $J/m^2$ ” (Mohr, et al., 2009) en las siguientes especies:

- *Bacillus cereus* (gram-positiva)
- *S. aureus*
- *Staphylococcus epidermidis*
- *E. coli* (gram-negativa)
- *Klebsiella pneumoniae*
- *P. aeruginosa*.

Bacteria	Rango de radiación UV, en $J/m^2$	Reducción máxima de Log
<i>Salmonella typhi</i>	20-100	5.9
<i>Campylobacter jejuni</i>	5-60	5.3
<i>Yersinia enterocolitica</i>	6-50	5.0
<i>Shigella dysenteriae</i>	10-50	5.9
<i>Shigella sonnei</i>	30-80	4.7
<i>Vibrio cholerae</i>	6-40	5.8
<i>Ligionella pneumophila</i>	10-120	4.4
<i>Ligionella pneumophila</i>	5-30	3.0
<i>Escherichia coli</i> 0:157	10-70	5.5
<i>Escherichia coli</i>	10-150	6.0
<i>Escherichia coli</i>	15-90	5.2
<i>Streptococcus faecalis</i>	25-160	4.6
<i>Bacillus subtilis</i> (spores)	50-780	4.0
<i>Clostridium perfringens</i> (spores)	480-640	3.0

**Tabla 1.2. Eficacia de la radiación UV en la reducción del número de bacterias cultivables (ANSES, 2010)**

#### 1.4.7 Evidencias respecto a virus

Según estudio realizado por Jensen se descubrió que la tasa de inactivación de las cargas virales dispersas fue superior al 99,9% para los virus coxsackie, influenza, sindbis y vaccinia, y ligeramente menores para el adenovirus con un 96,8% con un flujo de aire a través de un tubo con interior reflectante y fuente de luz de 254 nm.

La inactivación de amplios rangos de virus se ve afectado por la sensibilidad a la radiación; en un rango de 50 a 600  $Ws/m^2$  el parvovirus y virus XMRV llegan a los 5 log y 2 log respectivamente, sin embargo “la resistencia de estos provoca a que del 3 al 10 % de los virus secados en la superficie mostrarán una población de virones relativamente pequeño como es en el caso del ébola, viruela y el lassa” (Sagripanti & Lytle, 2010), por lo que se llevó a cabo un estudio más amplio comparando la eficiencia de 260 a 28- nm dando mejores resultado en su inactivación viral.

Se presenta la Tabla 1.3 como resumen de la dosis requerida para la inactivación de virus.

Virus	Rango de radiación UV en $J/m^2$	Inactivación máxima en Log
Poliovirus type 1	50-500	5.4
Adenovirus serotypes 2,15,40,41	80-3060	6.4
Adenovirus serotype 40	80-1840	3.0
Adenovirus serotype 2, 41	300-900	4.3
Rotavirus SA-11	50-500	4.1
Rotavirus SA-11	50-300	4.6
Feline, canine calcivirus	40-490	5.5
Bovine calcivirus	40-330	5.7
Hepatitis A	50-280	5.4
Coxsackie virus B5	50-400	4.8

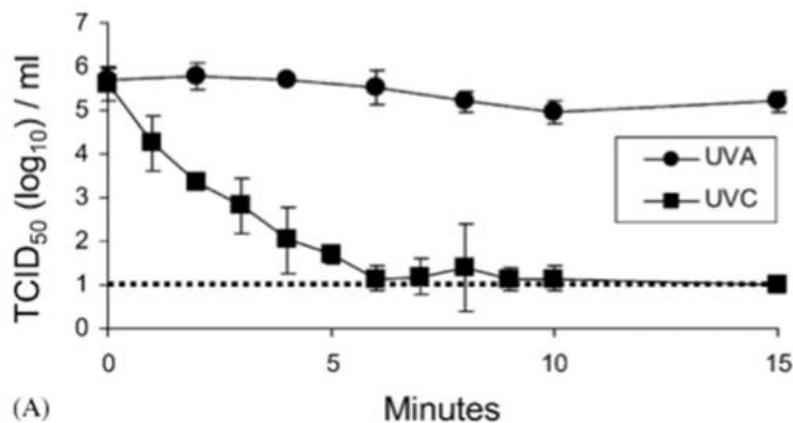
Tabla 1.3. Inactivación viral (ANSES, 2010).

#### 1.4.8 Evidencia respecto a coronavirus

Spaulding declara que “existen niveles de microorganismos susceptibles y resistentes” que de acuerdo con este modelo de clasificación la EPA dividió los virus en tres subgrupos (Rutala & Weber, 2020):

- Según el tamaño y el tipo de virus: virus envueltos (más fáciles de inactivar, como el coronavirus)
- Virus grandes entre 50-100 nm sin envoltura (como adenovirus y rotavirus)
- Virus pequeños menores a 50 nm sin envoltura (los más difíciles de inactivar, como el rinovirus).

Según estudio realizado por Tseng & Li, 2007 el SARS-CoV 2 que corresponde al virus tipo ssRNA genéricos, con una dosis de radiación de 64Ws/m<sup>2</sup> inactiva en un 99% los microorganismos (Inactivation of Viruses on Surfaces by Ultraviolet Germicidal Irradiation, págs. 400-405) ; Darnell aplicó en placas de 24 pocillos virus en proporción de 2mL y empleo una fuente de luz UVC en la parte inferior a 3 cm de distancia emitiendo 016  $\mu$ W / cm<sup>2</sup> medido por análisis radiométrico, “la exposición del virus a la radiación germicida resultó en una inactivación parcial a los 6 minutos con una disminución de 4 log” (Darnell, Subbarao, Feinstone, & R., 2004), adicionalmente se observó que a los 15 minutos el virus SARS-CoV se inactivó completamente como se muestra en la Figura 1.3.



**Figura 1.3 Dosis infecciosa de virus en un tiempo de 15 min. (Darnell, Subbarao, Feinstone, & R., 2004)**

La cepa SARS-CoV-P9 fue totalmente inactivada en laboratorio por Duan et al. (2003), quienes informaron que fue viable gracias a una configuración que entregó una irradiancia (se cree que los autores informan la irradiancia a 0,8 m de la fuente emisora de UV-C) de 0,9 W/m<sup>2</sup> y en un tiempo de 60 minutos (ver Figura 1.4).

	Well 1	Well 2	Well 3	Well 4	Well 5	Well 6
15 min	+	+	+	+	+	+
30 min	±	±	±	±	±	±
60 min	-	-	-	-	-	-
90 min	-	-	-	-	-	-
120 min	-	-	-	-	-	-
150 min	-	-	-	-	-	-
Cell Control	-	-	-	-	-	-
Virus Control	+++	+++	+++	+++	+++	+++

**Figura 1.4 Estabilidad del Coronavirus a diferentes tiempos de exposición.**

Toda esta información señalaría que el SARS-CoV 2 se encuentran dentro del grupo de microorganismos más sensibles a los efectos de la luz UV-C, como resumen detallado se muestra la Tabla 1.4 de los 3 casos de estudio del SARS-CoV.

Estudio	Radiación de luz UVC en $W/m^2$	Tiempo de exposición en segundos	Distancia en centímetros	Dosis de radiación de luz UVC en $Ws/m^2$
<b>Tseng &amp; Li (2007)</b>	1,0667	60	100	64
<b>Darnell et al. (2004)</b>	40.16	360	3	14,457
<b>Duan et al. (2003)</b>	0.9	3600	80	3,240

**Tabla 1.4. Comparaciones de estudio realizados respecto a dosis necesarias de Luz UV-C**

Los resultados obtenidos respecto a dosis necesarias para inactivación de distintos microorganismos sugieren que una reducción de, al menos, 99% puede lograrse con una dosis de  $1000 Ws/m^2$ . Asimismo, existe evidencia contundente que sugiere que el SARS-CoV-2, virus responsable de la pandemia de COVID-19, puede ser eliminado con éxito a dosis relativamente bajas de luz UV-C.

#### 1.4.9 Balastro

El balastro es el sistema de alimentación de las lámparas, compuesto por dispositivos electrónicos reemplazando el tradicional transformador; cumple la función de estabilizar

la tensión para que la lámpara encienda de forma efectiva y durante su operación limita la corriente que pasa a través de él, presentando ventajas en arranque rápido, alimentación en más de una lámpara, suprime los parpadeos trabajando a una frecuencia alta casi imperceptible al ojo humano, que brindan eficiencia energética y operación silenciosa.

#### **1.4.10 Ventilador**

Un ventilador es un conjunto de álabes y motores que tiene como objetivo desplazar normalmente aire de un lugar a otro.

Tipos de ventiladores

- Ventilador helicoidales/axiales: Es un tipo de ventilador en el que el flujo de aire es paralelo a su eje y su característica principal es que puede mover grandes volúmenes de aire con poca presión.
- Ventiladores radiales/centrífugos: Es un tipo de ventilador en el que el flujo de aire es radial a su eje y se clasifican en palas hacia adelante y palas hacia atrás.
- Ventilador tangenciales: Es un tipo de ventilador en el que el flujo de aire es tangencial a su eje.

#### **1.4.11 Raspberry Pi**

Es una placa computadora de tamaño reducido y de bajo coste, fue desarrollado en el Reino Unido por la fundación Raspberry Pi en la Universidad de Cambridge en el año 2011; inicialmente se desarrolló la placa para fomentar la enseñanza en las escuelas informáticas, con el tiempo el modelo fue mejorando y su campo de aplicación ha cambiado hasta las pequeñas industrias de control y automatización.

Básicamente, la Raspberry está compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, reloj, entre otros.

Actualmente existen diferentes versiones de modelos que poseen diferencias mínimas pero significativas a la hora de implementar un proyecto como se observa en la Tabla 1.5.

Modelo	Pi 1B+	Pi 2 B	Pi 3 B	Pi 3 B+	Pi 4
Precio	30	35	35	47	77
SOC	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2837	Broadcom BCM2837B0	Broadcom BCM2711
Core	ARM1176JZF-S	Cortex-A7	Cortex-A53 64bits	Cortex-A53 64-bit	Cortex-A72 64-bits
N° Cores	1	4	4	4	4
GPU	VideoCore IV				
CPU Clock	700 MHz	900 MHz	1.2 GHz	1.4GHz	1.5GHz
RAM	512 Mb	1 Gb	1 Gb	1Gb	2, 4, 8 Gb
Memoria	Micro SD				
USB	2	4	4	4	4
Ethernet	SI			SI (PoE)	SI (PoE)
Wi-Fi	NO	NO	SI	SI	SI
Bluetooth	NO	NO	SI	SI	SI
HDMI	SI				
GPIO	8	17	17	17	17
UART	SI				
SPI	SI				
I2C	SI				
DSI(LCD)	SI				
Cámara	SI				
Peso	45 g				

**Tabla 1.5 Características de las diferentes versiones de Raspberry Pi.**

#### 1.4.12 Relé

Se puede definir al relé como un interruptor eléctrico que permite la circulación de la corriente eléctrica cuando está cerrado; está compuesto por una bobina que al activarse produce un campo electromagnético que ocasiona que el contacto del relé se cierre y permita el paso de la corriente que circula por un circuito; cuando se deja de suministrar energía a la bobina, el campo electromagnético desaparece y el contacto se abre.

Existen diferentes tipos de relés:

- Relés electromecánicos: Se caracteriza por tener variantes según el mecanismo de activación.
- Relé de estado sólido: Tiene circuitería interna lo que permite que sean utilizados en situaciones donde hay uso continuo de contactos y relé.
- Relé de corriente alterna: En uso de corriente alterna
- Relé temporizador: Se utiliza para conexión o desconexión cuando pasa un tiempo determinado.
- Relé térmico: Para proteger los motores de las sobrecargas.
- Relé Arduino: Utilizados para Arduino y Raspberry pi para controlar iluminaciones y motores.

#### **1.4.13 Pantalla táctil**

Periférico de entrada y salida que permite a través de un toque directo sobre la superficie la entrada de datos y ordenes al controlador, así como la visualización de los parámetros programados, su comunicación depende de los puertos que contenga su diseño, generalmente poseen HDMI, Ethernet, I2C, SPI.

Las pantallas táctiles resistivas se encuentran formadas por varias capas de material conductor y son por lo general más asequibles, pero tienen una pérdida de aproximadamente el 25 % del brillo debido a sus múltiples cargas.

Su respuesta es lenta debido a que se necesita ejercer presión en la pantalla, sin embargo, son resistentes a elementos externos como polvo o agua, razón por la que son el tipo de pantallas táctiles más usado en la actualidad.

Las pantallas táctiles capacitivas están cubiertas por óxido de indio y estaño comúnmente, que conduce corriente eléctrica a través del sensor que adquiere capacitancia, por lo que al estar en contacto con otro dispositivo conductor se mide la distorsión de la onda resultante senoidal y envía la información al controlador.

Las pantallas táctiles capacitivas no se ven afectadas por elementos externos y tienen una alta claridad, pero su complejo procesamiento de la señal hace que su costo sea elevado.

#### **1.4.14 Raspbian**

Para poder programar la Raspberry Pi 4 es necesario de un sistema operativo compatible, como lo es Raspbian un sistema operativo basado en una distribución GNU/LINUX llamado Debian. Raspbian cuenta con un entorno de programación que permite la edición de códigos. Puede instalar Raspbian en una SD de la página principal, para poder trabajar con las Raspberry Pi.

#### **1.4.15 Codesys**

Es un software de programación de PLC's desarrollado por la empresa alemana 3S-Smart Software Solutions GmbH, está basado en la normativa IEC 61131-3 que permite programar controladores lógicos de una forma eficiente con 5 distintos lenguajes, entre ellos se tienen: lenguajes de textos (lista de instrucciones y texto estructurado) y lenguajes gráficos (Ladder, diagrama de bloques, bloques de funciones secuenciales y gráficos de funciones).

Codesys proporciona un control para trabajar por medio de la Raspberry Pi incluyendo sus módulos de cómputo, así como la implementación de cámara y otros dispositivos.

Al instalar el entorno de ejecución, en la Raspberry Pi se puede programar como un PLC; Codesys organiza toda la información de cada aplicación que se va a ejecutar en el autómata programable en "Proyectos" usando variables globales, interfaces gráficas para controlar y visualizar la ejecución del programa, etc.

## CAPITULO 2

En este capítulo se presenta el diseño de la cabina de desinfección con luz UV para la Covid 19, que está constituido por el diseño mecánico, diseño eléctrico-electrónico y físico.

La cabina de desinfección que se construye se fundamenta en la normativa técnica ecuatoriana, NEC, norma de seguridad EN 12469 europea y la norma internacional IEC que indica el grado de protección IP; esto en conjunto, nos da una guía de como establecer las condiciones mínimas para la selección, instalación, utilización, protección y mantenimiento de las cabinas de seguridad biológica.

El diseño de la cabina de desinfección se basa principalmente en los parámetros establecidos por la Organización Panamericana de la Salud de cabinas de seguridad biológica Clase II tipo B el cual se caracteriza por suministrar protección:

- Al personal
- Al ambiente
- Al producto

Según la NORMA UNE EN-12469- Biotecnología: Criterios de funcionamiento para las cabinas de seguridad microbiológica regula el funcionamiento de la cabina tomando en cuenta los siguientes requerimientos:

- Control electrónico de, al menos, el número de horas de funcionamiento del ventilador y horas de uso de lámparas UV.
- Activación de alarmas acústicas y visuales con sistemas de monitorización cuando existan condiciones irregulares e inseguras del funcionamiento.
- Se requiere elaborar un procedimiento de trabajo escrito que contenga la información relativa a la exposición a radiaciones ultravioletas en sus instalaciones.

## 2. Diseño Conceptual

### 2.1 Diseño mecánico

En la selección de los materiales a utilizar en el diseño mecánico se toma en cuenta los lineamientos del Procedimiento para la selección, instalación, utilización y mantenimiento de las cabinas de seguridad biológica que recomienda (Laborales, 2016):

- El material que pueda estar en contacto con microorganismos debe ser suficientemente resistentes a la corrosión y a desinfectantes. Esta información está referida en el manual de usuario elaborado por el fabricante de la cabina.
- Todas las esquinas y ángulos del área de desinfección de la cabina que puedan estar en contacto con microorganismos deben preferiblemente construirse sin soldaduras ni tornillos.
- El vidrio empleado en su construcción deberá ser laminado de seguridad o también podrá utilizarse un plástico de seguridad resistente a la radiación UV.

#### 2.1.1 Dimensión del área de exposición

- Largo= 40 cm
- Ancho= 40 cm
- Altura= 30 cm
- Área de la base de exposición=1,600  $cm^2$
- Área total de exposición =8,640  $cm^2$

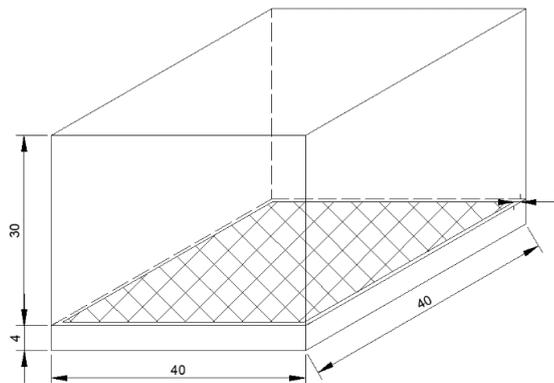


Figura 2.1 Dimensiones de la cabina interior.

### 2.1.2 Selección del material de la cabina interna.

El acero inoxidable es una aleación de carbono, cromo, molibdeno y níquel, gracias a estos elementos químicos se convierte en un material altamente resistente a la corrosión y a la oxidación. Entre sus cualidades se tiene gran durabilidad, menor adherencia a partículas y agentes externos, resistencia al calor y ambientes húmedos. De acuerdo con la tabla que de DISMETAL para una plancha de acero inoxidable de 1,220x2,440mm, se escogió un espesor de 0.5mm para construir la parte interna que tiene un área total de  $744,000 \text{ mm}^2$ .

### 2.1.3 Cálculo del peso total de la cabina interna.

Se realiza el cálculo de masa y peso del acero inoxidable escogido para considerarlos en el material de la base principal exterior.

$$m = V_o * \rho_{acero}$$

Donde:

$m = \text{masa}$

$V_o = \text{Volumen}$

$\rho_{acero} = \text{peso específico del acero}$

Entonces:

Para la cara superior y la base

$$V_{o1} = 0.40 * 0.40 * 0.0005 = 0.08x10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{t1} = 2 * 0.08x10^{-3} = 0.16x10^{-3} \text{ m}^3$$

Para las caras laterales y posterior

$$V_{o2} = 0.34 * 0.40 * 0.0005 = 0.068x10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_{t2} = 3 * 0.068x10^{-3} = 0.204x10^{-3} \text{ m}^3$$

Para el borde de la cara frontal

$$V_{o3} = 0.04 * 0.40 * 0.0005 = 0.008x10^{-3} m^3$$

Se calcula el volumen total para obtener la masa total.

$$V_{ot} = 0.16x10^{-3} + 0.204x10^{-3} + 0.008x10^{-3} = 0.372x10^{-3} m^3$$

$$m_t = V_{ot} * \rho_{acero} = 0.372x10^{-3} m^3 * 7800 \frac{Kg}{m^3}$$

$$m_t = 2.9016 Kg$$

$$Peso = 2.9016 Kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 28.44 N$$

Adicionalmente, por medio de la Tabla 2.1 se calculó de la misma manera la masa total de la parte interna de la caja, que resultó igual a los cálculos matemáticos (2.97 Kg).

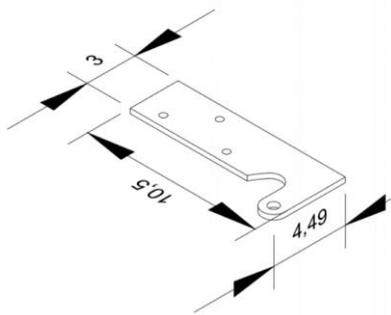
ESPESOR	DIMENSIONES		PESO
	ancho	largo	
mm	mm	mm	kg.
0.50	1220	2440	11.89
0.70	1220	2440	16.65
1.00	1220	2440	23.78
1.50	1220	2440	35.67
2.00	1220	2440	47.56
3.00	1220	2440	71.34
4.00	1220	2440	95.12
6.00	1220	2440	142.68
8.00	1220	2440	190.24
10.00	1220	2440	237.80
12.00	1220	2440	285.36
15.00	1220	2440	356.70

**Tabla 2.1. Parámetros de espesor, dimensiones y peso del acero inoxidable.**

### 2.1.4 Selección de bisagra para puerta

La bisagra juega un papel muy importante en el proyecto debido a que garantiza la sujeción de la puerta con la caja de desinfección por medio de tornillos hexagonales 5/16, facilitando la apertura y cierre de la misma. También permite un sellado completo de la

caja para que el usuario no sea expuesto a luz ultravioleta. Tiene un espesor de 4mm y las dimensiones se presenta en la Figura 2.2



**Figura 2.2 Bisagra de la puerta.**

## **2.2 Diseño eléctrico**

Se consideran en este diseño las normas establecidas por la UNE EN 61010-1 en requisitos de seguridad eléctrica que deben de cumplir las CSB, la norma UNE EN ISO 3744/2010 ó la norma UNE EN ISO 11201 en cuanto a los niveles de ruido de los ventiladores empleados (menores a 65dBA), sistemas de monitorización y control de alarmas acústicas y visuales.

### **2.2.1 Selección de lámpara UVC**

Las lámparas de baja presión generan un 85% de radiación los cuales las hace muy eficiente; de acuerdo con el resultado obtenido en evidencia respecto a coronavirus, se necesitan  $1000 \text{Ws/m}^2$  para la reducción de al menos el 99% de microorganismos considerando la potencia y el área de contacto de la lámpara UV.

Para su selección se requiere tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Longitud de onda de (200 nm – 280 nm).
- Valor de intensidad de radiación necesaria.
- Número de lámparas.
- Costo.
- Potencia suministrada.
- Longitud de lámpara respecto a la cabina de desinfección.

Modelo	Base	Longitud total	Potencia	Diámetro	Voltaje (50/60 Hz)	Corriente	Intensidad UV a 1 m	Tiempo de vida	
		mm	W	mm	V	mA	$\mu W/cm^2$	W	h
GPHA35 7T5L	4 pin	357	42	15	36	1.2	110	11	13000
GPHA35 7T6L	4pin	357	57	19	32	1.2	130	13	13000
GPH357 T5L/HO	4 pin	357	32	15	40	800	95	10	13000

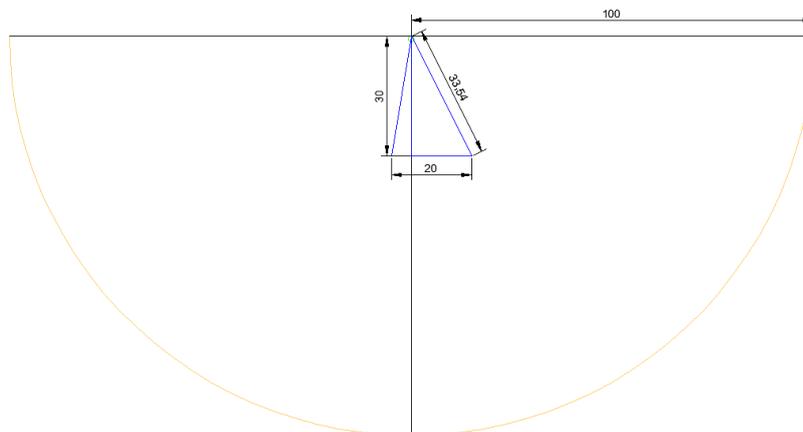
**Tabla 2.2. Especificaciones técnicas de lámparas de luz UV según Industrial Zone, Zhoujun, Jiangmen, Guangdong, China**

### 2.2.1.1 Cálculos para selección de lámparas UV

En referencia a los datos analizados en los estudios científicos previstos, se concluyó que la dosis mínima de radiación para 99.9% de descontaminación es  $(I_{min}) = 1000 Ws/m^2$  (Lecam, p. 16)

Según el modelo de cálculo, la intensidad de radiación y la distancia que esta tiene sobre la superficie se define que:

La lámpara *GPH357T5L/HO* de 10W de potencia señalada en la Tabla 2.2 con 254 nm en longitud de onda, emite en radiación UVC de  $0.95 W/m^2$  a distancia de 1 metro en un segundo y de acuerdo con el principio de que la radiación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia se calcula la nueva distancia requerida.



**Figura 2.3 Sección de radiación UV sometida a 1m y 0.3354 m.**

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.3354^2} = 8.445 \text{ W/m}^2 \quad (0.3354 \text{ m de distancia en 1 segundo})$$

**Ecuación (2.1)**

Dosis de radiación de una lámpara en 1 minuto.

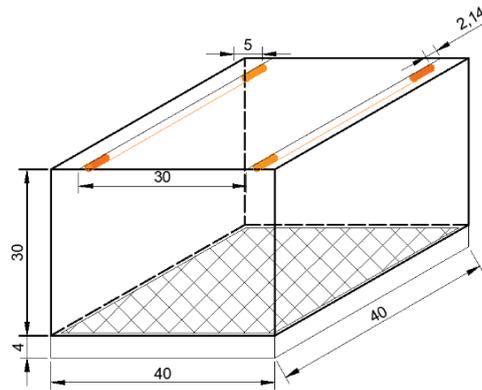
$$D_{0.95} = I * t = 8.445 \frac{\text{W}^2}{\text{m}} * 60 \text{ s} = 506.700 \text{ W s/m}^2$$

De acuerdo con los resultados obtenidos en las dos opciones por medio de los cálculos se realizó una tabla de comparaciones de los parámetros a considerar.

<b>COMPARACIÓN DE PARÁMETROS EN TIEMPO DE 1 MINUTO ENTRE DOS LAMPARAS</b>				
<b>Modelo</b>	<b>Intensidad UVC [Ws/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Dosis de luz UV-C Ws/m<sup>2</sup></b>	<b>Precio \$</b>
GPHA357T5L	1.10	1 minuto	586.7023	\$11.00
GPHA357T6L	1.30	1 minuto	693.3755	\$15.00
GPH357T5L/HO	0.95	1 minuto	506.700	\$5.00

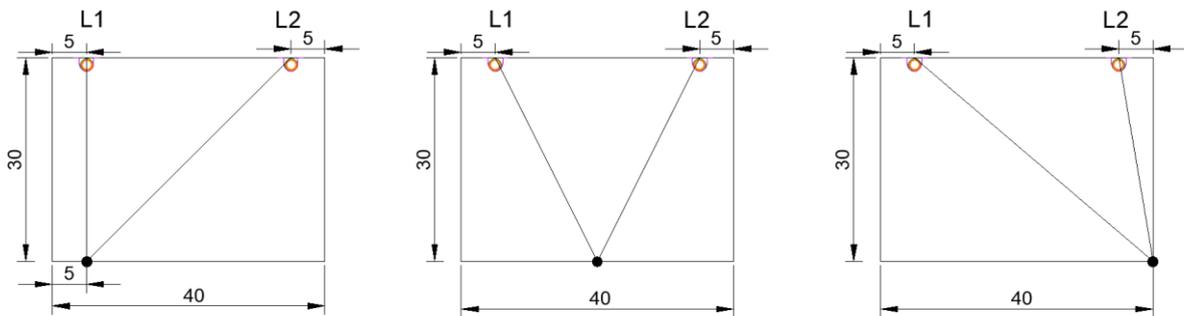
**Tabla 2.3. Resultados obtenidos de análisis matemático.**

La Tabla 2.3 muestra que en un tiempo de 1 minuto existen diferentes dosis de radiación de  $[507 - 693 \text{ W}^s/\text{m}^2]$  sin embargo ninguna de estas dosis cumple con el requisito mínimo para una desinfección efectiva, para ello se necesita aumentar el número de lámparas; se eligen 2 lámparas UV-C modelo GPH357T5L/HO por ser la única en cumplir con la dosis de  $1,000 \text{ W}^s/\text{m}^2$  y poseer características de costo y potencia de consumo bajo.



**Figura 2.4 Ubicación de lámparas en cabina interna.**

Se establecen 3 posiciones fijas a lo largo del ancho de la cabina (ver Figura 2.5), para analizar los valores de intensidad de radiación en cada punto y de esta forma ratificar la ecuación del principio de radiación.



**Figura 2.5 Variación de radiación en diferentes puntos.**

**En X=5 cm**

Para Lámpara 1:

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.30^2} = 10.55 \text{ W/m}^2$$

Para Lámpara 2:

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.30^2 + 0.30^2} = 5.2778 \text{ W/m}^2$$

Total de radiación

$$10.55 \text{ W/m}^2 + 5.2778 \text{ W/m}^2 = 15.8278 \text{ W/m}^2$$

**En X=20 cm**

Para Lampara 1 y Lampara 2:

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.3354^2} = 8.445 \text{ W/m}^2$$

La intensidad de radiación de las dos lampara es:

$$8.445 \text{ W/m}^2 * 2 = 16.89 \text{ W/m}^2$$

**X=40 cm**

Para Lampara 1:

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.35^2 + 0.30^2} = 4.4706 \text{ W/m}^2$$

Para Lampara 2:

$$I_{0.95} = \frac{I}{d^2} = \frac{0.95}{0.30^2 + 0.05^2} = 10.2703 \text{ W/m}^2$$

Total de radiación:

$$10.2703 \text{ W/m}^2 + 4.4706 \text{ W/m}^2 = 14.7409 \text{ W/m}^2$$

A partir de estos análisis se determina que la máxima radiación se la obtiene en X=20 cm y que su intensidad varia de 16.89  $\text{W/m}^2$  a 14.7409  $\text{W/m}^2$  en los extremos (X=0 cm y X=40cm), es decir disminuye en un 12.72%.

**Se detallan los fundamentos teóricos que certifican la correcta selección del modelo, ubicación y numero de lámparas UVC.**

- Lámparas de mercurio a baja presión con longitud de onda de 254 nm, libre de ozono implica eficiencia en capacidad germicida y asegura la

inexistencia de agentes tóxicos aun en bajas concentraciones como el ozono. (Ballbé, y otros, pág. 39).

- La intensidad de la radiación es mayor cuando la fuente es directa, si existe un ángulo de incidencia la intensidad de radiación disminuye ya que la distancia al material es mayor, sin embargo, en ambos casos el flujo de radiación no varía (OMS, OMM, UNEP, & ICNIRP, 2003).
- El espectro de acción que recibe el material expuesto a radiación posee características de absorción, transmisión y reflexión; la absorción de la radiación es una remoción de energía del campo electromagnético, por transformación a algún otro tipo de energía (especialmente calor y energía química), el diseño conceptual descrito implica una cabina hermética, es decir, no existe absorción por medio de gases ( $NO_2, SO_2, O_3$ ) pero si existe absorción por parte del metal que debido a la disponibilidad de electrones libres absorben la energía de los fotones por lo que este material no se ve afectado por este tipo de radiación (Blesa, Navntof, & Dawidowski, pág. 102).
- El acero inoxidable es un material no altamente reflectivo por su color opaco, esto implica que la cantidad de radiación incidente de  $[1,013.400 \text{ W}^s/m^2]$  sea suficiente para tener una desinfección eficaz considerando la longitud de onda de 200 a 270 debido a que tiene alta capacidad germicida.

#### Datos de placa de la lampara UV-C seleccionada

Modelo de lámpara:	GPH357T5L/HO
Base:	4 pin
Longitud Total:	357 mm
Potencia:	32 W
Diámetro:	15 mm
Voltaje (50-60Hz):	40 V
Voltaje alta frecuencia:	30 V
Corriente:	800 mA
Intensidad a 1m:	$95 \text{ W/cm}^2$ - 5 W

Tiempo de Vida: Estándar: 10,000 – Recubrimiento de película:  
13,000

### 2.2.2 Ubicación de lámparas

Se muestra ilustrativamente las dimensiones de la lampara UVC a instalar, estimando el número de lámparas para que las proyecciones sean proporcionales al área, minimizando los posibles puntos ciegos.

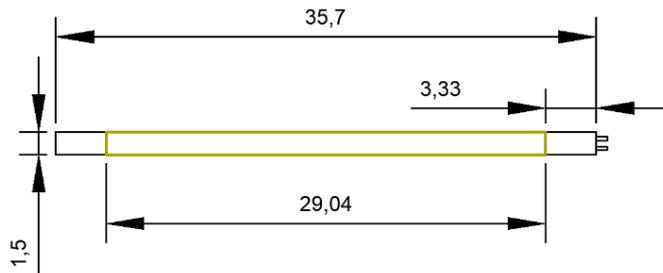


Figura 2.6 Dimensiones y estructura de lampara UV-C

De acuerdo con las dimensiones de la cabina interna se ubican las lámparas en las siguientes posiciones:

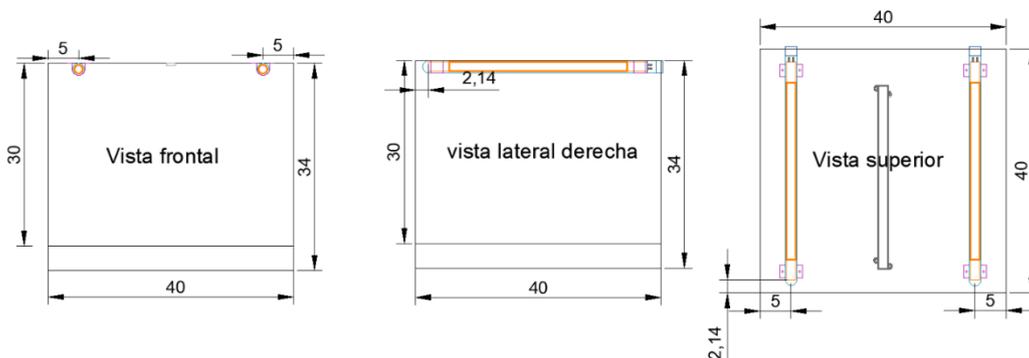
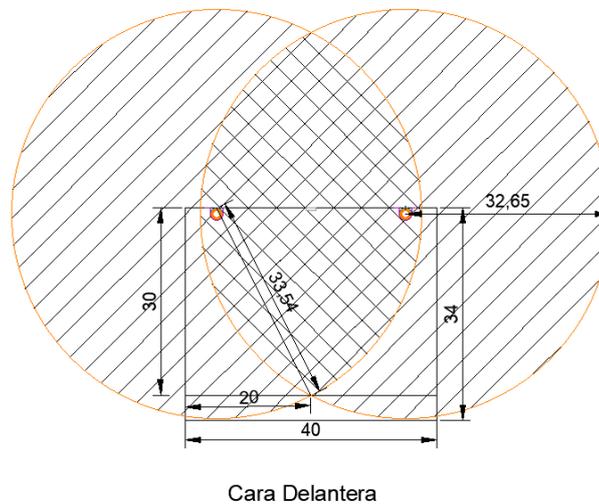


Figura 2.7 Posicionamiento de las 2 lámparas UVC en cabina interna.

### 2.2.3 Reflexión de luz UVC en área de exposición

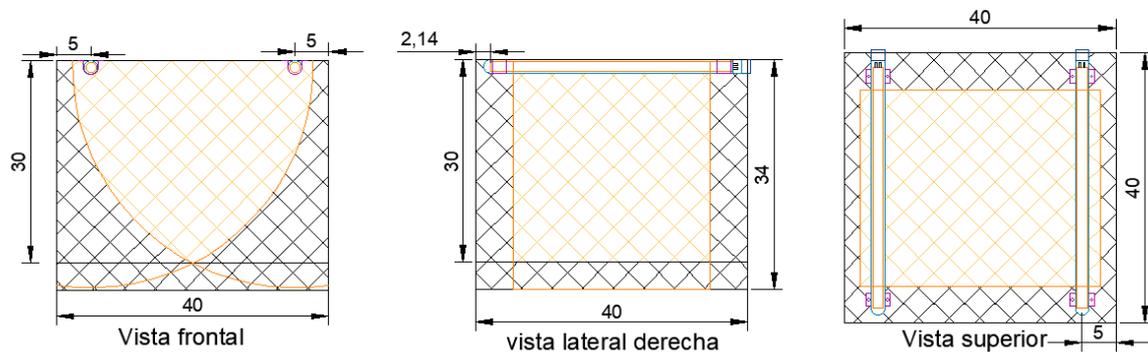
Para que la reflexión de la luz no visible se propague por la cabina interna se seleccionó la ubicación de las lámparas descrita anteriormente, en efecto, dicha posición provoca a

que la radiación UV alcance cualquier cuerpo irregular y material, dejando posibilidades ínfimas de puntos ciegos.



**Figura 2.8 Intersección de la proyección de dos lámparas.**

El pico máximo de intensidad se da cuando se interceptan las dos radiaciones, es decir en el centro del área de la base de exposición, como se muestra en la Figura 2.8.

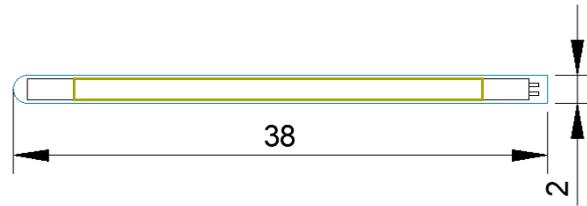


**Figura 2.9 Reflexión de luz UVC en diferentes perspectivas de vista.**

### 2.2.4 Selección de protector de lámpara UVC

El cristal de vidrio es opaco a la luz ultravioleta y lo filtra, causando menor intensidad de radiación y por lo tanto los protectores de las lámparas UV-C son de cristal de cuarzo que es transparente a la luz UVC con longitud de onda de 185 nm a 2500 nm.

Para proteger a las lámparas ultravioleta se escogió tubos de cuarzo de 38 cm de largo y 2 cm de diámetro, como se muestra en la Figura 2.10:



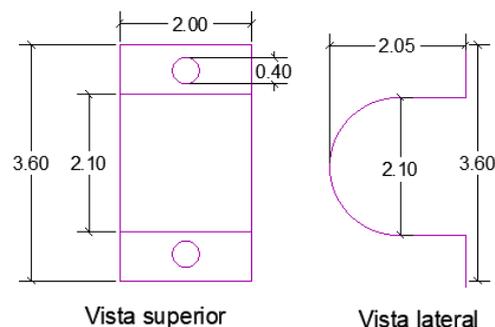
**Figura 2.10 Protector (Cristal de Cuarzo) de lámpara UV-C**

### 2.2.5 Selección de soporte de lámpara UVC

El tubo de vidrio y cuarzo que contiene a la lámpara de luz UV estará soportado por medio de grampas de acero inoxidable y entornillados a las paredes de la cabina interna del área de exposición.

Se escogió este tipo de soporte para facilitar el proceso de cambio de tubo de cuarzo en los mantenimientos y limpiezas de la cabina de desinfección.

La grampa tiene un espesor de 0.01 cm y longitud de 3.60 cm.



**Figura 2.11 Dimensión en cm y detalle físico de grampa.**

### 2.2.6 Selección del balastro electrónico

Se seleccionó un balastro electrónico que mantenga la vida útil de la lámpara en condiciones múltiples de encendido/apagado al día, con stock de arranque rápido y programado; a su vez que permita la conexión de más de una lámpara para disminuir el área de control y circuitería.

Los beneficios del balastro electrónico son:

- Eficiencia energética mayor al 85%.
- Larga duración en vida útil
- Fácil instalación y mantenimiento
- Operación silenciosa
- Livianos y compactos
- Las variaciones de voltaje no perjudican a la lámpara

### Datos de placa del balastro electrónico para 2 lámparas.

Marca:	Lightbest
Modelo:	PH2-800-2 / 75U
Tipo de tubo:	T5
Numero de tubos:	2
Tensión de red:	110-240 VCA
Frecuencia de red:	50/60 Hz
Corriente de entrada:	1.58 A a 110 V – 0.73A a 240 V
Potencia de entrada:	78-167 W
Factor de potencia:	0.98
Eficiencia:	>92%
Longitud-Ancho- Alto:	20 * 6.4 * 2.9 cm
Certificación:	CE

### Diagrama de conexión

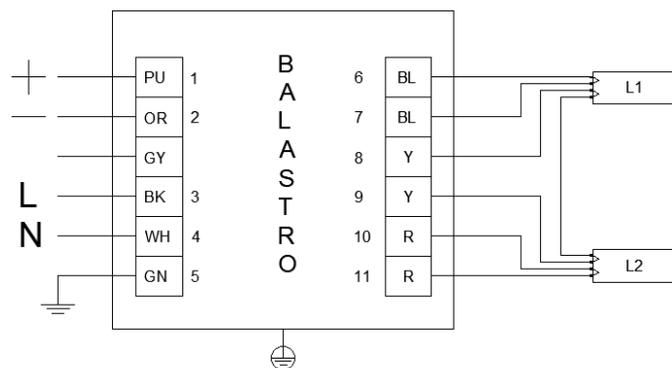


Figura 2.12 Conexión de balastro a dos lámparas UVC.

### 2.2.7 Selección de tira de luz led

Se escogió una tira rígida led por sus características medioambientales, económicas y de arquitectura. Generalmente, los leds cumplen con la normativa CE y ROHS «Restriction of Hazardous Substances» en restricción de sustancias peligrosas que producen menos emisiones de  $CO_2$  efectuando la misma iluminación.

Una característica sustancial es que las luces led tiene menos consumo que las lámparas tradicionales, por consiguiente, el costo de reposición y mantenimiento es bajo, pero elevada durabilidad de hasta 50,000 horas; posee máxima flexibilidad en el diseño, con robustez y seguridad ante vibraciones.

#### Datos de placa de la tirilla led

Tipo:	Led 2835
Tamaño:	500 x 1 x 0.1 cm
Emite color:	Blanco/blanco natural/blanco cálido
Tasa de protección:	IP20-NO resistente al agua
Voltaje de funcionamiento:	12V /24V CC
Ángulo de visión:	120 ° ~ 140 °
Temperatura de funcionamiento:	-20 ° a 50 °
Potencia:	Alrededor de 14-18 W/metros
Temperatura del Color:	Blanco cálido: 2800-3200k Blanco natural: 3800-4200K Blanco: 5500-6500K

### 2.2.8 Selección de ventilador

Se selecciona el ventilador en base al CFM, que nos indica la cantidad de aire (caudal) en pies cúbicos que pasa por una sección determinada en un tiempo específico, el ventilador será aplicado para sustituir el aire interno y refrigerar los dispositivos electrónicos evitando el recalentamiento y saturación de los equipos.

### Datos de placa del ventilador

Tipo:	Rodamiento-Manga
Número de Modelo:	Gonbes – SZ-LYH-I040820
Voltaje Nominal:	24 V
Volumen de aire:	74.65 <i>CFM</i>
Velocidad:	4000 RPM
Dimensión del ventilador:	92 x 92 x 25 mm
Corriente:	0.25 A
Nivel de ruido:	45 dBA
Material:	Plástico

### 2.2.9 Selección del sensor de temperatura y humedad

Para este diseño se seleccionó un sensor de temperatura DHT11, que utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor que mide el aire circundante realizando lecturas en un mínimo de 2 segundos para enviar la información por medio de una señal digital calibrada, es decir, ofrece alta fiabilidad, estabilidad y protección frente al ruido.

El diseño del sensor DHT11 con PCB aporta una resistencia pull-up de 5 k $\Omega$  y un LED que nos indica su funcionamiento.

Se muestra la dimensión del termistor según las especificaciones técnicas.

### Datos de placa del DHT11.

Número de modelo:	DHT11
Alimentación:	3.5 V a 5 V
Consumo:	2.5 mA
Señal de salida:	Digital
<b>Temperatura</b>	
Rango:	0°C a 50°C
Precisión:	25°C $\pm$ 2°C
Resolución:	1°C (8-bit)
<b>Humedad</b>	
Rango:	20% RH a 90% RH

Precisión:	Entre 0°C y 50°C ± 5% RH
Resolución:	1% RH

### 2.2.10 Selección del pulsador magnético

Funciona como indicador, en el proyecto se lo emplea para conocer si la puerta está abierta o cerrada y según su posición seguir con el proceso o pausarlo respectivamente.

#### Datos de placa del pulsador magnético

Potencia:	< 40 W
Voltaje nominal:	250 V
Corriente nominal:	1 A
Resistencia de contacto:	50 mΩ
Resistencia de aislamiento:	100 mΩ
Fuerza dieléctrica:	1500 VAC/1MIN
Tiempo de vida:	50000 ciclos
Material:	Material ignífugo de PC
Temperatura:	Resistencia a altas temperaturas
Método de conexión:	Normalmente abierto

### 2.2.11 Selección de cerradura eléctrica

Funciona por medio del magnetismo, es decir cuando la corriente pasa por la cerradura el pistón sale bloqueando la puerta, este funcionamiento es el que se emplea para activar la cerradura de la puerta cuando el pulsador magnético indica que la puerta se encuentra cerrada.

#### Datos de placa de la cerradura eléctrica

Modelo:	Xpo-217
Corriente:	0.67 A a 6 V; 0.43 A o 1.3 A a 12 V; 0.82 A a 24 V
Voltaje:	6 V/12 V/24 V

Dimensiones:	27 x 27 x 18 mm
Vida útil:	100,000 operaciones
Direccional:	Diseño simétrico
Método de instalación:	Montaje oculto
Seguridad:	Anti-Vibración, anti-presión, perforación, tecnología de diseño abierto para una variedad de productos de gabinete

## **2.2.12 Selección de alarmas visuales y acústicas.**

### **2.2.12.1 Botón de Inicio y paro de emergencia:**

Es un pulsador momentáneo que posee 3 tipos de contactos: común, normalmente cerrado y normalmente abierto; tiene un anillo led indicador, que por sus características principales funciona de forma rápida y sutil.

#### **Datos de placa del Botón de Inicio y Paro**

Modelo:	Pulsador metálico
Tipo de contacto:	Momentáneo común Normalmente cerrado y abierto.
Limites eléctricos:	36V – 1A
Agujero de montaje:	16 mm
Diámetro:	
Tensión de LED:	5V (en caso de alimentar con mayor tensión es necesario usar una resistencia limitadora)
Temperatura ambiente:	-25 °C a + 55 °C

### 2.2.12.2 Led Zumbador

Se seleccionó un led indicador verde con zumbador como sistema de alarma sonora y visible para indicar la finalización del proceso de desinfección.

#### Datos de placa del Led Zumbador

Modelo:	AD16-22SM
Tensión nominal:	24 V CA/CC.
Corriente nominal:	≤20 mA.
Tipo de luz y sonido:	LED - intermitente.
Brillo:	≤100 cd/m <sup>2</sup> .
Soporta voltaje:	2,5 kV durante 1 minuto.
Resistencia de aislamiento:	≤ 2 mΩ.
Diámetro de la cabeza:	1.102 pulgadas.
Longitud de la cabeza:	0.512 pulgadas.
Profundidad detrás del panel:	2.087 pulgadas.
Longitud total:	2.598 pulgadas.

### 2.2.13 Selección del Sistema de cobros

Debido a la simplicidad en el sistema de cobro se escogió el aceptador de monedas CH-926; su arquitectura electrónica abordo permite actualización y configuración por medio de botones; por sus características dimensionales, versatilidad, fiabilidad y solidez, es especialmente apto para la instalación en distribuidores de pagos automatizados.

Su estructura metalizada lo hace fácilmente montable en versiones compactas o estándar evitando choques eléctricos e interferencias electromagnéticas.

#### Datos de placa del Aceptador de Monedas CH-926.

Dimensión:	124 x 64 x 124 mm
Aceptación:	6 monedas
Diámetro de monedas:	15 a 32 mm
Espesor de monedas:	1.2 a 3.8 mm
Precisión:	99.50%
Señal de salida:	Pulse

Voltaje de operación:	12 V +- 10%
Corriente de operación:	65 mA+- 5%
Velocidad:	<- 0.6 mA
Temperatura de operación:	-5°C ~ +60°C
Peso:	0.35 Kg

### 2.2.14 Selección del Controlador

Se seleccionó un ordenador de placa reducida (Raspberry Pi), que tiene un sistema operativo de código abierto lo que permite modificar el software de modo que se adapte a las necesidades específicas, es de bajo coste y amplias aplicaciones de control y automatismos.

La Raspberry pi 4 B es el último modelo del ordenador de placa reducida con diferencia a pequeñas especificaciones como CPU ARM Cortex-A72 que permite, entre otras cosas, la decodificación de vídeo 4K a 60 fps.

#### Datos de placa de la Raspberry Pi 4

Núcleo:	Broadcom BCM2711, SoC de 64 bits Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) a 1,5 GHz
RAM:	SDRAM LPDDR4-3200 de 2GB, 4GB u 8GB (según el modelo)
Conexión Inalámbrica:	2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11ac inalámbrica, Bluetooth 5.0, BLE
Ethernet:	Gigabit Ethernet
Puertos de conexión:	2 puertos USB 3.0 2 puertos USB 2.0 2 x puertos micro-HDMI Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles Puerto de pantalla MIPI DSI de 2 carriles Puerto de video compuesto y audio estéreo de 4 polos
GPIO:	40 pines

Características de video de alta eficiencia:	H.265 (decodificación 4kp60) H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
Tarjeta SD:	Ranura para tarjeta micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos.
Alimentación:	5 V CC a través del conector USB-C (mínimo 3 A *) 5 V CC a través del encabezado GPIO (mínimo 3 A *) Alimentación a través de Ethernet (PoE) habilitada.
Temperatura de funcionamiento:	0 - 50°C ambiente.

### 2.2.15 Selección del relé

Se seleccionó un relé debido a conmutación de corrientes o voltajes demasiado altos que no pueden ser manejados por la raspberry pi, considerando en sus parámetros la corriente necesaria para cada carga.

#### Datos de placa del relé de 110V

Fabricante:	KF-301 AZDelivery
Conmutación máxima:	10A 250VAC 10A 30VDC
Dimensiones:	Compacto de 43mm x 17mm x 20mm
Indicador de estado iluminado:	Opcional para el monitoreo del encendido/apagado de la entrada/lógica

## Datos de placa del relé de 24 V

Fabricante:	KF-301 AZDelivery
Carga de contacto:	Baja potencia
Voltaje:	24 V
Fuente de energía:	Corriente continua
Canales:	4 canales de 24 V con optocoplador.

### 2.2.16 Selección de pantalla Táctil

Se seleccionó la pantalla Kuman Touch Screen con resolución 1024 x 600 que proporciona mayor ángulo de visión y tiene 2 puertos micro USB para alimentación y toque. Además, una característica importante es que asegura la compatibilidad con todos los HDMI estándar adaptándose fácilmente a las necesidades de programación, control y visualización por pantalla.

## Datos de placa de la pantalla Táctil

Marca:	Kuman
Series:	Kuman 7 Inch Capacitive Touch Screen IPS LCD Display HDMI Module 1024x600 f
Numero de modelo:	SC7B
Resolución:	1024 x 600
Sistema operativo:	Raspberry Pi 4 B 3 2 1 B B+ A with BB Black PC Various Systems
Peso del producto:	12.6 onzas
Dimensiones:	6.25 x 4.8 x 0.23 pulgadas
Color:	Frambuesa
Tipo de memoria del equipo:	SDRAM
Interfaz de la unidad de disco duro:	USB 2.0/3.0
Velocidad de rotación del disco duro:	4 RPM
Tamaño de la pantalla:	7 pulgadas
Descripción de la tarjeta:	Dedicated

Interfaz de Hardware:	USB, HDMI
Angulo de visión:	178°

### 2.2.17 Selección de Fuente de 24 Voltios.

#### Datos de placa de la Fuente:

Fabricante:	MEAN WELL
Categoría del producto:	Fuentes de alimentación en carril DIN
Producto:	Suministros de conmutación
Tipo de entrada:	1 fase / Monofásico
Voltaje de entrada:	85 VAC a 264 VAC 120 VDC a 370 VDC
Numero de salidas:	1
Voltaje de Salida-Canal 1:	24 VDC
Corriente de Salida-Canal 1:	2.5 A
Industria	Commercial
Longitud x Ancho x Altura:	100 x 40 x 90 mm
Serie:	MDR-60
Estilo de montaje:	DIN Rail
Peso de unidad:	330 g

### 2.2.18 Selección del Convertidor reductor

El convertidor reductor de voltaje DC-DC tiene la funcionalidad de entregar mediante un potenciómetro multivuelta un voltaje de salida constante inferior al voltaje de entrada frente a variaciones del voltaje de entrada o de carga.

#### Datos de placa del Convertidor Reductor:

Modelo del Convertidor DC-DC Buck:	LM2596
Voltaje de entrada:	4.5 V a 40 V DC
Voltaje de salida:	1.23 V a 37 V DC
Corriente de Salida:	máx. 3 A, 2.5 A

Potencia de salida:	25 W
Eficiencia de conversión:	92%
Regulación de carga:	$S(I) \leq 0.5\%$
Regulación de voltaje:	$S(u) \leq 0.5\%$
Frecuencia de Trabajo:	150KHz
Protección de sobre temperatura:	SI
Protección de corto circuito:	SI
Protección limitadora de corriente:	SI
Dimensiones:	43 x 21 x 13mm

### 2.2.19 Selección del disyuntor

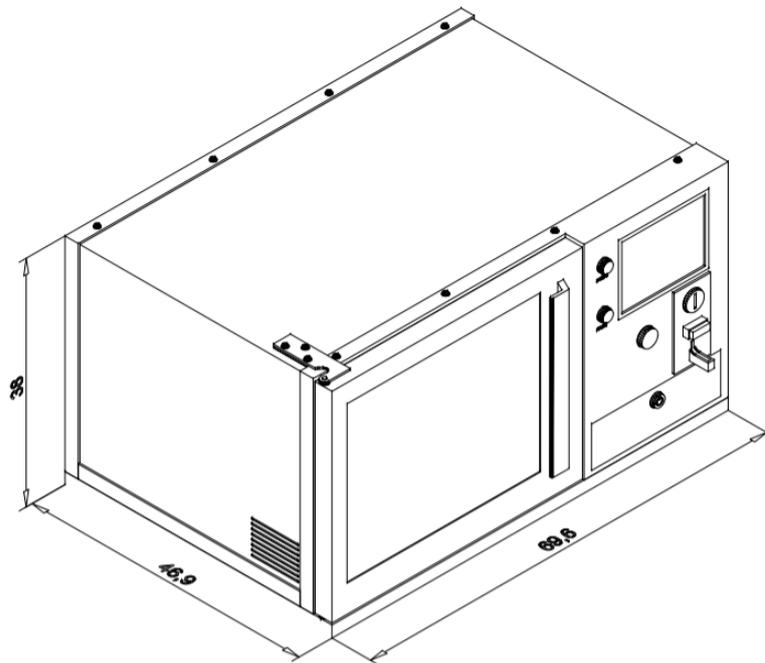
El disyuntor principal se selecciona considerando todas las cargas que se utilizan para el correcto funcionamiento y seguridad de los diferentes elementos conforma el proyecto. El disyuntor calculado es de 1.92 A. y se incrementa un porcentaje de seguridad del 25 %, dando como resultado la capacidad de 2.4 A.

#### Datos de placa del disyuntor de 3A

Numero de modelo:	A9F27103
Numero de polos:	1Polo
Voltaje:	100V – 133 V
Corriente:	1A - 4 A
Frecuencia:	50/60 Hz
Temperatura:	40°C
Norma:	IEC60947-2

### 2.3 Diseño físico:

La cabina está compuesta por dos botones, Inicio y Paro respectivamente, una pantalla táctil en el lado superior derecho, un led zumbador y el sistema de cobro en la parte inferior como se muestra en la Figura 2.13; sus dimensiones y materiales son las que se especifican en el diseño mecánico.



**Figura 2.13 Diseño físico y dimensiones de la cabina.**

### **2.3.1 Selección de cobertura de vidrio**

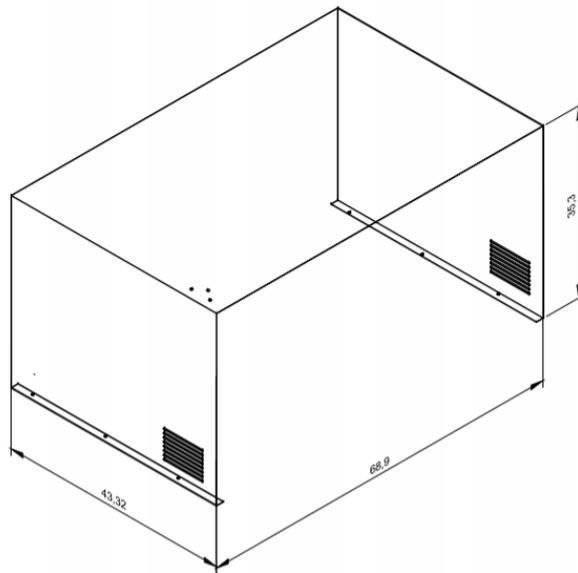
El vidrio laminado es la unión de 2 o más láminas de vidrio entre las que se intercala algún otro material con el fin de conseguir características o propiedades de incremento de resistencia y seguridad, reducción de luminosidad, aislamiento térmico y acústico.

Se seleccionó el vidrio laminado debido a que recurre a filtros normalmente óxidos metálicos en las capas internas para controlar el paso de la luz que pueden afectar a los ojos.

### **2.3.2 Selección de la estructura externa**

Las láminas de hierro negro se obtienen en calentado a 1250°C de las láminas de planchones de acero, cuenta con los tratamientos suficiente para evitar la fácil corrosión y oxidación.

La parte movable de la cabina de desinfección está construida de hierro negro, para facilitar el mantenimiento y limpieza de las lámparas, tiene una dimensión total de (138 x 44 x 0.1) cm en largo, ancho y espesor respectivamente.



**Figura 2.14 Carcasa de hierro negro de la cabina de desinfección.**

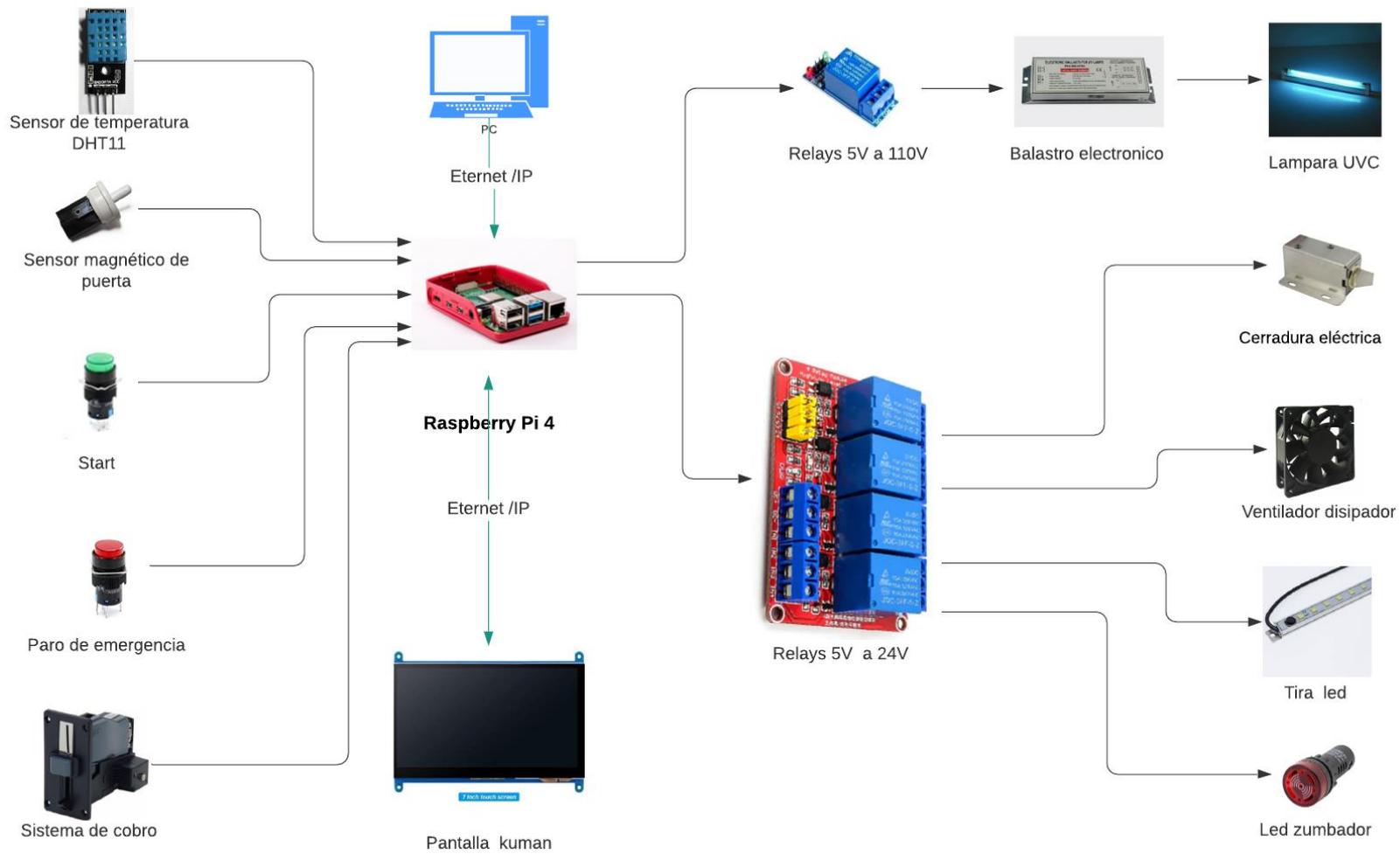
### **2.3.3 Selección de la estructura plástica**

Se seleccionó una estructura de plástico para disipar o disminuir la temperatura contenida dentro de la cabina, debido a que una pequeña fracción de la energía de radiación se convierte en calor. Como tal el polímero ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) es un material amorfo procedente de la emulsión o polimerización en masa de acrilonitrilo y estireno en presencia de polibutadieno que tiene características rigidez, durabilidad y resistencia térmica que puede trabajar hasta los 80°C.

### **2.4 Diagrama general de conexiones**

Se muestra las conexiones de los elementos de entrada y salida en el dispositivo de control (Raspberry pi 4), los parámetros considerados en cada conexión y configuración, calibre de cables y redes de comunicaciones con su simbología; que permita exponer orden en el desarrollo integral y sistemático de este diseño conceptual.

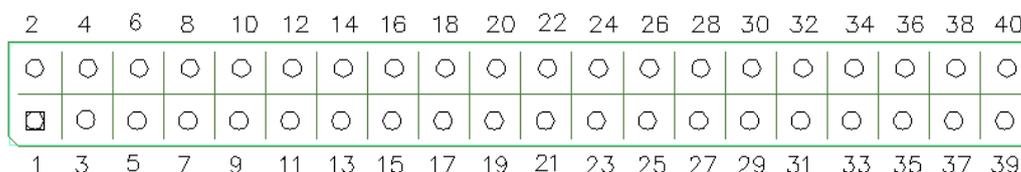
Para comunicar el Kuman Touch Screen y la Raspberry Pi4 se utilizó el puerto de comunicación HDMI que permite transmitir audio y vídeo sin comprimir desde un equipo a otro y con un único cable, incluido el contenido en alta definición. Los demás dispositivos de entrada y salida se conectan en los pines GPIO de la Raspberry Pi (Ver Figura 2.15).



**Figura 2.15 Diagrama de conexiones de dispositivos de entrada y salida.**

### 2.4.1 Tabla de entradas y salidas de la Raspberry Pi

Es importante definir el tipo de entrada y salida de cada elemento conectado a los terminales GPIO como se observa en la Tabla 2.4, los botones de Start y Parada de emergencia son pulsadores físicos que pueden ser manipuladas por el usuario libremente, el sensor de puerta como entrada digital es sumamente necesario para validar el encendido de las lámparas UV.



**Figura 2.16 Pines GPIO.**

A continuación, se detalla cada elemento de entrada, su descripción y el tipo de terminal usado.

ENTRADAS		
Nombre	PIN	GPIO
Sensor de temperatura y humedad DHT11	Pin 16	GPIO23
Botón de inicio	Pin 11	GPIO17
Botón de paro	Pin 12	GPIO18
Sensor magnético	Pin 13	GPIO27
Sistema de cobro CH-926	Pin 36	GPIO16
SALIDAS		
Led zumbador	Pin 40	GPIO21
Tira led	Pin 37	GPIO26
Ventilador	Pin 22	GPIO25
Cerradura	Pin 29	GPIO5
Lámparas UVC	Pin 31	GPIO6

**Tabla 2.4. Entradas y salidas en los terminales de la Raspberry pi 4.**

### 2.4.2 Diagrama eléctrico de conexiones de la Raspberry Pi

La Raspberry utiliza una alimentación de 5V que conforme al manual de usuario el modelo de 4GB es altamente funcional y sus pines GPIO se pueden conectar a las entradas y salidas considerando el voltaje requerido. Para las lámparas UVC que se alimentan con 110/220 V y para los elementos de alimentación de

24V se ubicaron relés con optoacopladores para proteger las corrientes inversas y conmutaciones de voltaje.

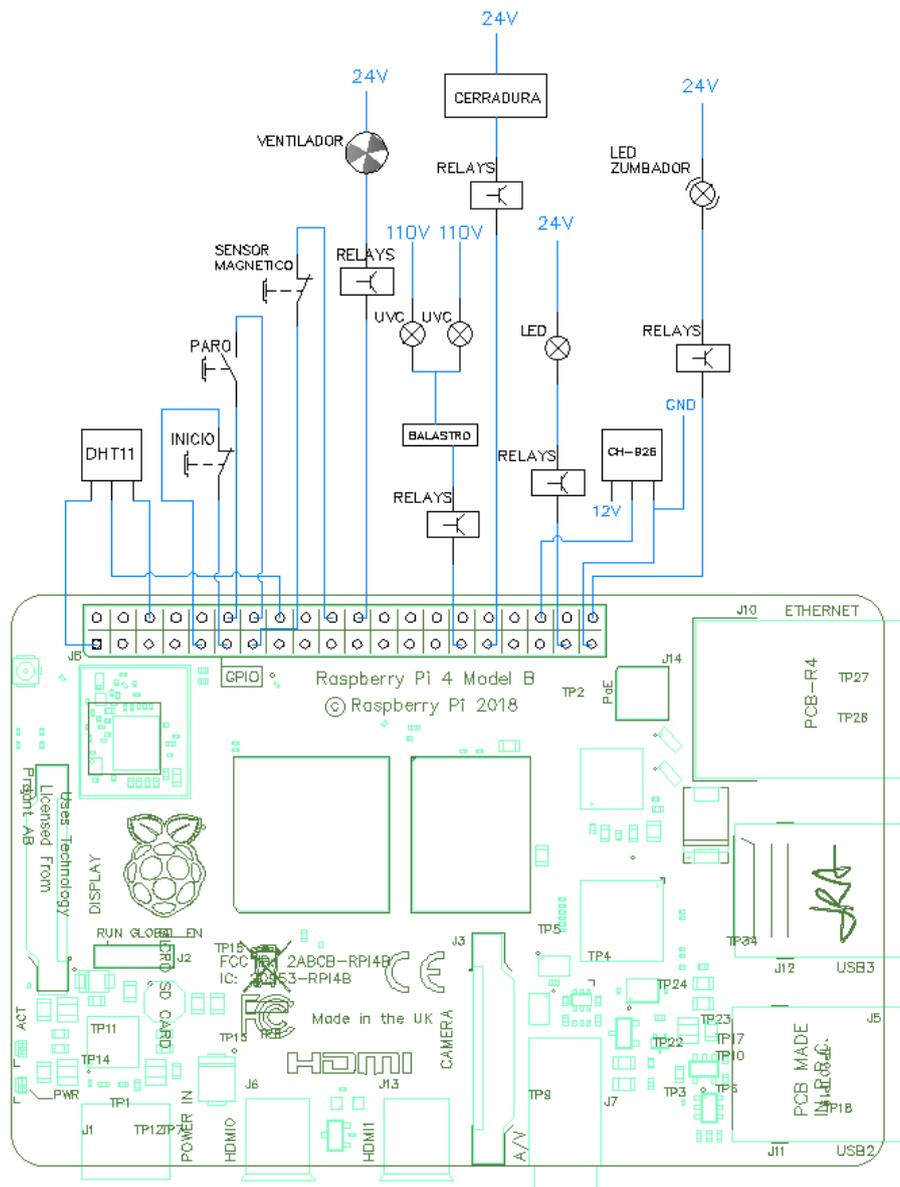


Figura 2.17 Diagrama de conexiones de la Raspberry Pi 4.

### 2.4.3 Diagrama de relés de 120 V y 24 V

La línea principal de 120V que alimenta a la fuente está protegido por un breaker de 3 A, los dispositivos conectados a la línea de 120V (balastos) emplean un relé para que se pueda obtener voltaje y corriente requerida.

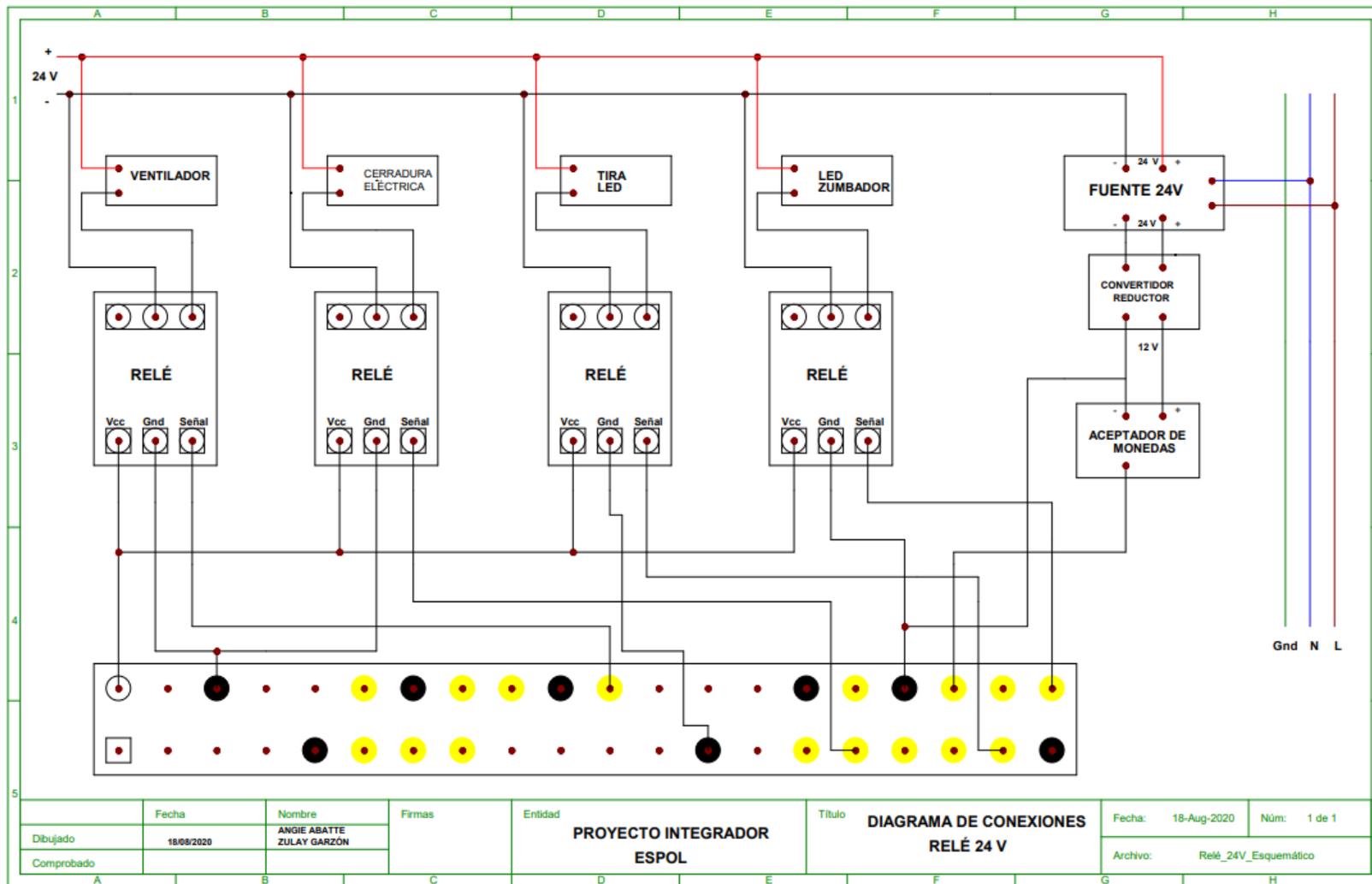


Figura 2.18 Diagrama de Conexiones del Relé de 24V.

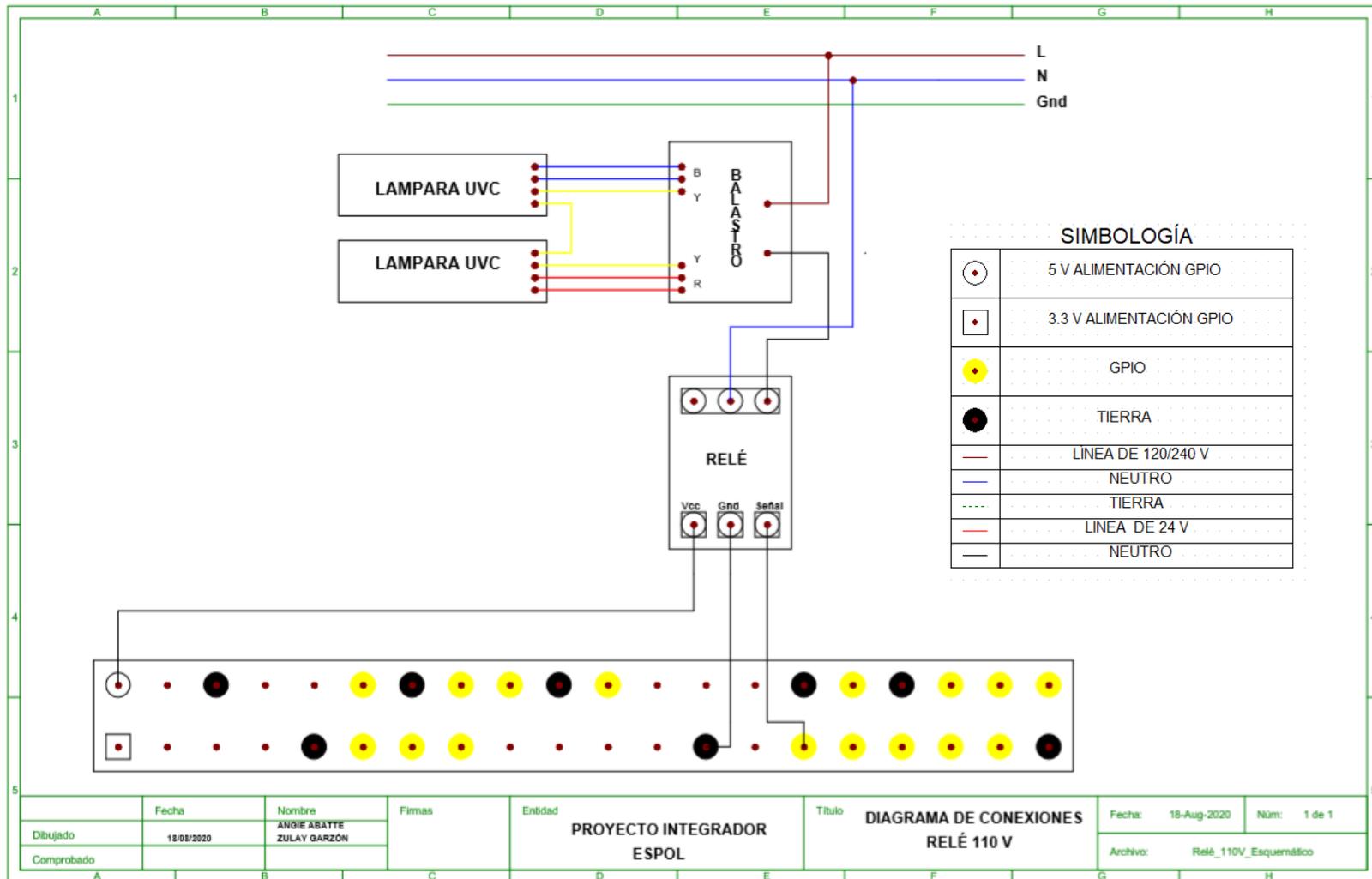


Figura 2.19 Diagrama de Conexiones del Relé de 24V.

## 2.5 Selección del calibre del cable

Según las especificaciones y certificaciones generales de la Raspberry Pi 4 y la fuente de poder, se realiza una tabla de calibre mínimos y máximos de cables requeridos para la instalación respectiva de cada componente descrito en el proyecto, y por consiguiente mediante su instalación se pueda asegurar el correcto funcionamiento del sistema de desinfección a través de luz UV-C (Ver Tabla 2.5)

CALIBRE DEL CABLE			
LINEA PRINCIPAL (120 V)	2(14 AWG+ TIERRA)		
FUENTE DE 24V		Sólido	Cable trenzado
	Mínimo:	(20 AWG) 0.32 mm <sup>2</sup>	(22 AWG) 0.32 mm <sup>2</sup>
	Máximo:	(16 AWG) 2.1 mm <sup>2</sup>	(18 AWG) 1.3 mm <sup>2</sup>
CONVERTIDOR REDUCTOR	Mínimo:	(20 AWG) 0.14 mm <sup>2</sup>	(26 AWG) 0.14 mm <sup>2</sup>
	Máximo:	(16 AWG) 2,5 mm <sup>2</sup>	(18 AWG) 1.5 mm <sup>2</sup>
PINES GPIO	Mínimo:	(26 AWG) 0.14 mm <sup>2</sup>	(26 AWG) 0.14 mm <sup>2</sup>
	Máximo:	(18 AWG) 1.5 mm <sup>2</sup>	(16 AWG) 1.0 mm <sup>2</sup>

Tabla 2.5. Dimensión del cable para conexiones general.

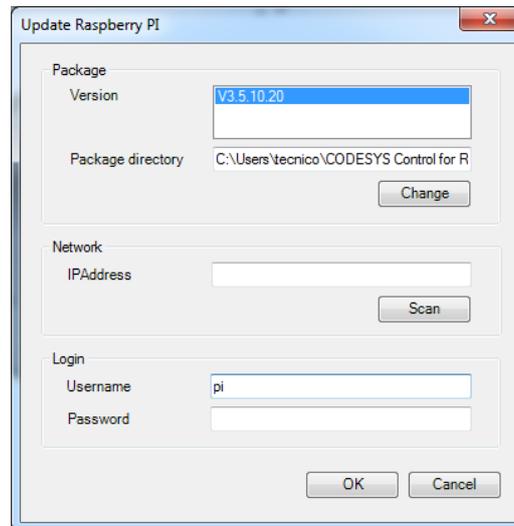
Se selecciona tipo de cable calibre 18AWG y jumpers para las conexiones respectivas.

## 2.6 Configuraciones generales

### 2.6.1 Para comunicar la Raspberry pi con el software Codesys.

En la Raspberry después de instalar el sistema operativo y cambiar las configuraciones por defecto del sistema, se debe configurar el SSH para controlar y modificar los servidores remotos a través de Internet por medio de un mecanismo de autenticación.

Para realizar la instalación del paquete en un dispositivo Raspberry Pi y cargarlo, se debe gestionar desde el sistema de desarrollo CODESYS las configuraciones IP de destino y las credenciales de acceso al Secure Shell .



**Figura 2.20 Configuración de la IP de la Raspberry en Codesys.**

Durante la fase de test, la Raspberry y el centro de desarrollo se comunican mediante paquetes UDP en un entorno controlado puesto que no existe seguridad en la misma.

En el sistema Codesys cree un nuevo proyecto y agregue la Raspberry Pi con su respectiva dirección IP y finalmente realice la programación.

# CAPITULO 3

## 3. Resultados y Análisis

Para encender las lámparas UVC el balastro electrónico utiliza el precalentamiento continuo de los electrodos existentes para generar un arco, es decir, el 100% de su capacidad no lo entrega en el primer instante por lo que se considera un tiempo de incremento en los materiales menos susceptibles a la radiación.

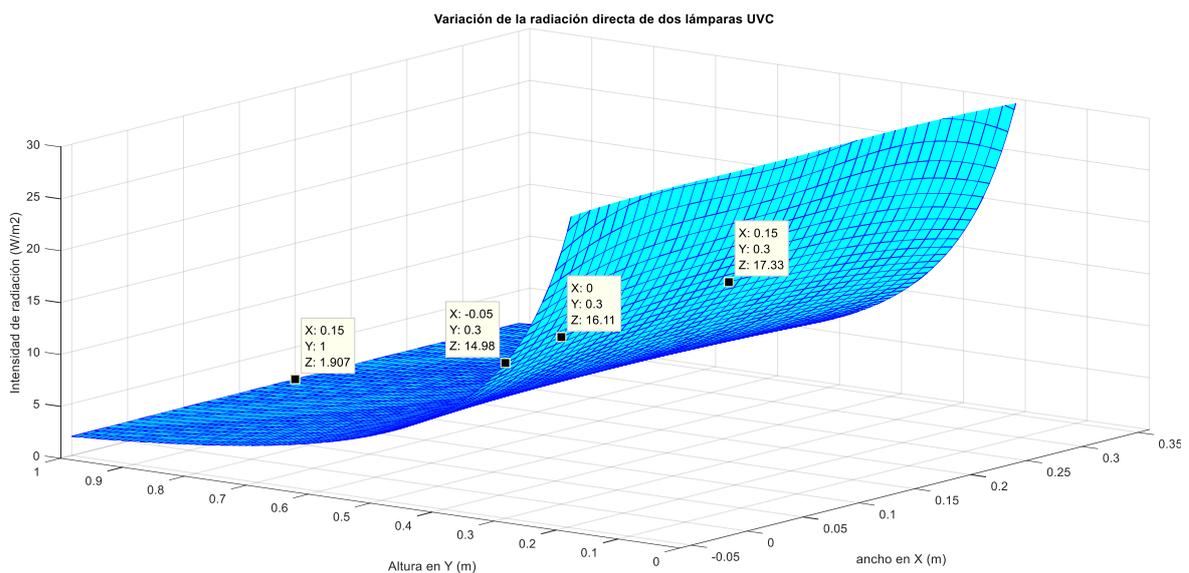
Según el cálculo elaborado en el Capítulo 2, se muestra que con el diseño propuesto se tiene una radiación de  $[1,013.400 \text{ } W^s/m^2]$  en 1 minuto , sin embargo, los materiales como papel, cartón, plástico, vidrio y cerámica son más resistentes a la radiación por su tenacidad y su estructura superficial; con un tiempo de 90 segundos se obtiene una de radiación de  $[1,520.100 \text{ } W^s/m^2]$ , dosis suficiente para lograr desinfección al 99% sin afectaciones al material considerando tiempos cortos.

Los polímeros y textiles son materiales que por sus propiedades y estructura tienden a afectaciones físicas como el amarillamiento y alargamiento, existen cambios en las propiedades mecánicas debidos generalmente a escisión de las cadenas poliméricas y/o entrecruzamiento lo que genera pérdida de integridad mecánicas y ópticas; por dicha razón estos materiales son más susceptibles a raditaciones con longitud de onda de 290 a 370 nm. En nuestro proyecto se utiliza luz UVC con longitud de onda de 254nm con un tiempo de exposición de 75 segundos que genera una dosis de radiación de  $[1,266.750 \text{ } W^s/m^2]$ .

Los aparatos electrónicos están directamente relacionados con la energía y el calor, es decir la radiación Ultravioleta no afecta al dispositivo, pero si su temperatura. Toda la energía que entra al equipo se convierte en calor a excepción de una pequeña fracción del 1% consumida en señales digitales. Debido a esta característica se hizo la clasificación de 1 minuto para todo equipo

electrónico considerando una temperatura máxima de 35°C, con una dosis de radiación de  $\left[1,013.400 \text{ W}^s/\text{m}^2\right]$  .

La representación gráfica tridimensional de la radiación ultravioleta directa en función de h y de x se muestra en la Gráfica 3.1, el cual indica que la radiación directa varía de 17.33  $\text{W}/\text{m}^2$  en la parte central (x=0.20 m) a 14.98  $\text{W}/\text{m}^2$  en los extremos (x=0 y x=0.40 m), es decir se disminuye en un 13.5%.



**Gráfico 3.1 . Grafica en Matlab que indica la variación de radiación de dos lámparas UVC.**

### 3.1 Visualización por pantalla

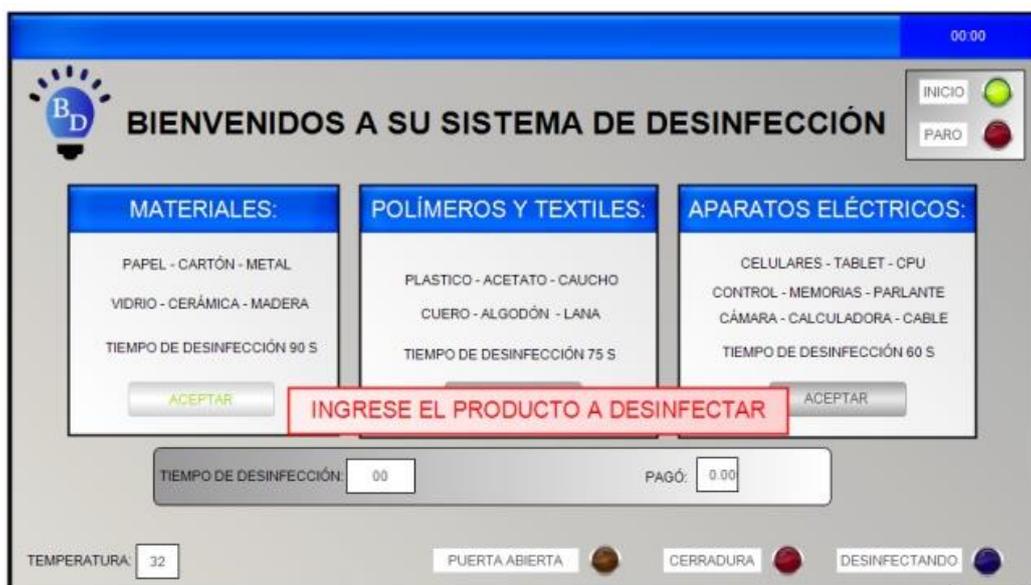
Para tener una fácil interacción con el usuario se implementó una pantalla táctil. El panel está conformado por tres cuadros de dialogo donde se observa los diversos materiales que se pueden desinfectar, en la parte superior derecha se muestra la fecha y dos leds indicadores (Inicio de funcionamiento y paro), por último, en la parte inferior de la pantalla se observa el tiempo de desinfección, el valor que se pagó, la temperatura actual de la cabina y tres leds indicadores del proceso:

- ABIERTO: Indicador de puerta abierta.
- CERRRADURA: Puerta bloqueada.
- DESINFECTANDO: Se está llevando a cabo el proceso de desafección.



**Figura 3.1** Interfaz gráfica de usuario mostrada por pantalla táctil.

Para llevar a cabo el proceso de desinfección, inicialmente el usuario debe seleccionar el material a desinfectar haciendo clic en aceptar en la casilla de materiales que se haya elegido, luego aparecerá una ventana emergente indicando que el producto debe ser ingresado, como se muestra en la Figura 3.2.



**Figura 3.2** Interfaz gráfica mostrando primera ventana emergente.

Luego ingresará el producto en la cabina y se mostrará un nuevo mensaje que indica el valor a cancelar.



Figura 3.3 Interfaz gráfica mostrando segunda ventana emergente.

Al realiza el pago a través del sistema de cobro, por pantalla se visualizará el valor pagado en la casilla PAGÓ y se inicializará la desinfección en el tiempo determinado, al concluir el proceso parpadea el led de "PARO" indicando que el usuario puede retirar el producto.

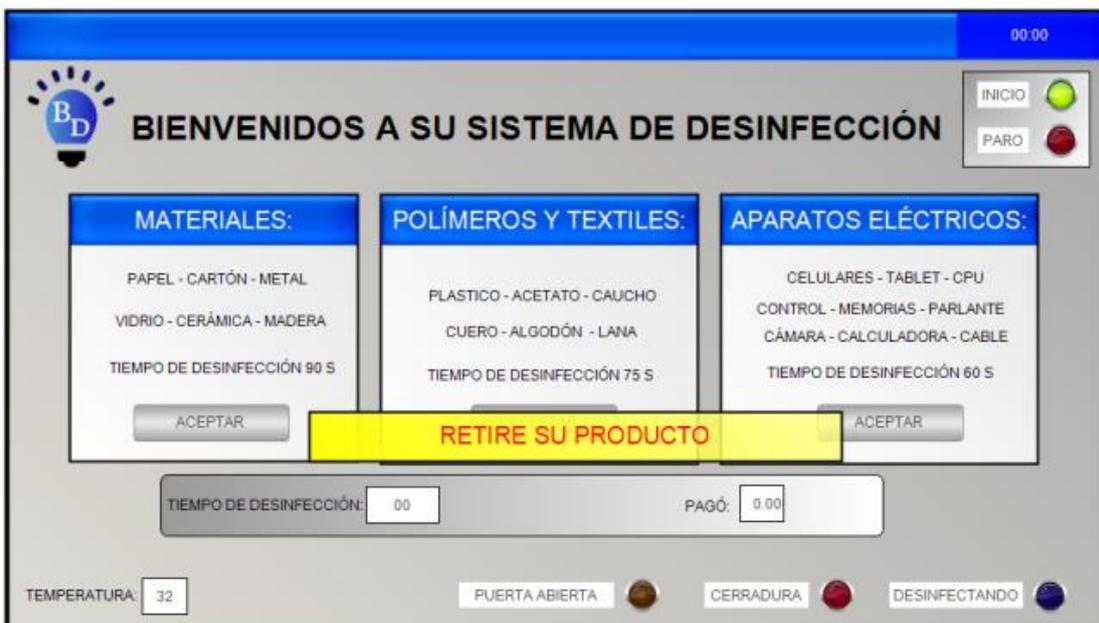


Figura 3.4 Interfaz gráfica mostrando tercera ventana emergente.

Se detalla a continuación el diagrama de flujo para representar la secuencia o interacción completa del proceso de desinfección proporcionando una mejor visualización del funcionamiento del producto.

### 3.2 Diagrama de flujo

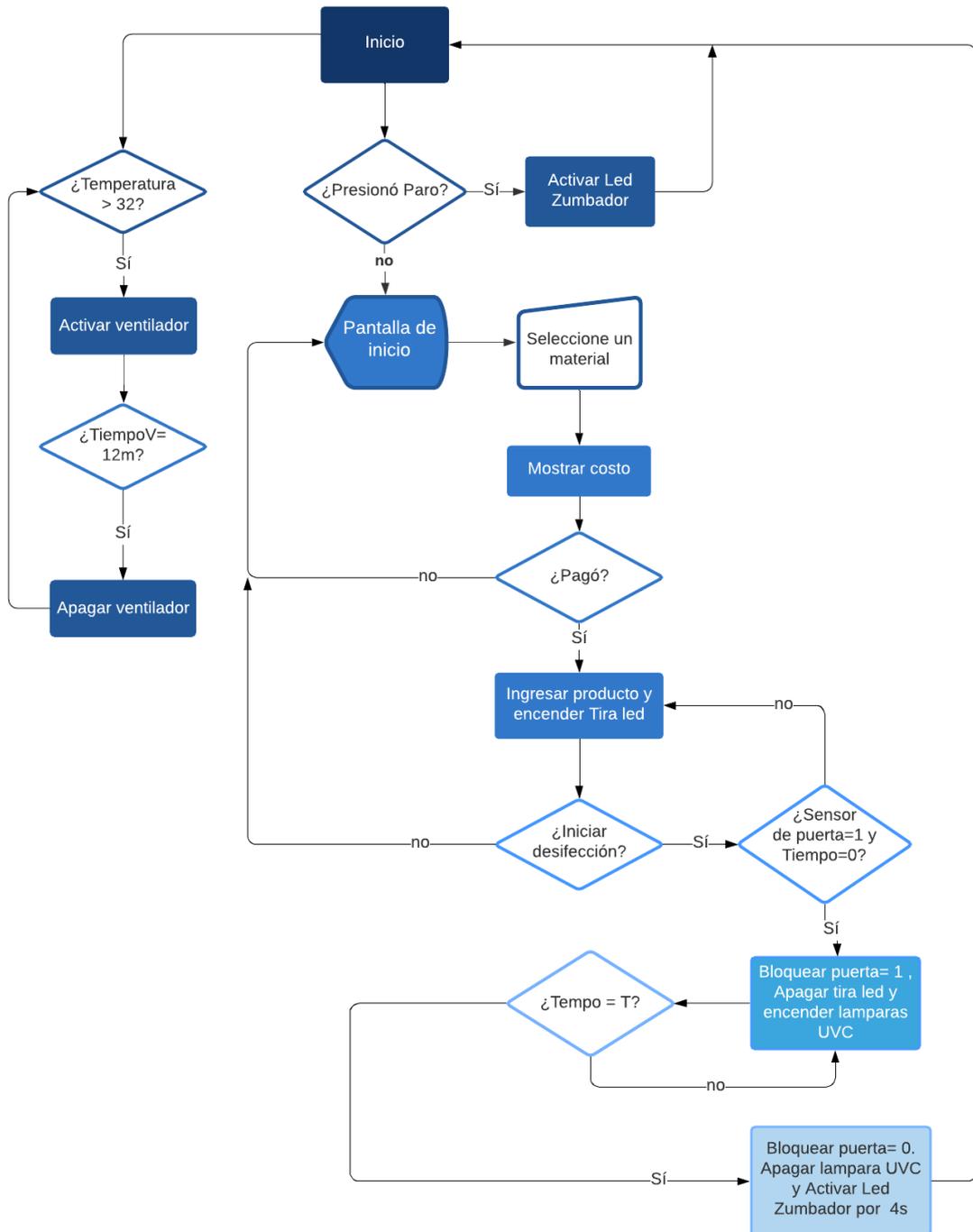


Figura 3.5 Diagrama de flujo.

### 3.3 Análisis de costos

Se presenta los costos de la estructura de la cabina de desinfección detallando cantidad y precio total de cada material.

Descripción	Precio unitario	Cantidad	Precio Total
Acero inoxidable (1.80m x 1.50m x 0.00050m)	\$ 40,00	1	\$ 40,00
Hierro negro (1.36m x 0.44m x 0.001m)	\$ 25,00	1	\$ 25,00
Vidrio Laminado (0.40m x 0.30m x 0.006m)	\$ 20,57	1	\$ 20,57
Bisagra de puerta	\$ 6,73	2	\$ 13,46
Plástico PVC Sintra (1.67m x 1.14m 0.001m)	\$ 150,00	1	\$ 150,00
Varilla de acero inoxidable	\$ 6,00	3	\$ 18,00
Conjunto de Pernos	\$ 5,00	1	\$ 5,00
Mano de obra de ensamble de cabina	\$ 100,00		\$ 100,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 372,03</b>

**Tabla 3.1 Costos de la estructura de la cabina**

Se presentan los costos de materiales de importación utilizados en el diseño de la cabina de desinfección.

Descripción	Precio unitario	Cantidad	Precio Total
Raspberry Pi 4	\$ 77,00	1	\$ 77,00
Fuente de 24V MDR-60-24	\$ 22,99	1	\$ 22,99
Convertidor Reductor LM2596	\$ 5,99	1	\$ 5,99
Lámparas UVC GPH357T5L/HO	\$ 35,00	2	\$ 70,00
Pantalla Kuman 7 Inch Capacitive	\$ 53,99	1	\$ 53,99
Valor de envío	\$ 30,00		\$ 30,00
Balastro para lampara UVC PH2-800-2 / 75U	\$ 69,65	1	\$ 69,65
Valor de envío	\$ 6,50		\$ 6,50
Sistema de cobro CH-926	\$ 27,95	1	\$ 27,95
Valor de envío	\$ 4,99		\$ 4,99
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 292,06</b>

**Tabla 3.2 Costos de materiales de importación.**

Se presentan los costos de materiales electrónicos utilizados en el diseño de la cabina de desinfección.

Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Relé de 24V KF-301 AZDelivery	\$ 2,42	1	\$ 2,42
Relé de 120V KF-301 AZDelivery	\$ 2,50	1	\$ 2,50
Tira Led 2835	\$ 2,18	1	\$ 2,18
Ventilador SZ-LYH-I040820	\$ 3,50	1	\$ 3,50
Led Zumbador AD16-22SM	\$ 4,95	1	\$ 4,95
Cerradura Eléctrica Xpo-217	\$ 12,85	1	\$ 12,85
Pulsador Magnético de 40W	\$ 4,99	1	\$ 4,99
Botones Metálico de Inicio y Paro	\$ 4,50	2	\$ 9,00
Sensor de Temperatura y Humedad DHT11	\$ 2,00	1	\$ 2,00
Disyuntor Principal	\$ 7,00	1	\$ 7,00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 44,39</b>

**Tabla 3.3 Costos de dispositivos electrónicos.**

Se muestran los costos de los cables para comunicar el controlador con la Raspberry pi4.

Descripción	Precio
Cable Ethernet	\$ 10,00
Cable HDMI	\$ 30,00
Cables de 16 AWG y 14 AWG	\$ 5,00
Jumpers	\$ 5,00
Subtotal	\$ 50,00

**Tabla 3.4 Costos adicionales**

El bajo costo que proporciona trabajar con la Raspberry Pi es sustancial para este proyecto; en comparación con un PLC que contiene un microprocesador lo cual le proporciona mayor velocidad en las tareas, es un controlador robusto y puede ejecutar instrucciones en magnitudes enormes, sin embargo nuestro proyecto no requiere de instrucciones en magnitudes altas, sus pines GPIO permiten fácilmente involucrar sensores y actuadores de bajo costo, capaz de ejecutar un sistema operativo utilizando código abierto y extendiendo la posibilidad de incluir nuevos software de aplicación industrial como Codesys.

Además de ser accesible en costo, el sistema adquiere posibilidades de recuperar la inversión inicial; en la hipótesis supuesta que 10 personas utilicen el producto de forma diaria durante un año se tiene un presupuesto de \$1,680, que genera una ganancia de \$927.52 sin actividad recurrente.

### 3.4 Análisis de Potencia

Descripción	Potencia (W)	Cantidad	Potencia Total (W)
Raspberry Pi 4	2.5	1	2.5
Lampara UVC GPH357T5L/HO	35	2	70
Pantalla Kuman 7 Inch Capacitive	2.5	1	2.5
Sistema de cobro CH-926	0.78	1	0.78
Tira Led 2835	7	1	7
Ventilador SZ-LYH-I040820	6	1	6
Led Zumbador AD16-22SM	0.48	1	0.48
Cerradura Eléctrica Xpo-217	19.68	1	19.68
Pulsador Magnético de 40W	10	1	10
Botones Metálico de Inicio	0,036	1	0.036
Botones Metálico de Paro	0,0285	1	0.0285
Sensor de Temperatura y Humedad DHT11	0,00875	1	0.00875
<b>Total</b>			<b>119.01</b>

**Tabla 3.5 Potencia de consumo total.**

La potencia de consumo de la cabina de desinfección como se observa en la Tabla 3.5 es de 119 W lo que significa que fundamentalmente el consumo en kWh es considerable desde el punto de vista ecológico, se puede decir que es un sistema con ahorro energético sin emisiones de gases que ayuda a la competitividad e ingresos de la persona o empresa.

### 3.5 Análisis de Peso

Descripción	Masa (g)
Hierro negro	2350
Acero inoxidable	2900
Piezas de plástico	310
Vidrio laminado	120
Raspberry Pi 4	45
Fuente de 24V	330
Convertidor Reductor	330
Ventilador	70
Pantalla	357
Sistema de cobro	350
Dispositivos electrónicos	400
Total, en gramos	7562,20
<b>Total, en Kilogramos</b>	<b>7.56</b>

**Tabla 3.6 Peso de cada material utilizado en el diseño**

La cabina de desinfección tiene un peso aproximado de 7.56 Kg que tiene como beneficio su versatilidad, practicidad y comodidad, es decir, su peso liviano permite fácil trasportación y sus dimensiones que ocupe el menor espacio posible.

# CAPITULO 4

## 4. Conclusiones y recomendaciones

En el presente proyecto se empleó un análisis detallado sobre estudios de efectos germicidas de la luz UV-C para el Covid-19, que tiene como resultado que una reducción de, al menos, 99% puede lograrse con una dosis relativamente baja y a tiempos cortos; en comparación con los cálculos matemáticos y simulación examinados anteriormente se tiene una diferencia de 0.78% en los resultados obtenidos.

### Conclusiones:

En base a toda la información recolectada y citada, se concluye que un dispositivo de desinfección por luz UV-C para superficies contaminadas debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Las dosis entregadas deben superar los  $1000 \text{ Ws}/\text{m}^2$  para la inactivación de todo patógeno, considerando dimensiones del área y tiempo de exposición.
- El dispositivo debe entregar la dosis de forma que todos los puntos del área de exposición sean irradiados al menos en un 90 % de manera equitativa.
- La exposición de luz UVC debe estar lo más aislada posible de los seres humanos y debe contar con un sistema de alarma para evitar daños.
- El dispositivo debe ser estudiado con distintos tipos de lámparas UVC y diferentes posiciones antes de definir el diseño.

Se implementó un micro PLC por medio de la Raspberry Pi 4 con lenguaje de programación Ladder en el software Codesys que permitió crear una solución de bajo costo con capacidades de rendimiento sustanciales, plenamente capaz de realizar tareas de automatización.

El diseño conceptual está formado en base a las normas de seguridad eléctrica UNE EN 61010-1, UNE EN ISO 11201, lineamientos en selección y mantenimiento de cabinas de seguridad biológica, normas de higiene y seguridad en el uso de lámparas de radiación ultravioleta que facultan un sistema de desinfección en cumplimiento con la normativa técnica del Ecuador.

Cuenta con un sistema de cobro y pantalla táctil que permiten la fácil interacción con el usuario sin necesidad de un intermediario.

### **Recomendaciones:**

La desinfección a través de luz Ultravioleta es un método de desinfección físico, que no es ampliamente utilizado en el país, pero su aplicación mantiene un equilibrio ecológico con el medio ambiente debido a que no genera contaminantes o sustancias tóxicas, dado que se recomienda utilizar este método en aplicaciones para pequeñas a grandes industrias.

Se recomienda la utilización de lámparas de luz ultravioleta sin ozono, puesto que el ozono genera agentes tóxicos y el sistema necesitaría suficiente ventilación lo que implica nivel de ruido mayor a 45dBA

Si se requiere implementar el diseño estudiado en este proyecto es necesario probar empíricamente antes de su utilización de manera que se conozca con certeza la variación de irradiancia.

Para aprovechar al máximo la capacidad de trabajo del software Codesys se recomienda comprar la licencia, esto permitirá al usuario una amplia gama de librerías y cargar el programa de 3 formas distintas sin ninguna restricción según los requerimientos deseados.

# BIBLIOGRAFÍA

- ANSES. (2010). *Safety assessment of reactors fitted with ultraviolet lamps and the efficacy of these systems for the disinfection of water intended for human consumption.*
- Automática, L. R. (s.f.). INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE DE PROGRAMACION CODESYS . Veganaza: SUPPRESS.
- Baka, A., Cenciarelli, O., & ECDC. (2020). *Interim guidance for environmental cleaning in non- healthcare facilities exposed SARS-COV-2.* Estocolmo: European Centre for Disease Prevention and Control,.
- Ballbé, Verdaguer, Salafranca, B. &, Humbert, Fradera, Rovira, . . . Aransaz. (s.f.). *Guía Técnica de Uso e Instalación de Luz Ultravioleta.* Barcelona: CICAT.
- Blesa, Navntof, & Dawidowski. (s.f.). *Modelado de la radiación solar UV para tratamiento de aguas.* Buenos Aires.
- Darnell, M. E., Subbarao, K., Feinstone, S. M., & R., T. D. (2004). Inactivation of the coronavirus that induces severe acute respiratory syndrome, SARS-CoV. *Journal of Virological Methods*, 85-91.
- G, K., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020). *Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents* . Bochum, Alemania: ELSEVIER.
- Gabriel, C. (2014). *Diseño y Construcción del Prototipo en línea de un sistema de tratamiento de aguas residuales a base de luz ultravioleta.* Cuenca.
- INEC, Nabernegg, M., García, M. I., & Moreno, L. (2017). Estadísticas y Metodologías. *Estadísticas y Metodologías*, 142.
- Laborales, S. d. (2016). *PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN, INSTALACION, UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CABINAS BIOLÓGICAS.* Madrid.
- Lecam. (s.f.). *Estudio de la radiación UV-C como método de desinfección de ambientes y superficies con enfoque en la prevención del contagio de COVID-19.* Argentina.
- McIntosh, K., & MD. (26 de junio de 2020). *UpToDate.* Obtenido de <https://www.uptodate.com/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-epidemiology-virology-and-prevention>
- Medicine, T. N. (18 de Marzo de 2020). *ABC Enfermedades.* Obtenido de [https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-cuanto-tiempo-permanece-coronavirus-superficies-202003181124\\_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-cuanto-tiempo-permanece-coronavirus-superficies-202003181124_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F)

- Mohr, Steil, Gravemann, Thiele, Hammer, Greinacher, . . . Völker. (Diciembre de 2009). *Biblioteca Nacional de Medicina*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19682340/>
- Naciones Unidas Honduras. (2020). Obtenido de [https://www.paho.org/hon/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=503-coronavirus-onu&category\\_slug=enfermedades-transmisibles&Itemid=211](https://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&alias=503-coronavirus-onu&category_slug=enfermedades-transmisibles&Itemid=211)
- OMS. (2020). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
- OMS, OMM, UNEP, & ICNIRP. (2003). *Indice UV*. Ginebra.
- Organizacion Mundial de la Salud*. (11 de Marzo de 2020). Obtenido de OMS: [https://www.who.int/topics/infectious\\_diseases/es/](https://www.who.int/topics/infectious_diseases/es/)
- Organizacion Mundial de la Salud*. (8 de Junio de 2020). Obtenido de OMS: <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
- Orihuel, E. (24 de abril de 2020). *BETELGEUX CHRYSTEYNS FOOD HYGIENE*. Obtenido de <https://www.betelgeux.es/blog/2020/04/24/covid-19-estabilidad-e-inactivacion-del-virus/>
- Rutala, W. A., & Weber, D. J. (20 de Marzo de 2020). *Infection Control Today*. Obtenido de <https://www.infectioncontrolday.com/view/focus-surface-disinfection-when-fighting-covid-19>
- Sagripanti, J. L., & Lytle, C. D. (23 de Noviembre de 2010). *SpringerLink*. Obtenido de Sensitivity to ultraviolet radiation of Lassa, vaccinia, and Ebola viruses dried on surfaces: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00705-010-0847-1>
- Tseng, C.-C., & Li, C.-S. (2007). Inactivation of Viruses on Surfaces by Ultraviolet Germicidal Irradiation. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 400-405.
- Vicente, M. S. (s.f.). *DISEÑO DE UNA CÁMARA DE ENSAYOS DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA*. Salta: UNSa CONICET.

# ANEXO

## Apéndice A

### Entorno de Codesys

- **Imprimir enteros**

<p><b>%d</b> <b>%i</b></p>	<p>Imprimir una variable (tipo de datos entero) como un número decimal</p>	<p>Código: iCounter : INT := 12; <i>Texto de propiedad</i> :Value: %i <i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.iCounter Salida: Value: 12</p>
<p><b>%b</b></p>	<p>Imprimir una variable (tipo de datos enteros) como un número binario</p>	<p>Código: byCode : BYTE := 255; <i>Texto de propiedad</i> :Coding: %b <i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.byCode Salida: Coding: 11111111</p>
<p><b>%o</b></p>	<p>Imprimir una variable (tipo de datos entero) como un número octal sin signo sin un cero precedente</p>	<p>Código: byCode : BYTE := 8#377; <i>Texto de propiedad</i> :Coding: %o <i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.byCode Salida: Coding: 377</p>

- **Impresión de números de punto flotante**

Los números de coma flotante tienen el tipo de datos REAL o LREAL.

<p><b>%f</b></p>	<p>En forma decimal con punto decimal en formato 1.6</p>	<p>Código: rWeight : REAL := 1.123456789; <i>Texto de propiedad</i> :Weight: %f <i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.rWeight Salida: Weight: 1.123456</p>
------------------	--	---

- **Imprimir la fecha y la hora**

Si el texto de salida en la propiedad del elemento Texto contiene el marcador de posición "% t", se imprime una fecha y / o una hora. Si no se especifica una variable en la propiedad Variable de texto , se imprime la hora del sistema ; de lo contrario, es el valor de la variable.

Los nombres de los días y meses se muestran en inglés de forma predeterminada. Si se utilizan textos localizados, la lista de textos System debe completarse. Esta lista de texto se crea automáticamente en la vista de POU cuando se utiliza el marcador de posición % t. Los términos en inglés deben usarse como ID aquí. La localización se puede realizar tanto para el nombre completo como para el abreviado.

Tipos de datos en tiempo incluyen LTIME, TIME, TIME\_OF\_DAY, TOD, DATE, DATE\_AND\_TIME, y DT.

Formatos de fecha y hora		
%t[HH:mm:ss:ms]	Imprimiendo el tiempo completo	<p>Código: dwTime : DWORD := 4294967295;</p> <p><i>Texto de propiedad</i> :Time: %t[HH:mm:ss:ms]</p> <p><i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.dwTime</p> <p>Salida: Time: 23:59:59:999</p>
% t [aaaa-MM-dd dddd]	Imprimir la fecha y el día de la semana	<p>Código: dateSet : DATE := DATE#2016-02-12;</p> <p><i>Texto de propiedad</i> :Date: %t[yyyy-MM-dd dddd]</p> <p><i>Variable de texto de propiedad</i> :PLC_PRG.dateSet</p> <p>Salida: Date: 2016-02-12 Friday</p>

- **Comando editor de interfaz**

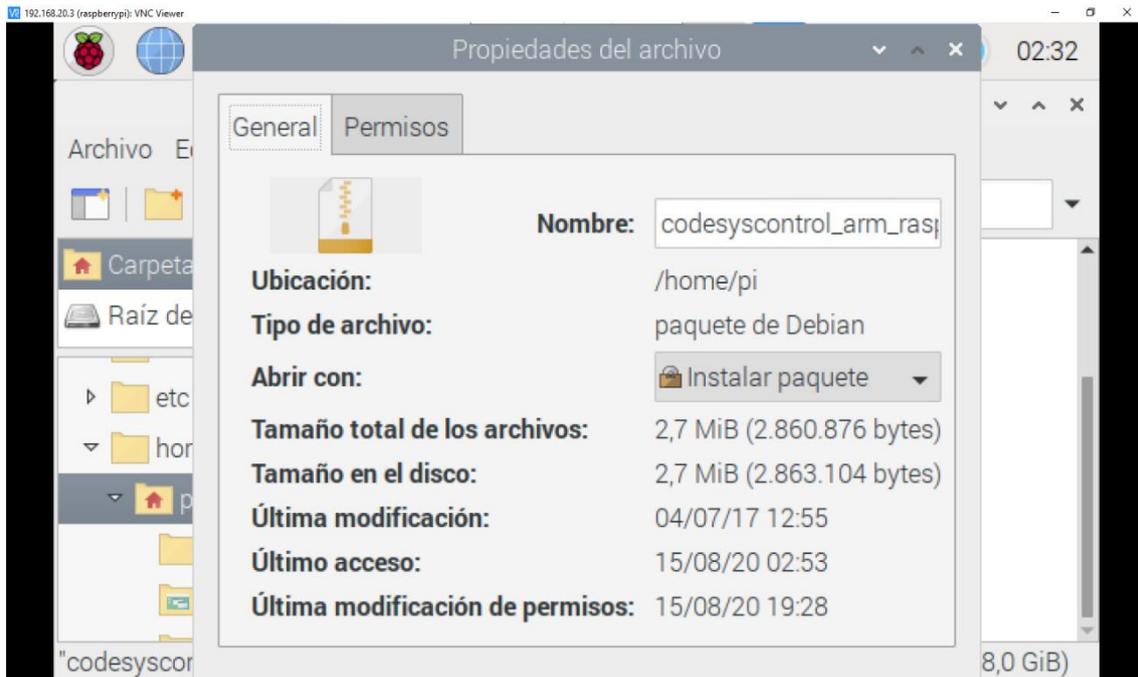
Posibles alcances para interfaces de visualizaciones o diálogos

 VAR_IN_OUT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al transferir una estructura            Cuando se crea una instancia de la visualización, obtiene una referencia a los datos de la aplicación actual.</li> <li>• Al transferir una variable de control, si se escribe en la variable cuando se realiza una entrada de usuario. Solo entonces la visualización puede escribir en él.</li> </ul> <p>Nota: En el caso de los diálogos, los datos se vuelven a escribir solo cuando se cierra el diálogo.</p> <p>Sugerencia: recomendamos encarecidamente que utilice este ámbito para que sea posible la devolución de</p>
--	--

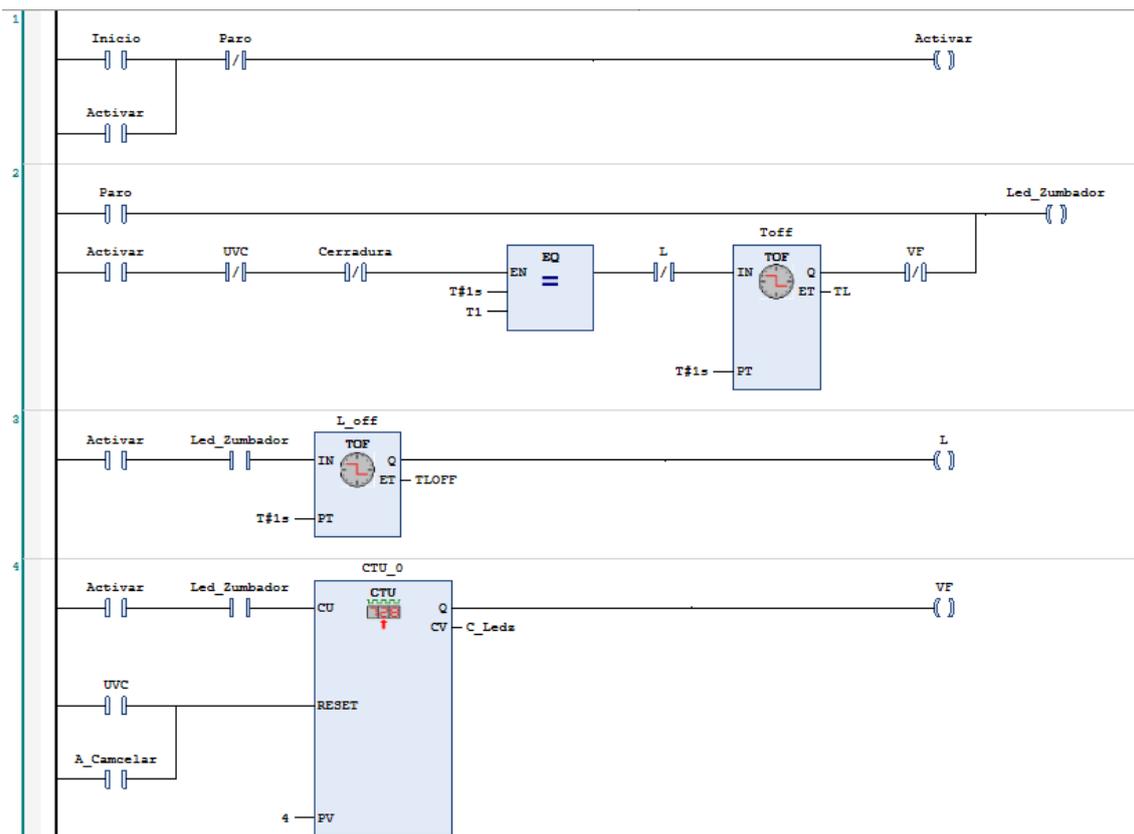
	valores. Además, no es necesario copiar datos.
 VAR_IN_OUT Pragma {attribute 'VAR_IN_OUT_AS_POINTER'}	<p>Al transferir un puntero a un objeto de datos</p> <p>En contraste con el VAR_IN_OUT alcance (sin un atributo), los cambios de variable son efectivos inmediatamente y no solo cuando se cierra el diálogo.</p> <p>Nota: Utilice este alcance solo si la visualización implementa un <b>diálogo</b> .</p>
 VAR_INPUT	<p>Al transferir datos que solo se leerán</p> <p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la visualización se ejecuta como visualización integrada, solo se permite transferir variables de entrada de un tipo de datos básico (tipo escalar).</li> <li>• Si la visualización se ejecuta como un CODESYS TargetVisu o un CODESYS WebVisu, también se pueden transferir variables de entrada de cualquier tipo de datos (incluidas las POU).</li> </ul>
 VAR_INPUT Pragma {attribute 'parameterstringof'}	<p>Al transferir una variable (tipo de datos STRING) para el nombre de instancia del parámetro de transferencia especificado en el atributo</p>

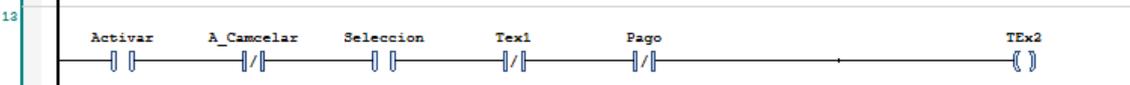
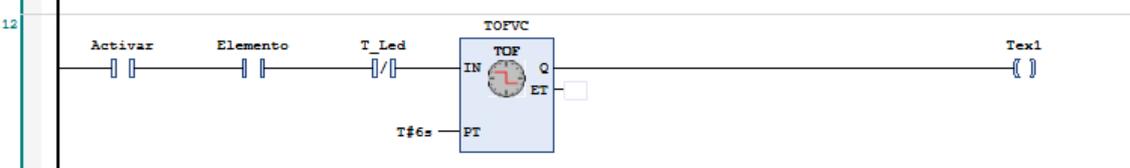
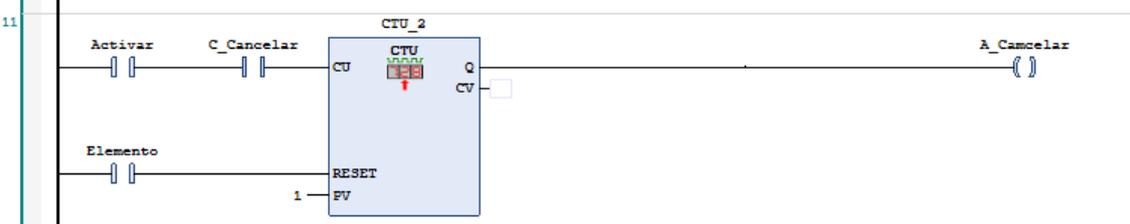
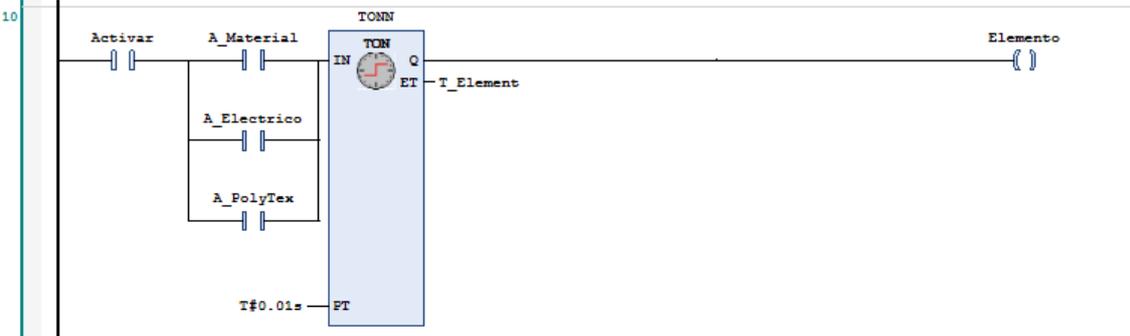
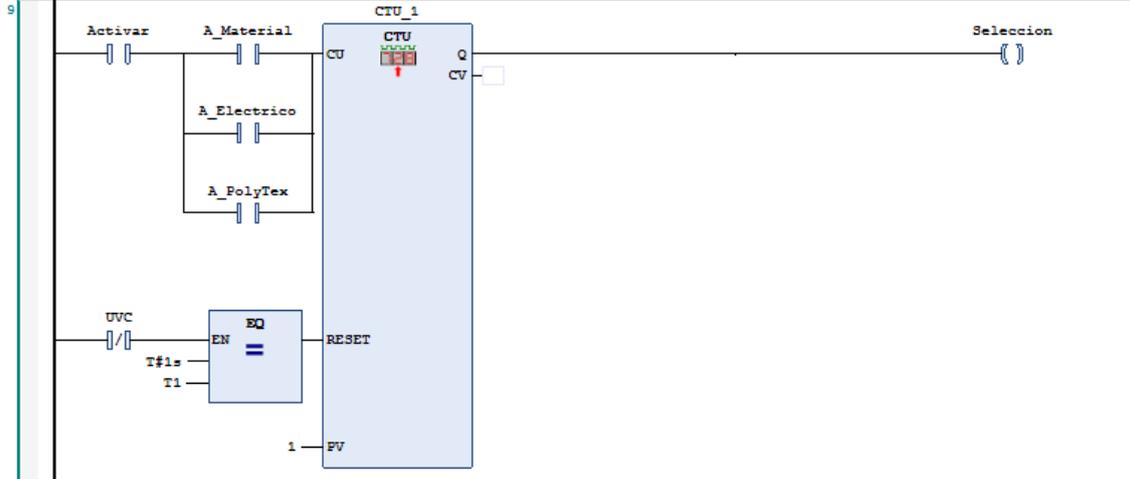
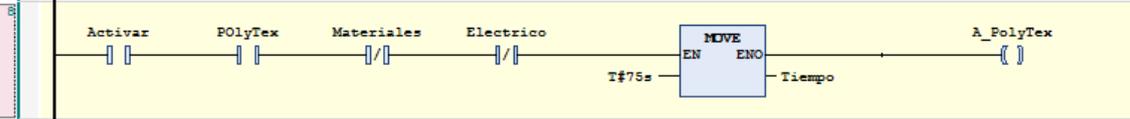
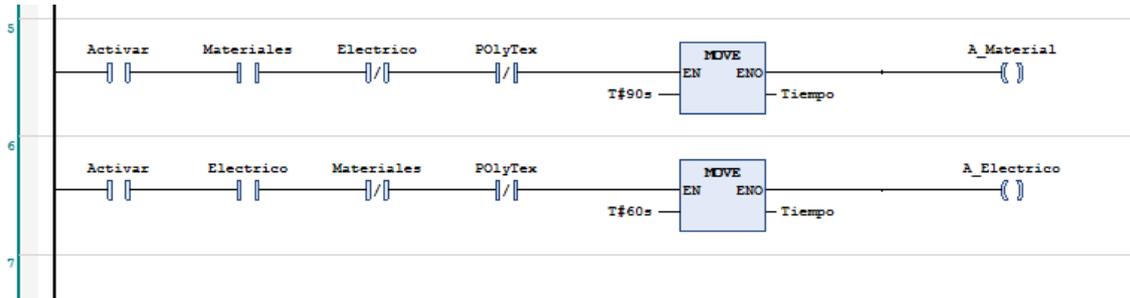
## Programación de Codesys y MATLAB

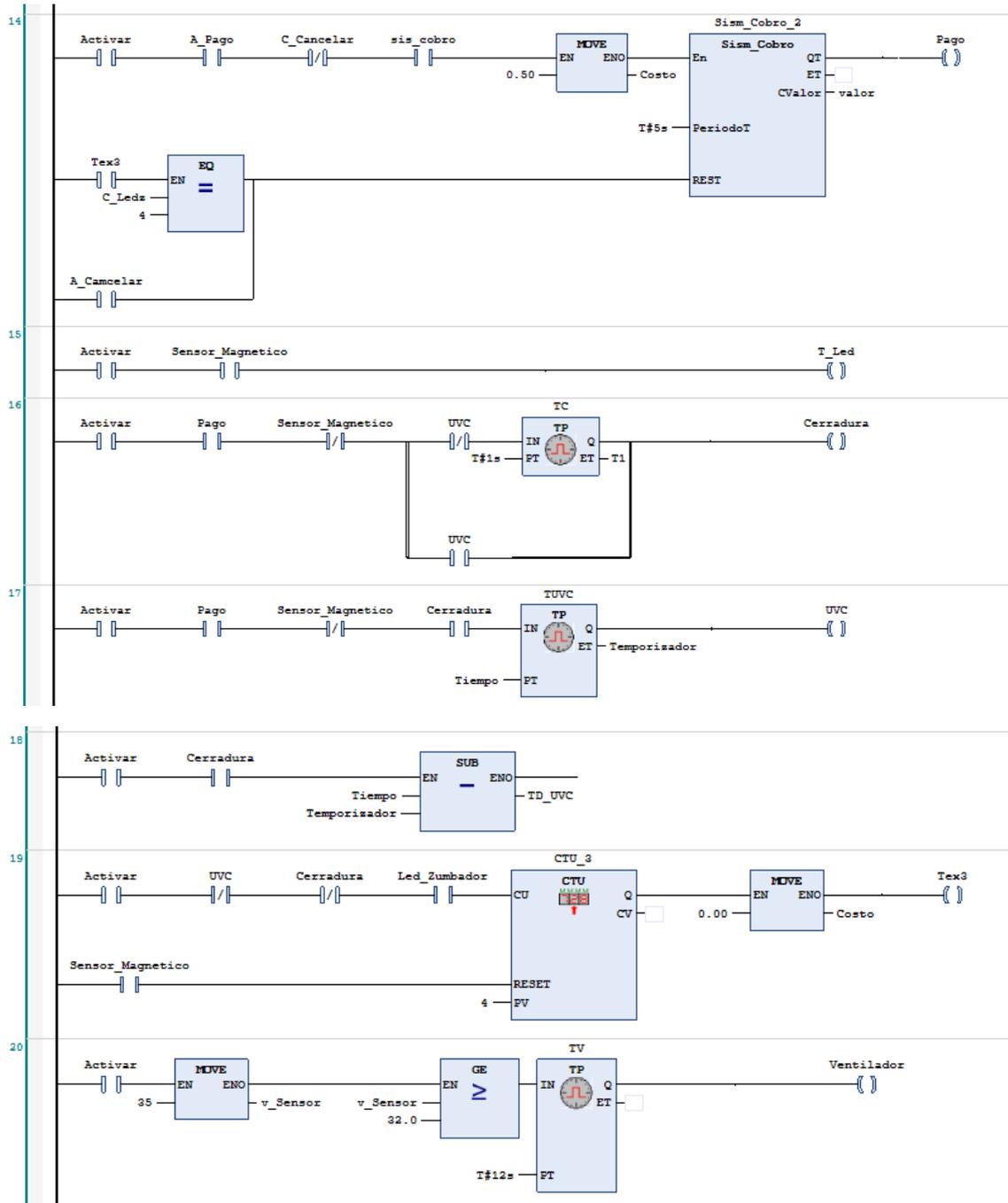
- Paquete de instalación en Raspberry Pi



- Código de programación en Codesys en lenguaje Ladder







# Manual of CH-926

CH-926 is a multi coin selector, can accept up to 6 kinds of different coins at the same time. This type of coin selector is widely used in Vending machine, Arcade Game, Message chair, and other self-management system. CH-926 is mainly based on material, weight and size to identify coins. We use the most up to date algorithm to design software. Therefore, CH-926 is very stable and accurate even when environment changes such as temperature, and humidity etc... In order to increase the accuracy, we suggest different version of coins use different channel to set up.

## Specifications

Coin diameter : 15mm~32mm

Coin thickness : 1.2mm~3.8mm

Working voltage : DC +12V  $\pm$ 10%

Working current : 65mA  $\pm$ 5%

Signal output : pulse

Atmospheric pressure : 86Kpa—106Kpa

Working humidity :  $\leq$ 95%

Speed :  $\leq$ 0.6s

Accuracy rate of identification : 99.5%

## Features

- a. Capable of accepting all worldwide Coins and Tokens.
- b. Intelligent CPU software control, and high accuracy .
- c. Self-programming without PC.
- d. Accept 1~6 different kinds of coins at the same time.
- e. Free to set up pulses' output.
- f. Prevent not only electric shock but also electromagnetic interference.
- g. Automatic self-test for problems.

# Manual of CH-926

## The Process of Setup for Parameters

1. Press the "Add" and "minus" buttons at the same time for about three seconds, then the letter "A" will appear from the LED display.
2. Press the "setup" button once, and the letter "E" will appear. Next, use the buttons to choose how many kinds of coins you would like to use; then press the "setup" button again to finish.
3. The letter "H" will appear after pressing the button. Use the "Add" and "minus" buttons to choose how many samples you would like to insert later. Next press the "setup" button again to finish.
4. The letter "P" will appear after pressing the button. Use the "Add" and "minus" buttons to choose the amount of output's signals/pulses you want. The quantity limited is 50 times. Next, press the "setup" button to finish.
5. The letter "F" will appear after pressing the button. Use the "Add" and "minus" buttons to choose accuracy. The value is from 1~30, and 1 is the most accurate. Normally, 5~10 will be fine. Next, press the "setup" button to finish.
6. So far, you have successfully set up the first coin. please repeat all above procedures until you have set up all the coins. The letter "A" will appear again after all above procedures are finished.
7. Press the "setup" button, and the letter "E" will appear. Finally, turn off and turn on the power. The setup will be stored.

---

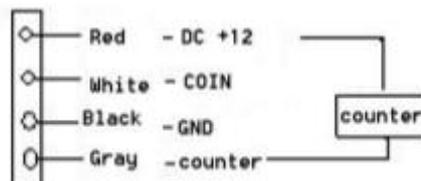
**You can start sampling after the setup is finished. Please choose at least 20 coins. The sampling process will affect the accuracy of coin selector.**

---

## Sampling

1. Press the "setup" button, then letter "A" will appear from the LED display.
2. Press the "setup" button again, then letter "A1" will appear. Next, start to insert sample coins. The LED display will show how many coins you insert. The letter "A1" will appear again after finished.
3. Press the "setup" button again, then the letter "A2" will appear. Next, Start to sample 2nd coin, and repeat No. 1 and No. 2 until all the coins are set up .
4. After finished the sampling, press the "setup" button. The letter "A" will appear, then turn off and turn on the power. Now you can start to use it.

## Connections' manual



# Manual of CH-926

## FAQ:

### A. Coins can't pass through

1. Check if the connection is correct or poor connection.
2. Check if sampling is appropriate.
3. Check if there is something stuck inside.

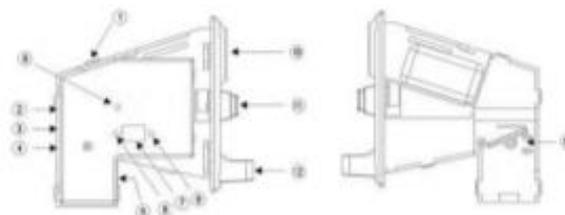
### B. Can't identify outputs

1. Check if 2 way switches -NO. NC.- are correct.
2. Check if Singal wire is connected correctly .
3. Check if there is pull-up resistor with signal wire(not allowed).
4. Check if there is something stuck on the channel where the coins pass out.

### C. Coins can not pass smoothly

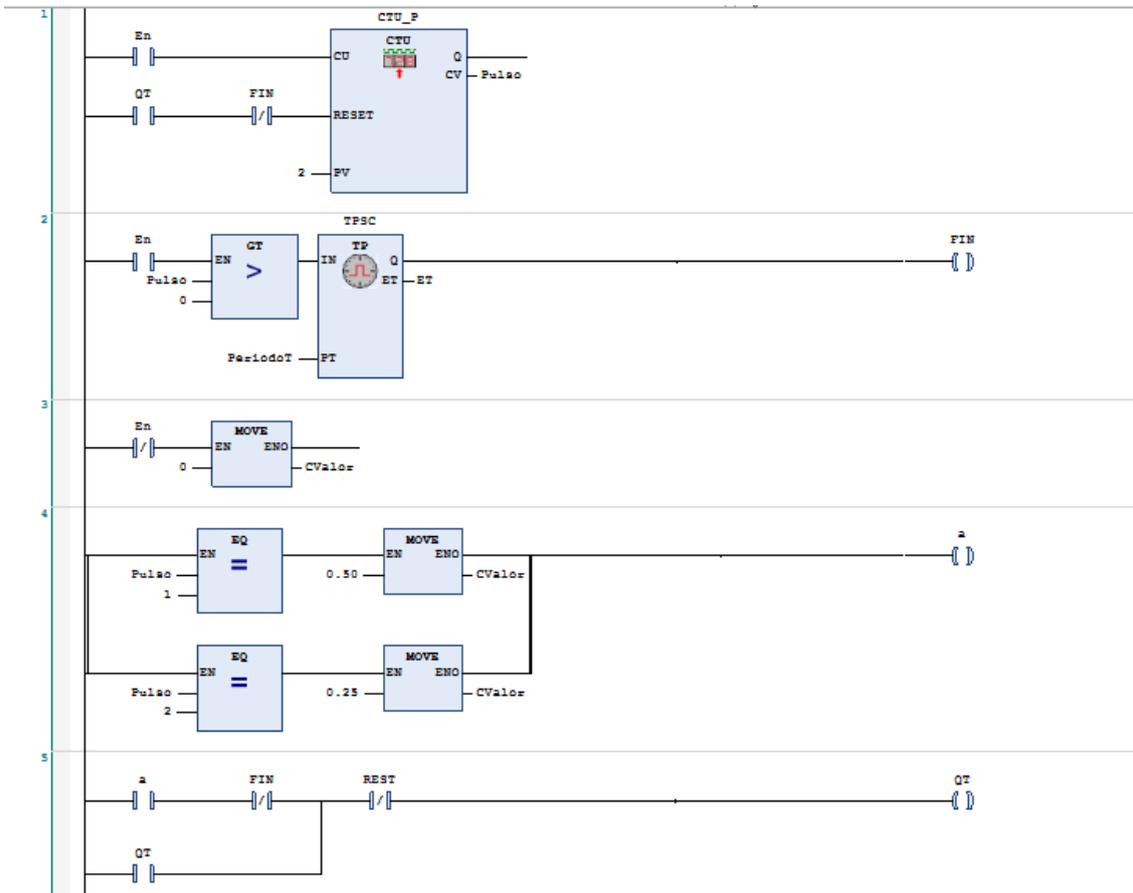
1. Check if the parameter is set up appropriately.
2. Check the accuracy switch
3. Check if there is something stuck on the channel where the coins pass out.

## Name and Function



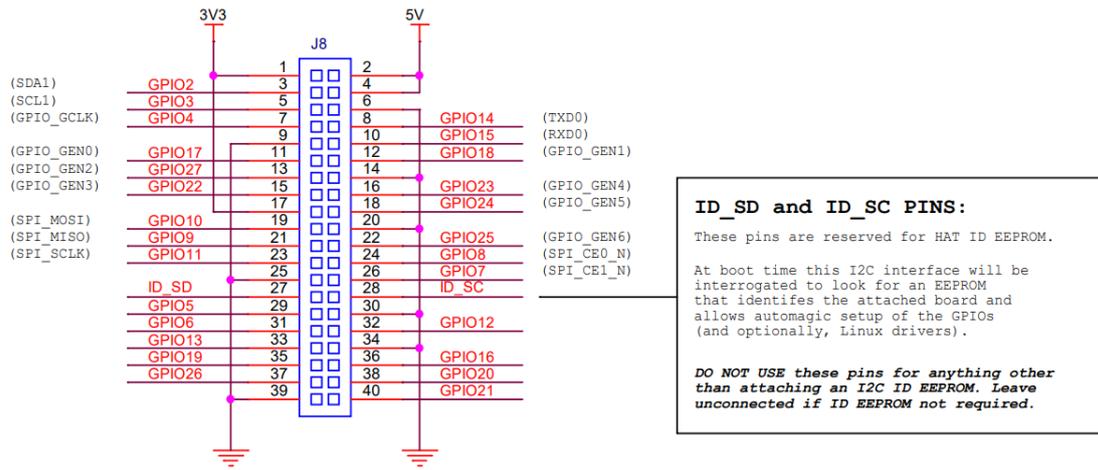
- ① LED light - The light of indicidation.
- ② 4pin Socket
- ③ Two way switch – signal output NO. or NC.
- ④ Three way switch - Output signal - fast: 20ms , medium: 50ms , slow: 100ms
- ⑤ 2pin Socket - Electromagnetic valve DC 12V
- ⑥ "Setup" button
- ⑦ LED display
- ⑧ "Add" button - Plus "+" value
- ⑨ "Minus "button - Minus "-" value
- ⑩ Coin slot
- 11 Press-button for removal of blocked coin
- 12 Return slot of Coin
- 13 Position of electromagnetic strobe

# Sistema de cobro



- Descarga del programa a la Raspberry pi

- Configuración de variables de entrada y salida de los pines GPIO.



GPIO EXPANSION

Variable	As...	Canal	Dirección	Tipo
		digital inputs (GPIO0..GPIO31)	%ID0	DWORD
		Bit4	%IX0.4	BOOL
		Bit5	%IX0.5	BOOL
		Bit6	%IX0.6	BOOL
		Bit12	%IX1.4	BOOL
		Bit13	%IX1.5	BOOL
		Bit16	%IX2.0	BOOL
Application.PLC_PRG.sis_cobro		Bit17	%IX2.1	BOOL
Application.PLC_PRG.Inicio		Bit18	%IX2.2	BOOL
Application.PLC_PRG.Paro		Bit19	%IX2.3	BOOL
		Bit20	%IX2.4	BOOL
		Bit21	%IX2.5	BOOL
		Bit22	%IX2.6	BOOL
		Bit23	%IX2.7	BOOL
		Bit24	%IX3.0	BOOL
		Bit25	%IX3.1	BOOL
		Bit26	%IX3.2	BOOL
Application.PLC_PRG.Sensor_Magnetico		Bit27	%IX3.3	BOOL

Variable	As...	Canal	Dirección	Tipo
		digital outputs (GPIO0..GPIO31)	%QD0	DWORD
		Bit4	%QX0.4	BOOL
Application.PLC_PRG.Cerradura		Bit5	%QX0.5	BOOL
Application.PLC_PRG.UVC		Bit6	%QX0.6	BOOL
		Bit12	%QX1.4	BOOL
		Bit13	%QX1.5	BOOL
		Bit16	%QX2.0	BOOL
		Bit17	%QX2.1	BOOL
		Bit18	%QX2.2	BOOL
		Bit19	%QX2.3	BOOL
		Bit20	%QX2.4	BOOL
Application.PLC_PRG.Led_Zumbador		Bit21	%QX2.5	BOOL
		Bit22	%QX2.6	BOOL
		Bit23	%QX2.7	BOOL
		Bit24	%QX3.0	BOOL
Application.PLC_PRG.Ventilador		Bit25	%QX3.1	BOOL
		Bit26	%QX3.2	BOOL
		Bit27	%QX3.3	BOOL

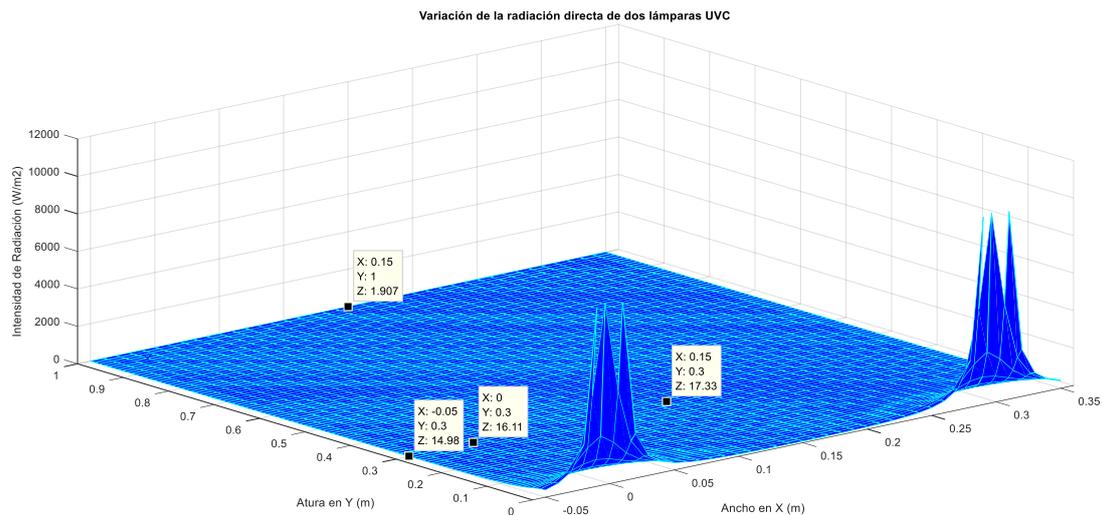
- **Codigo en Matlab para graficar las variaciones de intensidad en cada punto**

```

%%SISTEMA DE DESINFECCION A TRAVES DE LUZ UVC PARA EL COVID 19%%
%MATERIA INTEGRADORA
%ANGIE ABATTE Y ZULAY GARZON

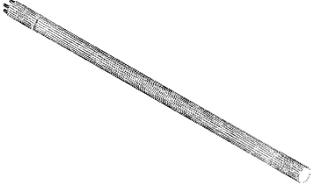
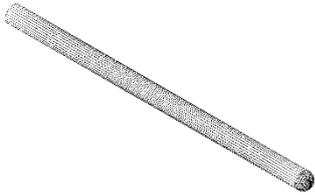
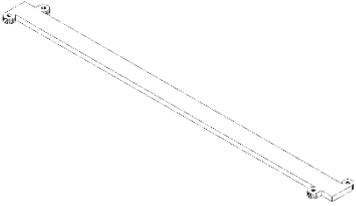
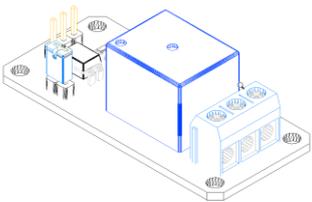
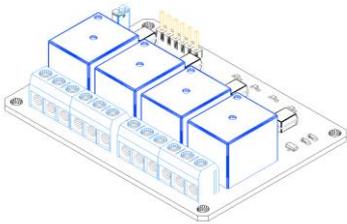
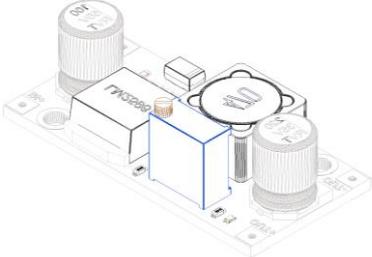
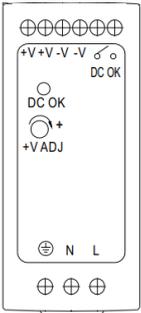
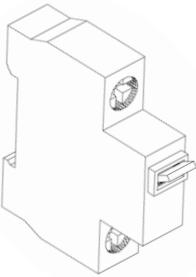
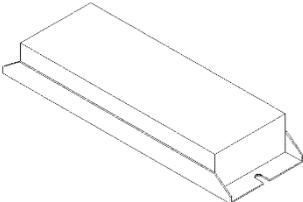
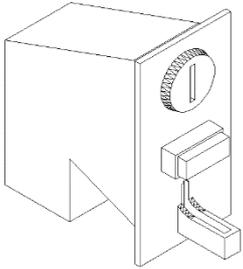
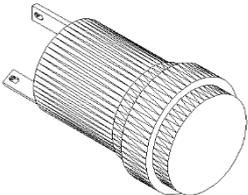
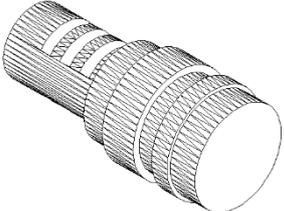
%%VARIACION DE INTENSIDAD DE RADIACION CON RESPECTO A X y Y %%
clc
clear
%[X,Y,Z]=peaks; %distancia en x
y=0:0.01:1;
x=-0.05:0.01:0.35;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
DT=0.30;%distancia de separación de las lámparas
IR=0.95;% intensidad de radiación de dos lámparas a 1m
IX1=(X.^2)+(Y.^2);
IX2=((DT-X).^2)+(Y.^2);
I1=IR*(IX1.^-1)+(IX2.^-1);
title ('Variación de la radiación directa de dos lámparas UVC')
xlabel('X(cm)'), ylabel('Y(cm)'), zlabel('Z(w/m2)');
mesh(X,Y,I1)
surf(X,Y,I1)
xlim([-0.06 0.36])
ylim([0 1])

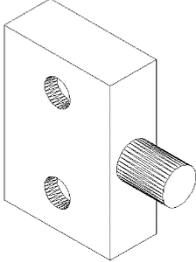
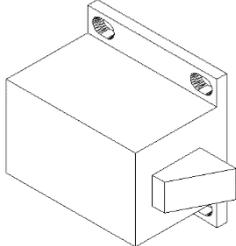
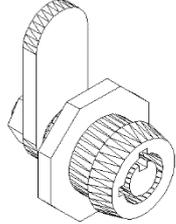
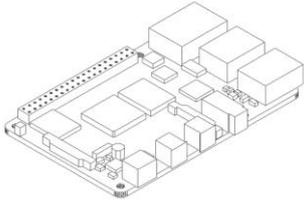
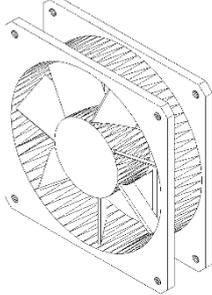
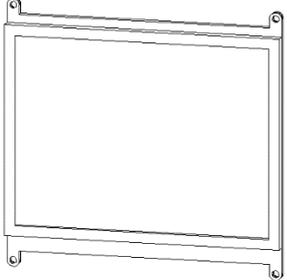
```



## Apéndice B

### Planos en AutoCAD de los dispositivos electrónicos.

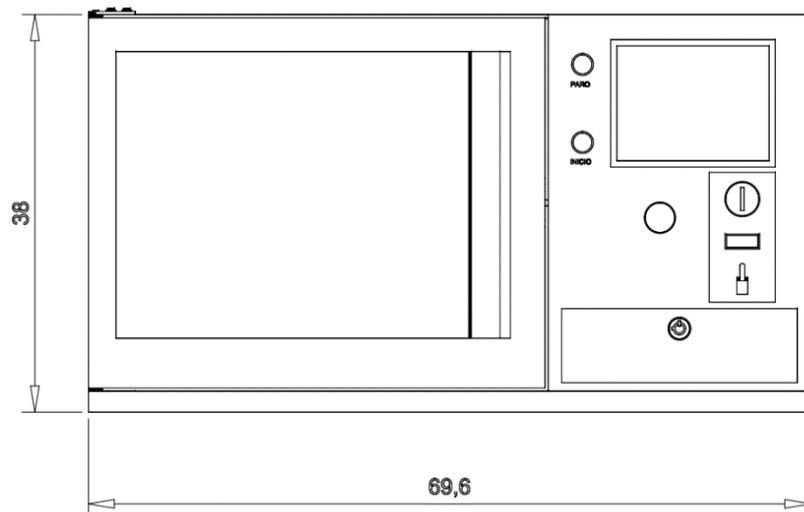
Lámpara UVC	Tubo de cuarzo	Tira led
		
Relays de 5V a 110V	Relays de 5V a 24V	Convertidor de voltaje
		
Fuente de 24V	Disyuntor	Balastro
		
Sistema de cobro	Botón de inicio y paro	Led Zumbador
		

Pulsador magnético	Cerradura eléctrica	Cerradura tubular
 A 3D line drawing of a rectangular magnetic push button. It features two circular holes on the front face and a cylindrical protrusion on the right side.	 A 3D line drawing of an electric lock mechanism. It consists of a rectangular base with a mounting bracket on top and a protruding handle on the right side.	 A 3D line drawing of a tubular lock. It shows a cylindrical lock body with a handle on top and a keyhole on the front.
Raspberry Pi 4	Ventilador	Pantalla táctil
 A 3D line drawing of a Raspberry Pi 4 single-board computer, showing its various ports and components.	 A 3D line drawing of a square cooling fan with a metal frame and a central hub.	 A 3D line drawing of a rectangular touch screen panel with a metal frame and mounting brackets at the corners.

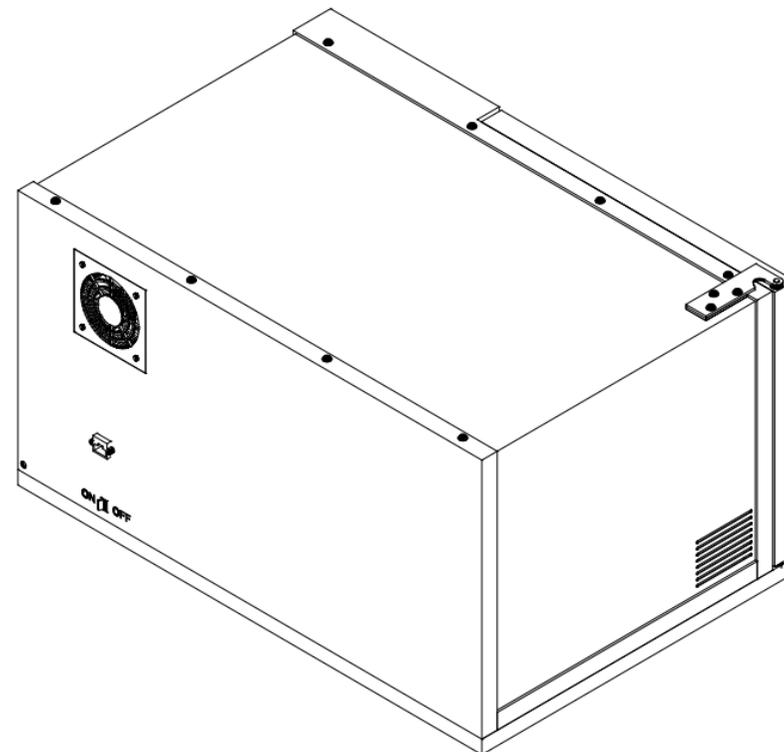
## Apéndice C

### Plano en AutoCAD de la cabina de desinfección

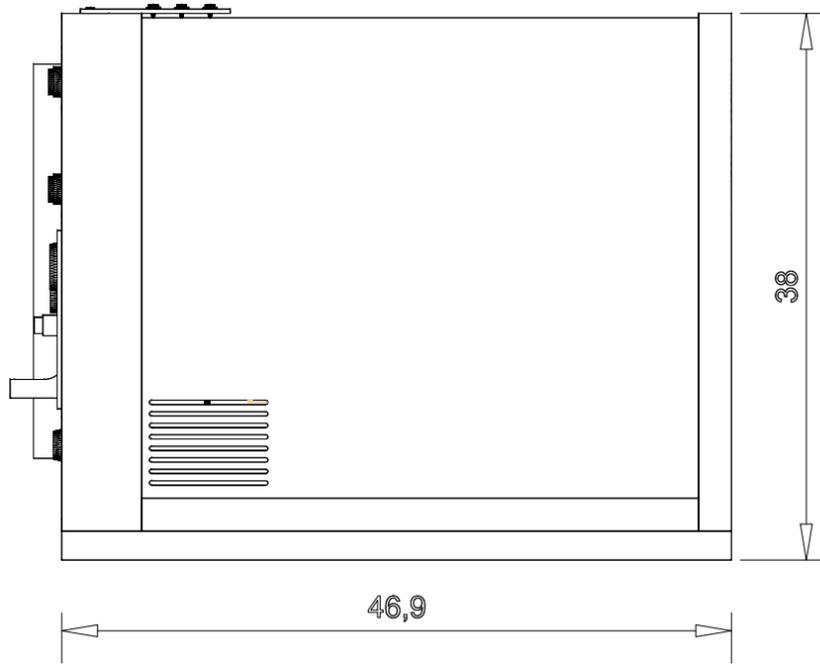
Vista frontal



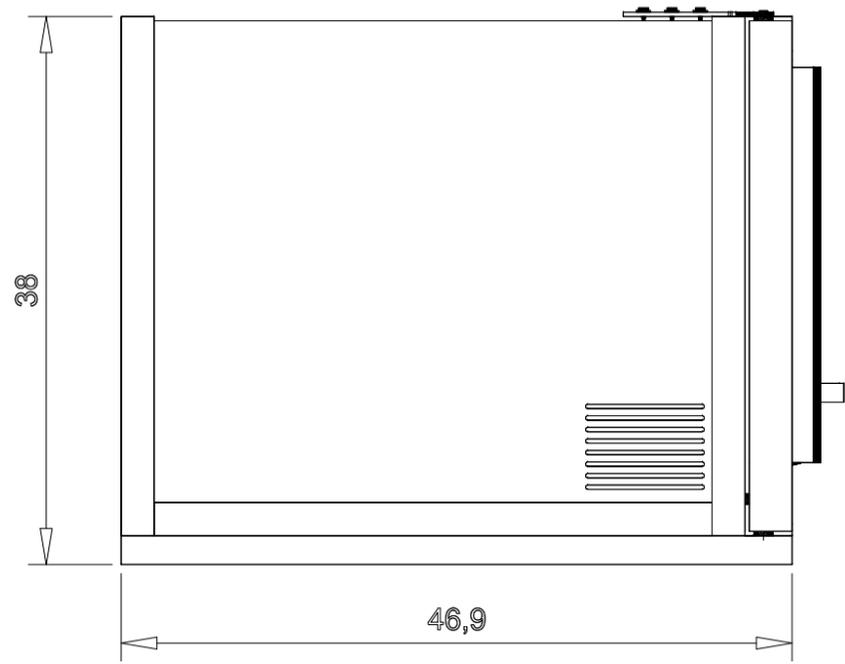
Vista posterior



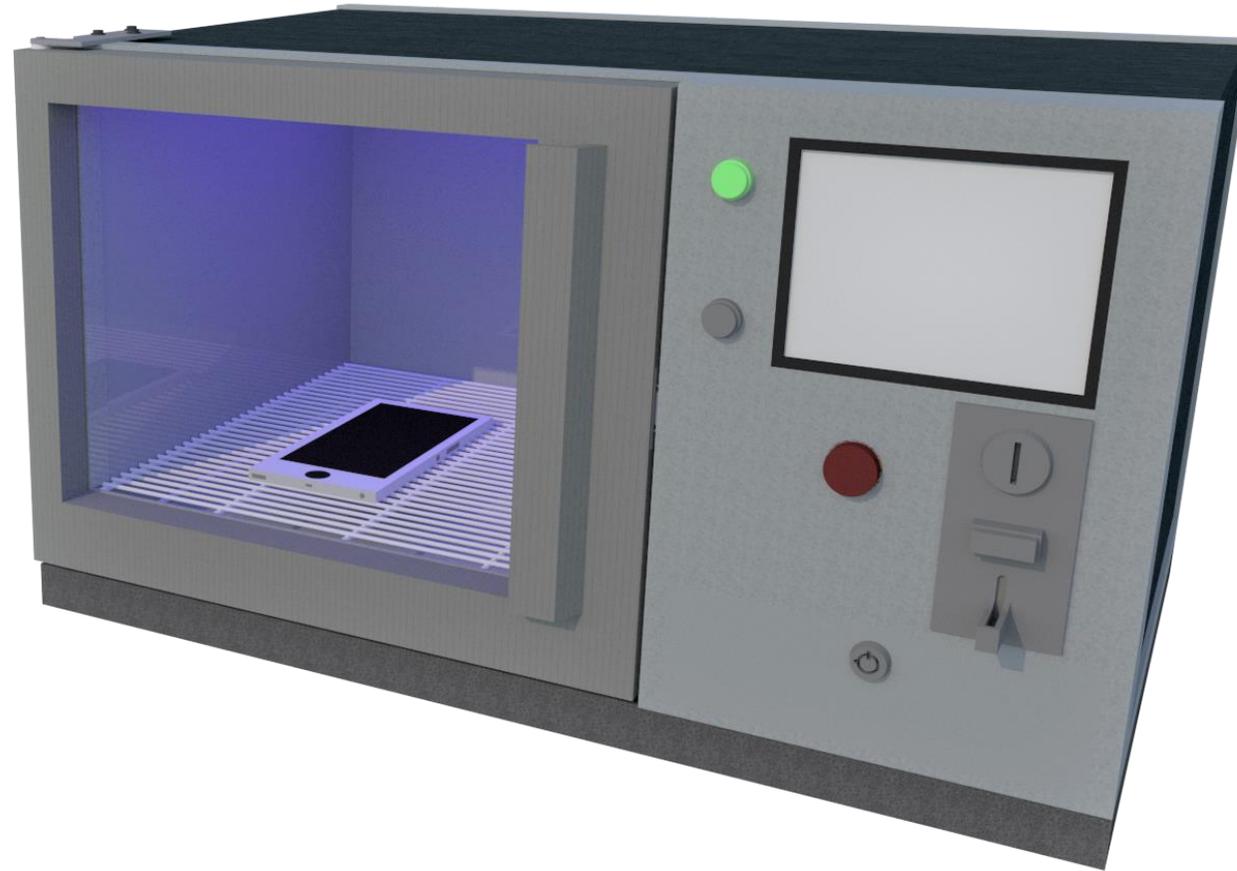
Vista lateral derecha



Vista lateral izquierda



Vista isométrica SO



Vista isométrica SO Puerta Abierta



## Apéndice D

### Modelo de encuesta

#### 1 Sistema de desinfección a través de luz UVC

1 ¿Considera usted que es necesario o importante disponer de un sistema de desinfección para materiales?

- SI
- NO

2 Seleccione 3 opciones de lugares que usted considera importante en el cual se debe disponer de un sistema de desinfección para materiales.

- Hogar.
- Centro Comerciales.
- Farmacéuticas y hospitales.
- Bancos y casas de empeño.
- Papelería y textil.

SIGUIENTE

3 ¿Que tipo de materiales usted estaría dispuesto a exponerlo a radiación ultravioleta para lograr una desinfección?

- Materiales de plástico.
- Materiales de vidrio.
- Materiales de papel y tela.
- Aparatos electrónicos pequeños
- Materiales de cerámica o referente.
- Bebidas de consumo humano.

4 ¿Qué tiempo máximo estaría dispuesto a esperar en el proceso de desinfección?

- 1 minuto
- 2 minutos
- 3 minutos
- 4 minutos
- 5 minutos

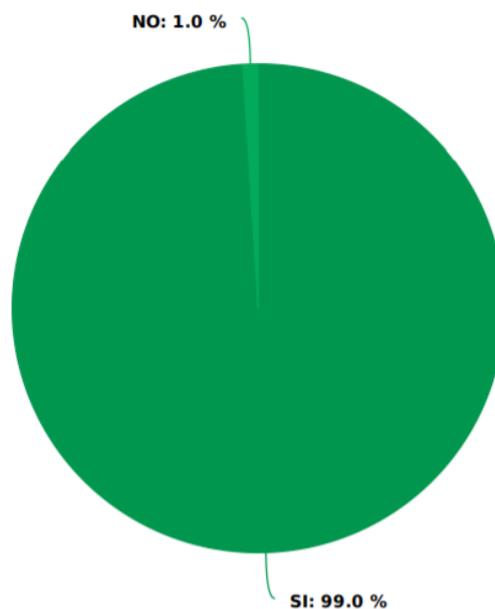
5 ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por este servicio de desinfección ?

- \$ 0.25
- \$ 0.50
- \$ 1.00
- \$ 2.00

## Resumen de encuesta

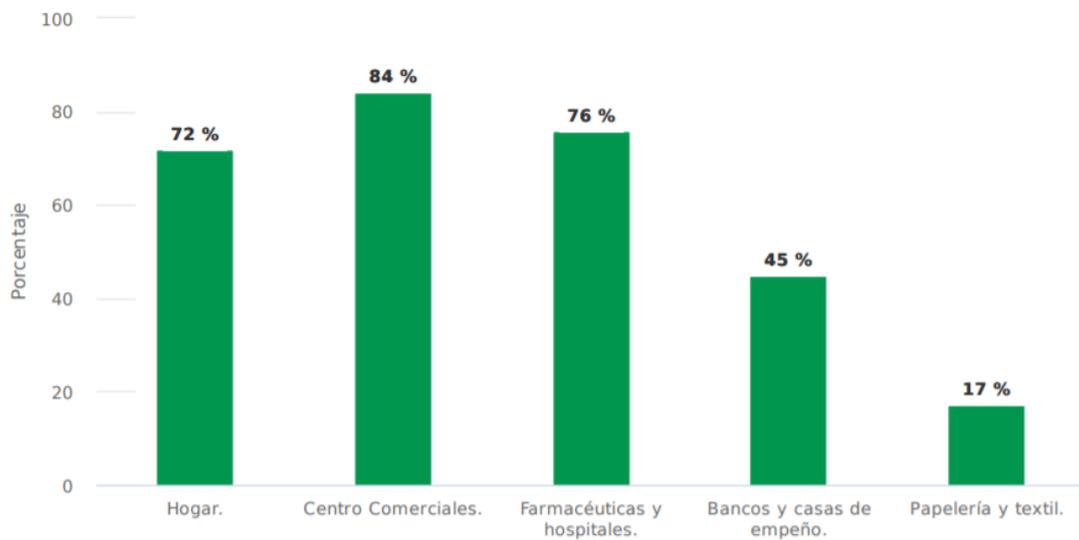
**¿Considera usted que es necesario o importante disponer de un sistema de desinfección para materiales?**

**Número de respondentes 87**



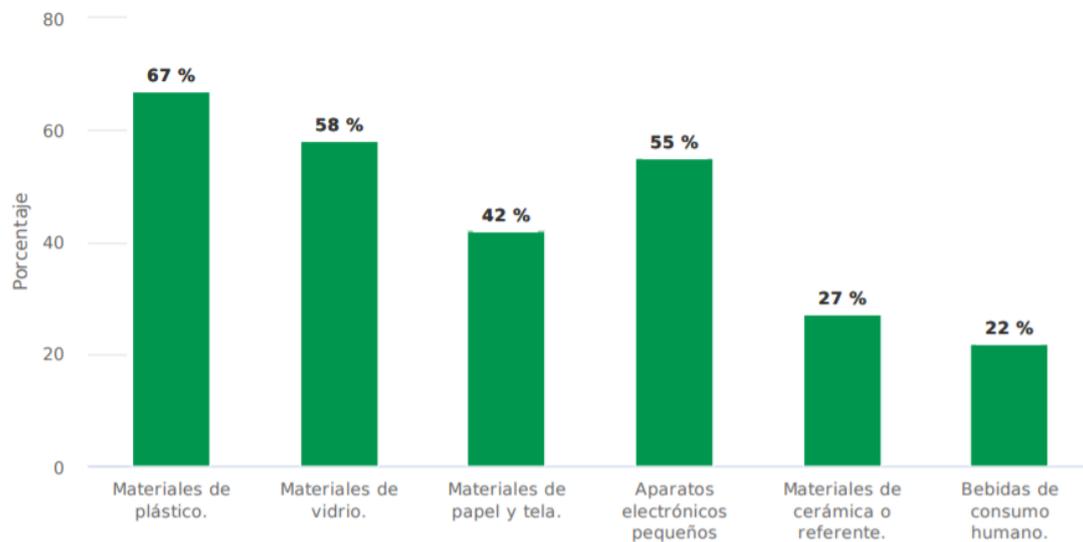
## Seleccione 3 opciones de lugares que usted considera importante en el cual se debe disponer de un sistema de desinfección para materiales.

Número de respondentes 89



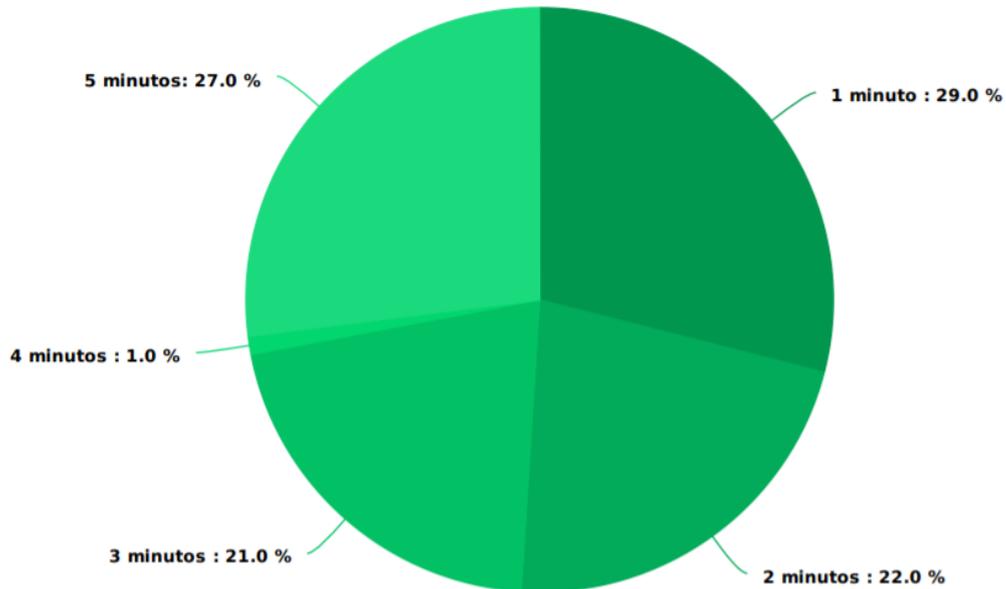
## ¿Que tipo de materiales usted estaría dispuesto a exponerlo a radiación ultravioleta para lograr una desinfección?

Número de respondentes 89



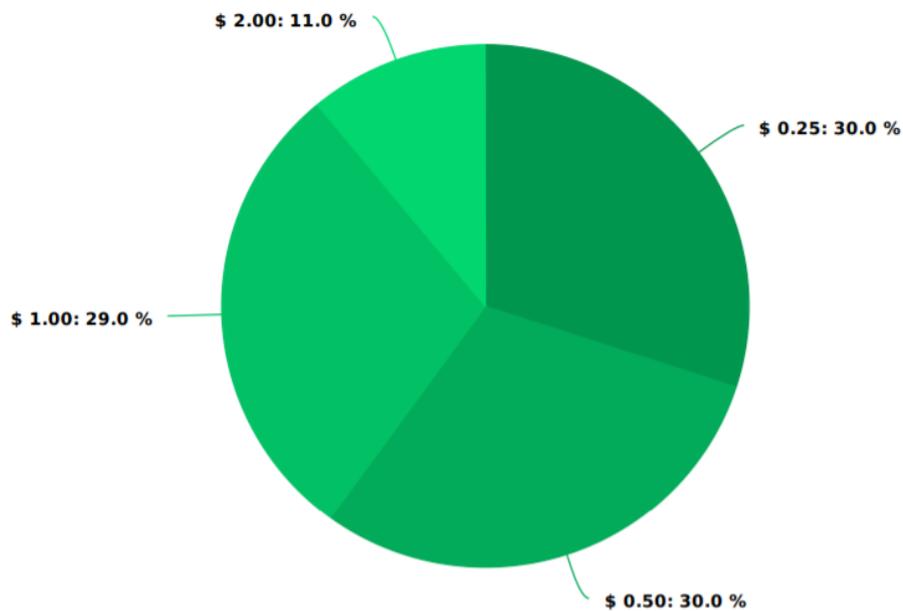
## ¿Qué tiempo máximo estaría dispuesto a esperar en el proceso de desinfección?

Número de respondentes 90



## ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar por este servicio de desinfección ?

Número de respondentes 90





# MANUAL DE USUARIO

## Cabina de desinfección

**BLUE  
DESINFECTION**





BLUE  
DESINFECTION

---

Cabina de desinfección a través de luz UV-C

Guayaquil – Ecuador

Contactos:

[aabatte@espol.edu.ec](mailto:aabatte@espol.edu.ec)

[zgarzon@espol.edu.ec](mailto:zgarzon@espol.edu.ec)

El presente manual tiene como propósito servir de guía básica en la operación y manejo del sistema; facilitando al usuario adquirir los conocimientos indispensables de instalación, funcionamiento y mantenimiento, para llevar a cabo la operación correcta del sistema y ser de herramienta útil de consulta para posibles problemas presentados.



¡Advertencia!

Asegúrese de leer este manual antes de utilizar el producto. Tome especial atención a las secciones marcadas con este símbolo.



¡Precaución!

La luz UVC genera radiación que puede causar lesiones en la piel y ojos, por lo tanto, antes de operar el sistema, asegúrese de que la puerta este sellada y no exponga los ojos directo a la luz UVC.

### Seguridad General

- El producto solo se debe usar según indica el manual de funcionamiento descrito.
- Si la cabina BD se encuentra en mal estado o defectuosa incluyendo sus piezas no se recomienda utilizar. Es indispensable llamar al técnico de mantenimiento.
- Antes de conectar la Cabina BD al circuito eléctrico procure mantenerla a temperatura ambiente de 2 a 3 horas aproximadamente.
- Se debe utilizar solamente métodos de limpieza y mantenimiento proporcionado por el fabricante.

### Seguridad eléctrica

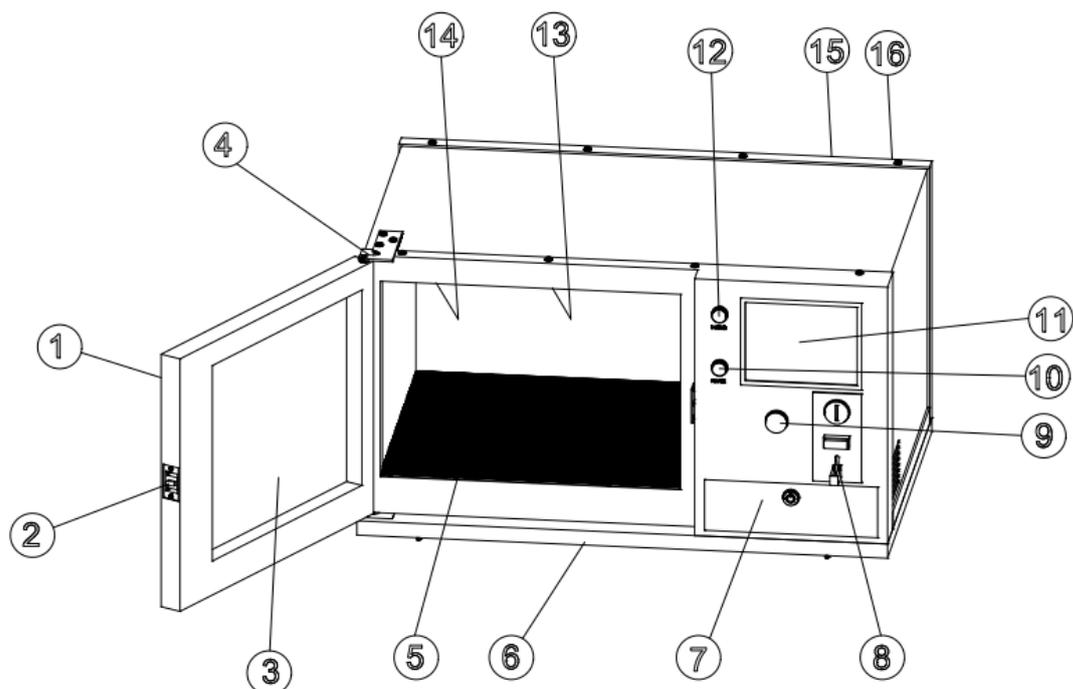
- Conecte el producto únicamente a un circuito con el voltaje correspondiente.
- Asegúrese que al momento de instalar se pueda acceder fácilmente al interruptor y cable principal.
- No conecté el producto a una toma de corriente sin conexión a tierra y tampoco utilice un cable de prolongación sin conexión a tierra.
- Si necesita mover la cabina a otro lugar desconecte el producto.
- Revisar las instalaciones en las que se va a conectar la cabina BD. Las condiciones de funcionamiento se indican en el Manual de Funcionamiento.

### Seguridad Durante el funcionamiento

No ponga la cabina en funcionamiento en lugares donde se utilicen productos químicos explosivos o inflamables. Revisar las condiciones de instalación de ambientes específicos en el Manual de Instalación.

Cuando la lampara UVC este encendida no abra la puerta de la cabina BD.

## Diagrama general de componentes



1	Puerta de Cabina BD
2	Sistema de Bloqueo de Seguridad de Puerta
3	Vidrio laminado
4	Bisagra
5	Rejilla de acero
6	Base de cabina BD
7	Receptor de monedas
8	Sistema de cobro CH-926

9	Led Zumbador
10	Botón de Paro de Emergencia
11	Pantalla Táctil de 7 Pulgadas
12	Botón de Inicio
13	Tira Led 2835
14	Lampara de Luz UVC GPH357T5L/HO
15	Ventilador SZ-LYH-I040820
16	Interruptor principal

### Características generales del producto

Construida en acero inoxidable 304 en la superficie interior que garantiza su facilidad de limpieza.

La superficie exterior está construida de hierro negro combinado con plástico que muestra un agradable diseño estético evitando aumento de temperatura con puerta de vidrio laminado que protege las vistas.

Cuenta con un Sistema de cobro para que el proceso sea autónomo.

Pantalla táctil de 7 pulgadas para control y visualización de variables de temperatura, tiempo y valor de pago.

Integra alarmas acústicas y visuales.

Sus dimensiones brindan comodidad para áreas reducidas sin desperdicios de espacio.

Las dos lámparas UVC germicida de 10W garantizan desinfección al 99% libre de ozono.

Su sistema de seguridad en la puerta otorga seguridad al operador frente a las radiaciones, ya que posee un control automático de apagado de la luz UVC cuando se abre la puerta.

## Desempaquetado del producto

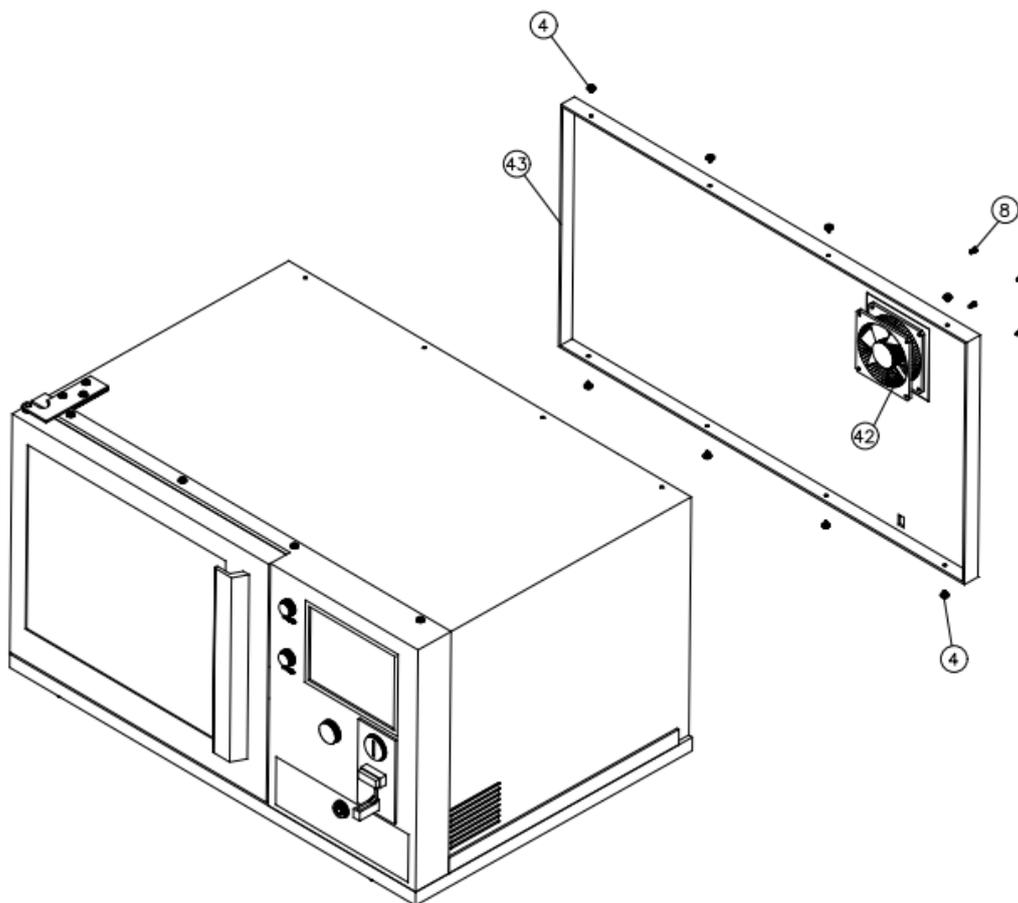
Al momento de adquirir el producto, asegúrese de quitar el embalaje de la caja, retire cuidadosamente los siguientes elementos del paquete:

- Cabina BD
- Dos tubos germicidas UVC
- Manual de usuario

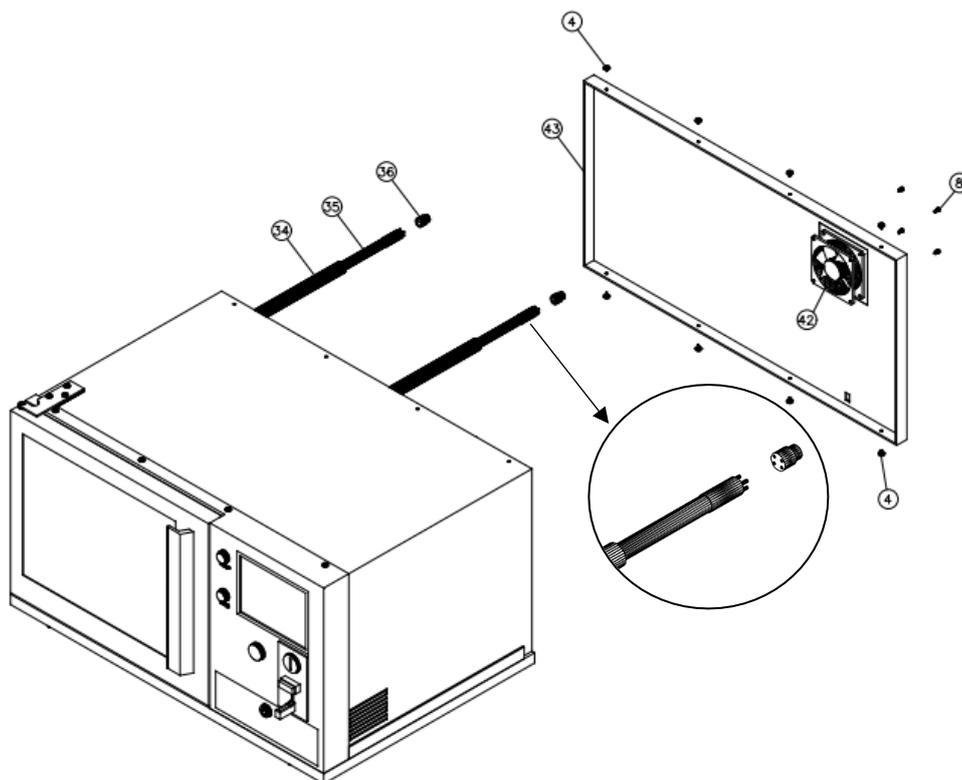


**ADVERTENCIA:** Antes de realizar la instalación revise que todos los elementos se encuentren en buen estado. Revise las lámparas, la puerta, la pantalla y que no se encuentren piezas rotas. Si hay algún daño en el producto, no ponga en funcionamiento la cabina y póngase en contacto con el personal de mantenimiento.

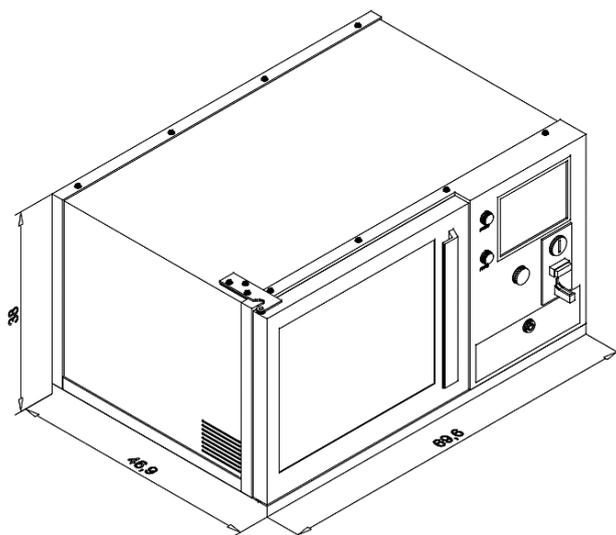
Coloque la cabina BD sobre una superficie plana para luego insertar las lámparas germicidas proceda a retirar los 8 tornillos de la parte posterior de la cabina tanto en la parte superior como inferior. Desempate cable del ventilador y proceda a retirar la tapa posterior.



Retire los tapones de la cobertura de vidrio e inserte las lámparas, de forma que queden conectadas. Coloque la tapa posterior y los 8 tornillos. Por último, conecte el cable en el tomacorriente y accionando el interruptor que se encuentra en la tapa posterior izquierda debajo del ventilador.



## Ubicación del producto



Para instalar la cabina BD, se debe tener en cuenta lo siguiente:

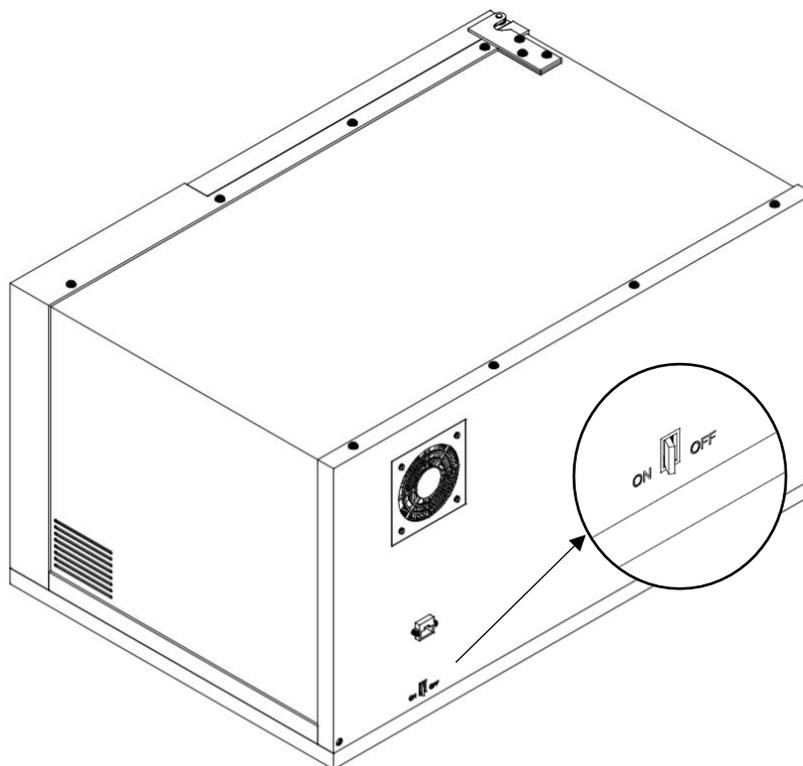
- Debe ser colocada sobre una superficie plana y sólida (de 80x55cm como mínimo) que pueda soportar el peso del equipo.
- Las aberturas de ventilación no deben obstruirse.
- No coloque la cabina sobre superficies húmedas.
- No coloque la cabina cerca de cables pelados o malas conexiones.

Para mover la cabina, siga los siguientes pasos:

1. Apague la cabina accionando el interruptor que se encuentra en la tapa posterior izquierda debajo del ventilador.
2. Desconecte el cable del tomacorriente.



**ADVERTENCIA:** Al momento de mover la cabina BD, hacerlo entre dos personas debido al peso. No suelte la cabina BD bruscamente ya que los tubos germicidas UVC podrían romperse.



## Conexión a tierra

Al momento de alimentar la cabina BD, verifique que su conexión cuente con las siguientes características:

- Asegúrese que el tomacorriente cuente con conexión polarizada a tierra.
- Se recomienda que se proporcione un circuito separado solo para la cabina BD.
- Verifique que el cable y el enchufe se encuentre en buen estado.
- No retire el terminal de tierra del enchufe.
- No use un adaptador de tres patas a dos.
- Si se va a colocar una extensión asegúrese de que el cable sea de tres hilos.

En caso de no contar con una conexión a tierra consulte a un electricista calificado o al personal de servicio de la empresa.



**ADVERTENCIA:** El uso incorrecto de enchufe del equipo puede ocasionar descargas eléctricas, ocasionando daños al equipo. La empresa no se hace responsable por los daños al equipo, incendios o lesiones personales causadas por el incumplimiento de una buena conexión eléctrica.

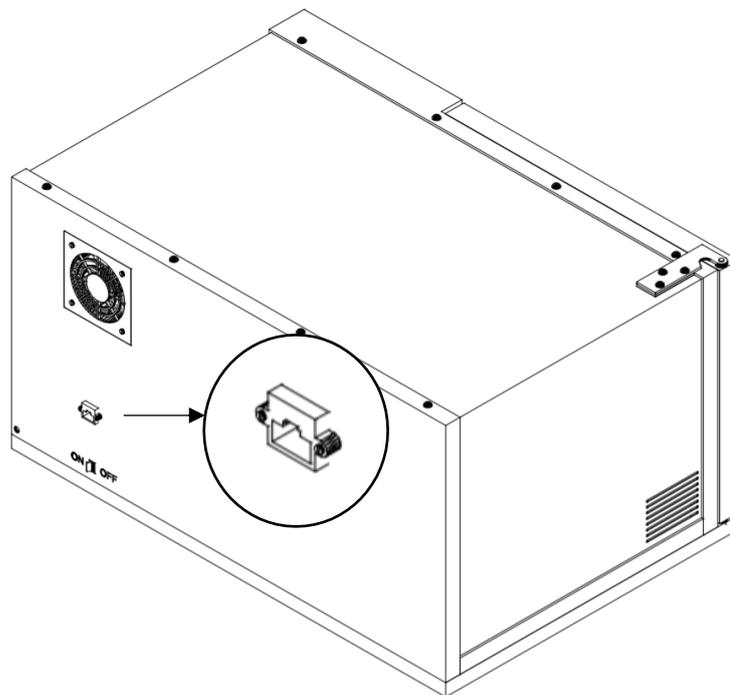
## Requerimientos del cableado

La cabina BD debe estar conectada a una toma polarizado que proporcione 3A y 120V a una frecuencia de 60Hz con conexión a tierra. El uso de un voltaje más alto puede provocar calentamiento y dañar la cabina BD. Si se utiliza un voltaje bajo provoca una intermitencia en el equipo impidiendo un buen funcionamiento y causando daños.

## Cargar el programa

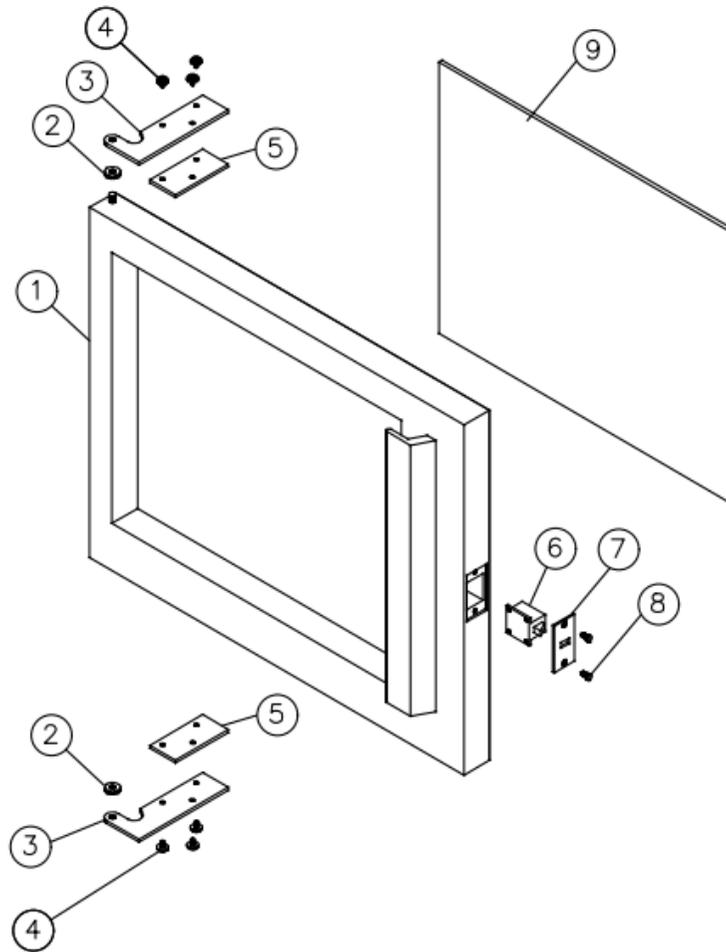
Para cargar el programa por primera vez es necesario de una computadora que cuente con el software Codesys previamente instalado y seguir los siguientes pasos:

1. La computadora debe estar conectada al puerto Ethernet que se encuentra en la parte posterior de la cabina, debajo del ventilador.
2. En el software Codesys diríjase al menú de dispositivos donde se debe configurar la dirección IP de la tarjeta. Si el led de la Raspberry Pi 4 se encuentra de color verde es porque se estableció la comunicación.
3. Copilar el Main Program.
4. Descargue el programa desde el entorno de desarrollo, para ello debe desactivar el modo simulación y activar el modo en línea, una vez descargado ejecute el programa.
5. Pruebe el funcionamiento del equipo y realice depuraciones si es necesario.



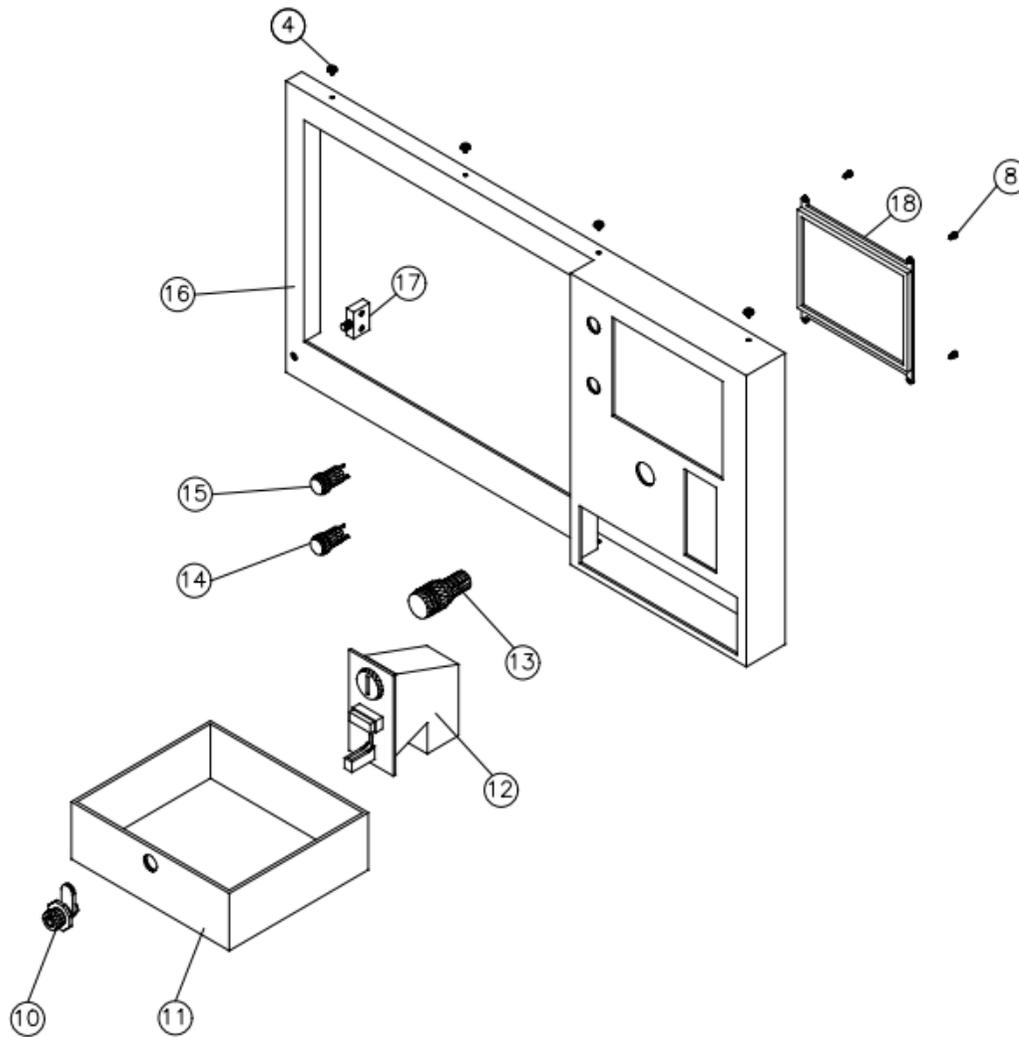
## Descripción de componentes de la cabina de desinfección:

### Componentes de puerta



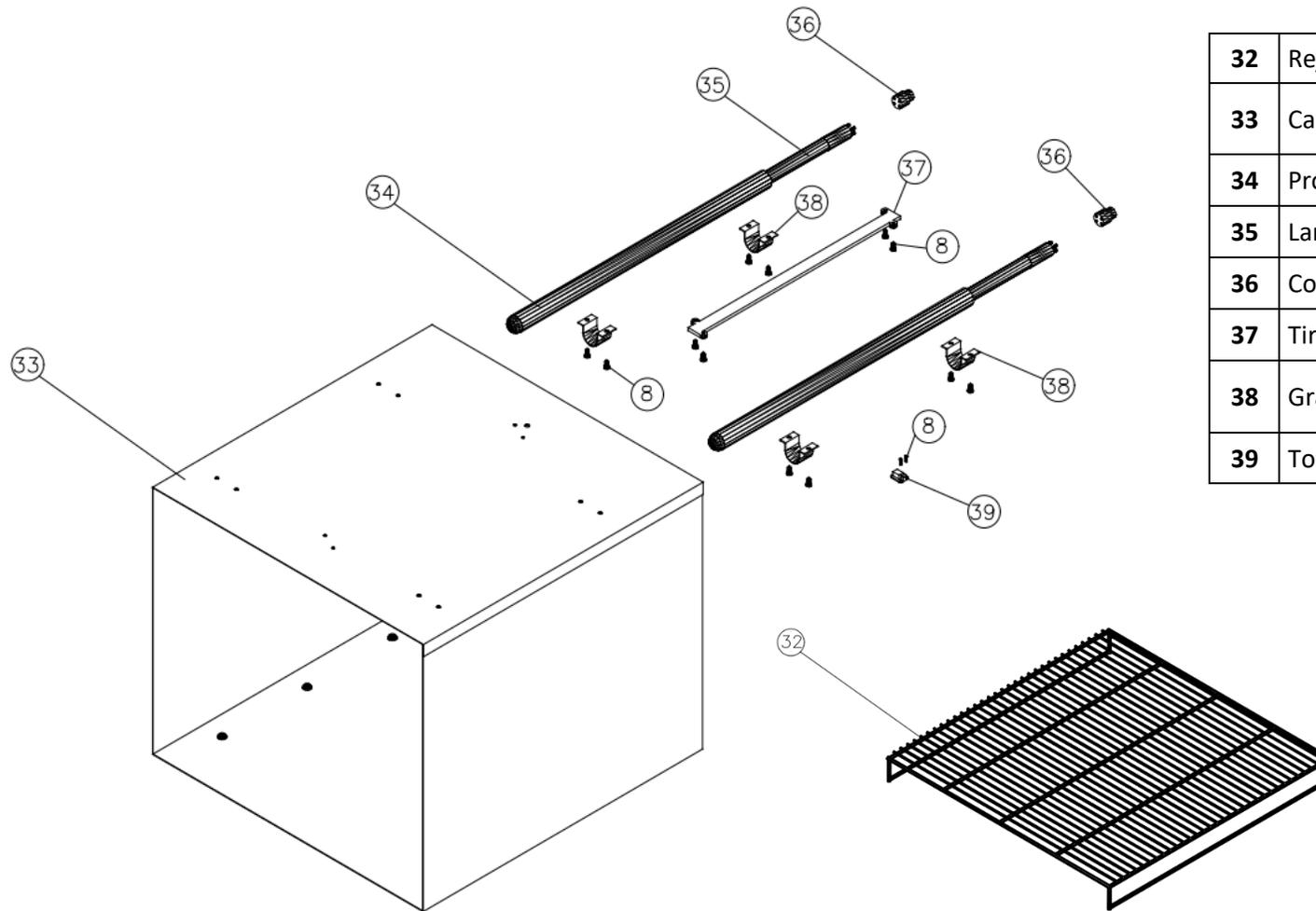
1	Marco de puerta
2	Empaque
3	Bisagra
4	Tornillo
5	Caucho de bisagra
6	Cerradura
7	Tapa de cerradura
8	Tornillo de cerradura
9	Vidrio laminado

## Panel Frontal



<b>10</b>	Cerradura de llave circular del recolector de monedas
<b>11</b>	Recolector de monedas
<b>12</b>	Sistema de cobro CH-926
<b>13</b>	Led Zumbador
<b>14</b>	Botón de paro metalizado
<b>15</b>	Botón de inicio metalizado
<b>16</b>	Carcasa frontal de plástico
<b>17</b>	Interruptor de puerta
<b>18</b>	Pantalla táctil Kuman de 7 pulgadas

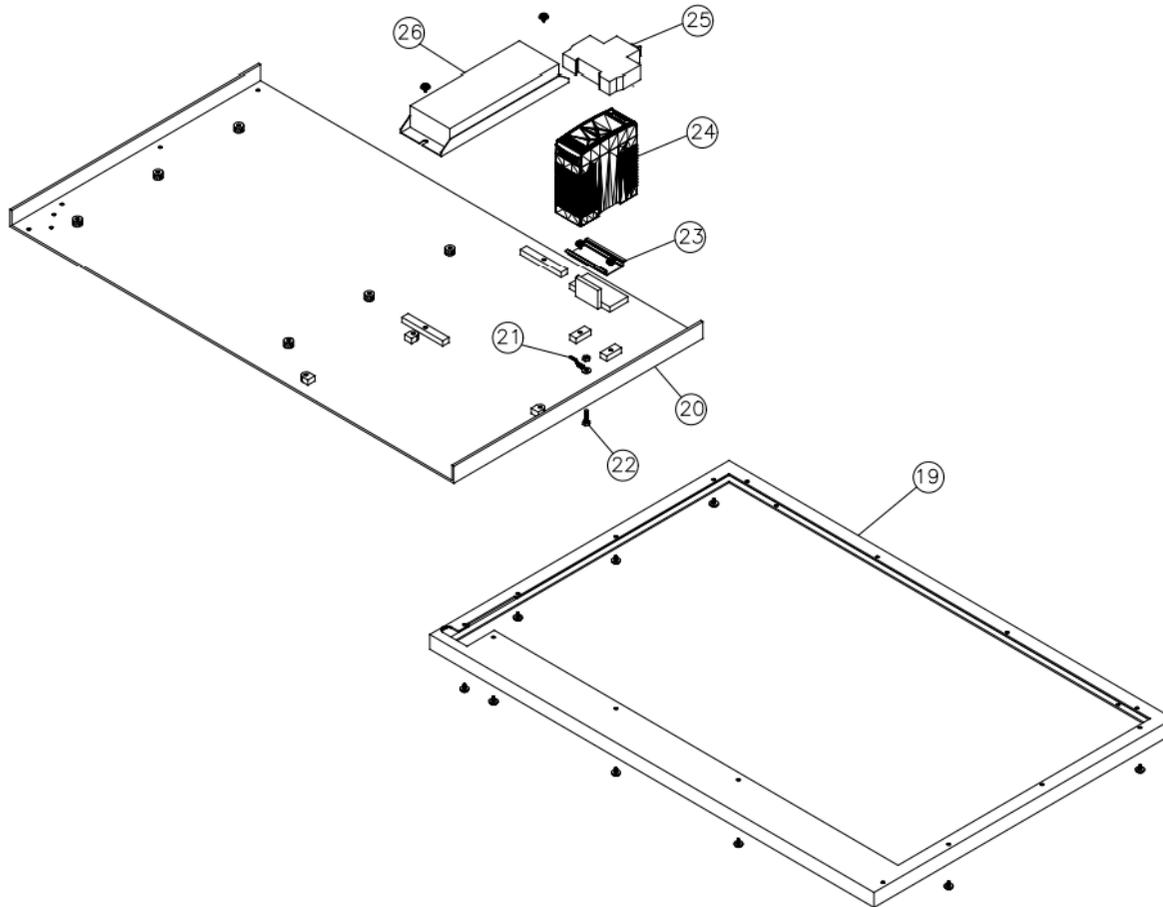
## Componentes de la Cabina interior



<b>32</b>	Rejilla de acero inoxidable
<b>33</b>	Carcasa interna de acero inoxidable
<b>34</b>	Protector de lampara UVC
<b>35</b>	Lampara UVC GPH357T5L/HO
<b>36</b>	Conector base de lampara UVC
<b>37</b>	Tira Led 2835
<b>38</b>	Grampa para soporte de lampara UVC
<b>39</b>	Tornillo de grampa

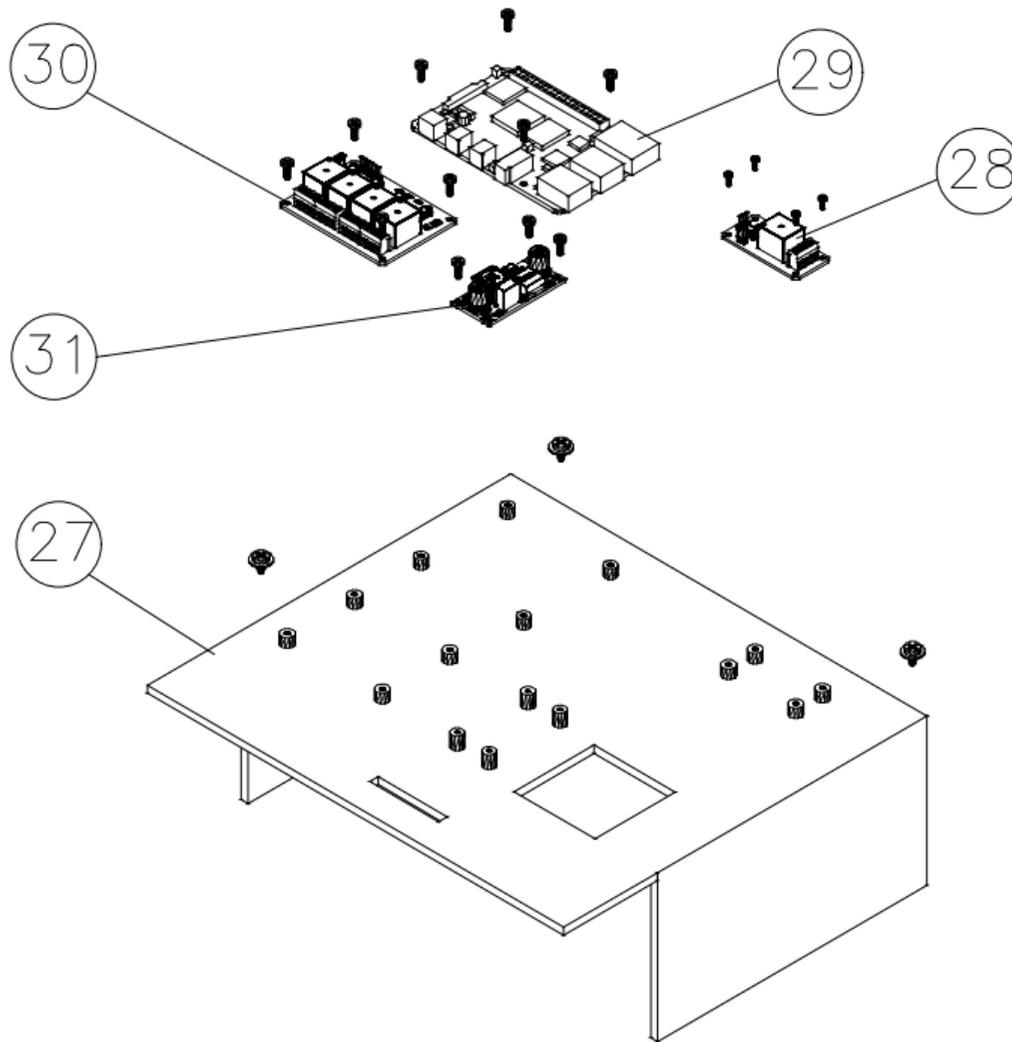
## Componentes de carcasa:

- Base



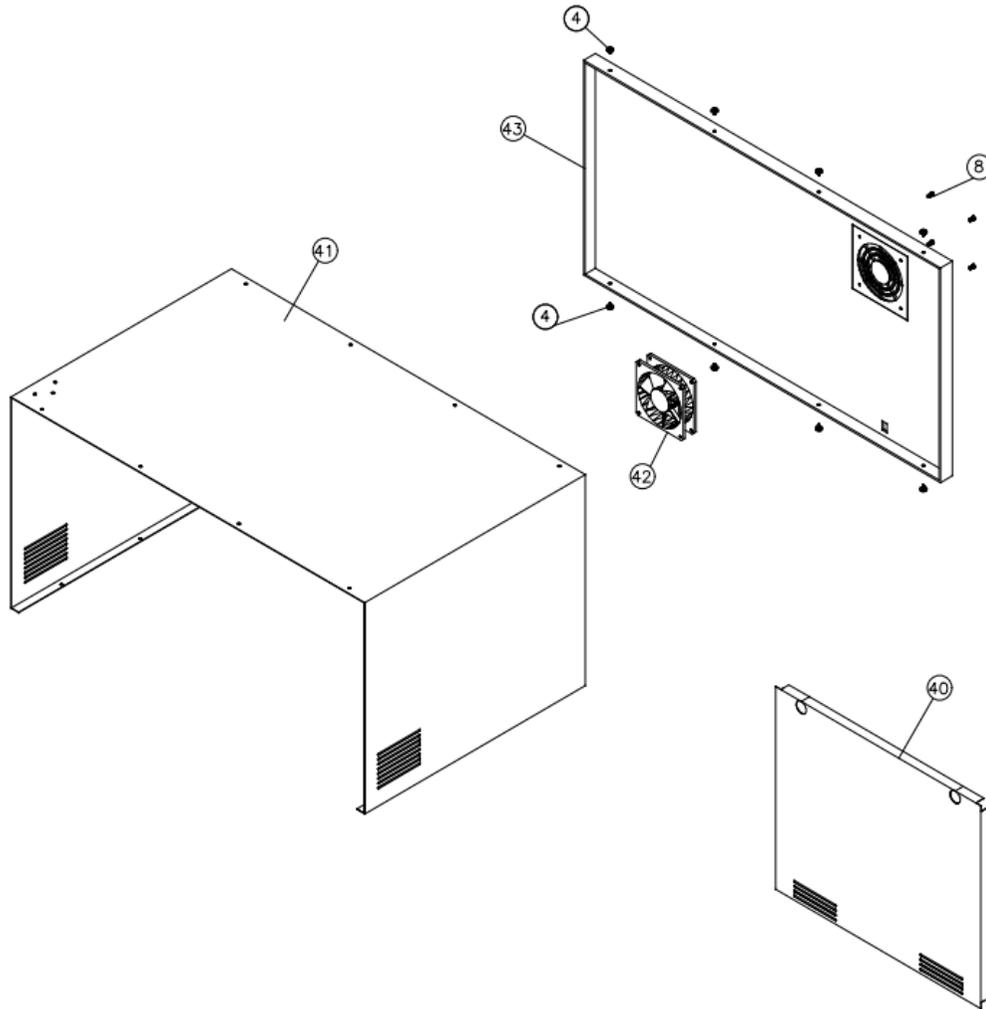
<b>19</b>	Base de la carcasa
<b>20</b>	Soporte de la cabina
<b>21</b>	Aterrizamiento de carcasa
<b>22</b>	Tornillos de soporte de cabina
<b>23</b>	Riel DIN de Fuente de 24V
<b>24</b>	Fuente de 24V
<b>25</b>	Disyuntor principal 3A
<b>26</b>	Balastro electrónico PH2-800-2 / 75U

- Parte posterior



<b>27</b>	Recubrimiento plástico del Sistema de cobre.
<b>28</b>	Relé de 110 V.
<b>29</b>	Raspberry Pi 4.
<b>30</b>	Módulo de Relé de 24V.
<b>31</b>	Convertidor Reductor.

- Tapa superior y posterior



<b>40</b>	Tapa posterior de la cabina interior.
<b>41</b>	Carcasa de hierro negro.
<b>42</b>	Ventilador SZ-LYH-I040820.
<b>43</b>	Tapa externa posterior de plástico.

## Encendido de la cabina

Para encender de forma general la cabina accione el interruptor ubicado en la parte posterior de la cabina, el botón metálico de Inicio en el panel frontal debe estar encendido al igual que el led indicador de la Pantalla táctil.



Cuando la pantalla este encendida se debe seleccionar el material a desinfectar, estos pueden ser de tres clasificaciones que varían de acuerdo con el tiempo de exposición a la luz UVC.

- Materiales → 1 minuto y 30 segundos.
- Polímeros y textiles → 1 minuto y 15 segundos.
- Aparatos electrónicos → 1 minuto.

Luego aparecerá una ventana emergente en la cual se indica el mensaje de **“Ingrese producto a desinfectar”**, si la puerta está abierta se encenderá el indicador led etiquetado **“ABIERTO”**.

Luego aparecerá una ventana emergente en la cual se indica el mensaje de **“El valor a cancelar es 50 ctvs”**, si se canceló se indicará en el panel de visualización de **“PAGÓ”** y se encenderá el led de **“CERRADURA”**.

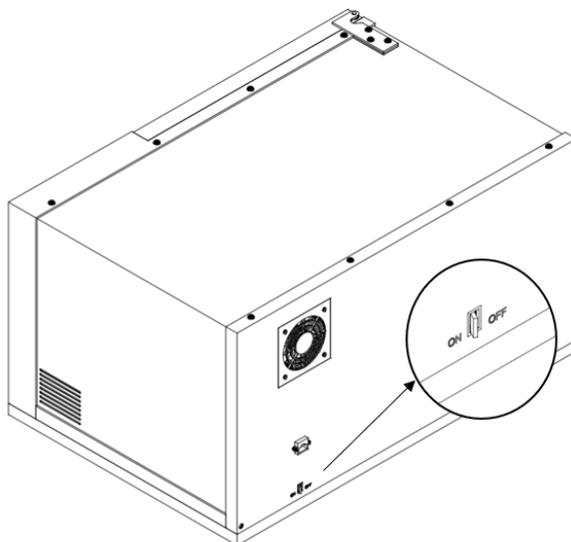
Cuando inicie el proceso de desinfección se encenderá el led **“DESINFECTANDO”** por el tiempo indicado y se mostrará la temperatura de la cabina.



Si se requiere cancelar el proceso es necesario hacerlo antes de pagar, si realiza el pago, tome en cuenta que no se le devolverá el dinero.

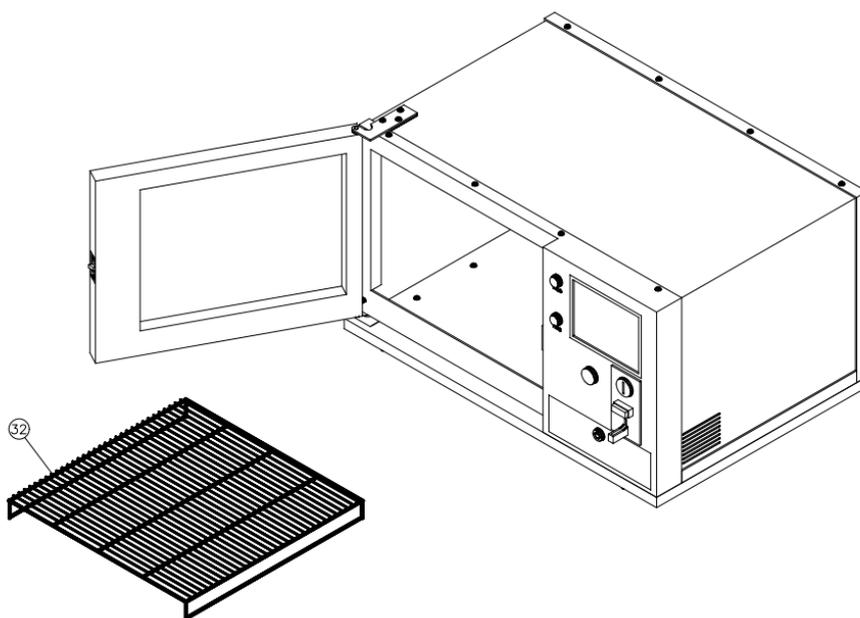
Para todo mantenimiento que se realice a la cabina BD primero apague el equipo accionando el interruptor que se encuentra en la tapa posterior izquierda debajo del ventilador, luego desconecte el enchufe del tomacorriente.

Todo mantenimiento debe realizarse por el personal calificado o personal de mantenimiento de la empresa.



## Mantenimiento general del equipo

Abra la puerta de la cabina, retire la parrilla de acero inoxidable primero levantándola y luego retírela y con un limpia vidrios limpie los tubos de vidrio de cuarzo, las paredes de acero inoxidable y la puerta por ambos lados.



Para limpiar el panel de control humedezca un trapo con el limpia vidrios y de forma delicada limpie la pantalla. De la misma forma puede limpiar la parte externa de la cabina.



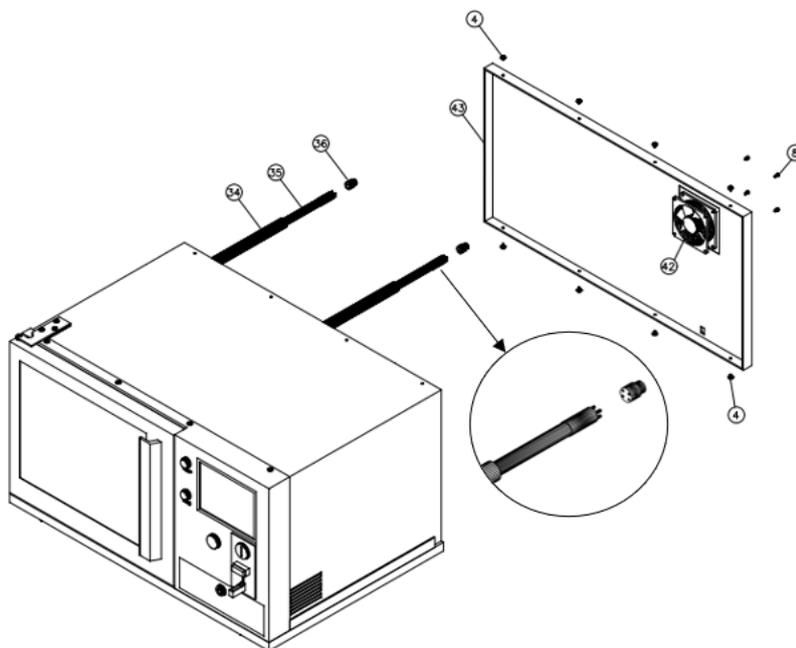
**ADVERTENCIA:** No utilice sustancias inflamables como alcohol puro, limpiadores que contengan alcohol (más del 20%) o que contengan amoníaco para vidrio acrílico y ácidos que puedan deteriorar la parte interna o externa de la cabina u opacar el vidrio de cuarzo que resguardan las lámparas UVC.

## Limpieza del ventilador

Primero retirar los 8 tornillos de la parte posterior de la cabina tanto en la parte superior como inferior. Desempate cable del ventilador y proceda a retirar la tapa posterior.

Con una brocha retire el polvo del ventilador y de la tapa posterior de la cabina y retire los tornillos del ventilador si es necesario o hay muchas partículas de polvo entre las aspas del ventilador.

En caso de ser necesario reemplazar el ventilador consulte al departamento técnico de la empresa, modelo del ventilador SZ-LYH-I040820.



## Cambio de los tubos germicida UVC

La vida promedio de las lámparas germicidas esta alrededor de 13,000 horas, por lo cual si disminuye su intensidad o dejen de funcionar después de dos años es necesario un cambio. Para cambiar las lámparas primero retire los tapones de la cobertura de vidrio, desplace con cuidado cada lámpara y proceda a verificar que no estén quemadas. Para insertar las lámparas realice el proceso de manera invertida.



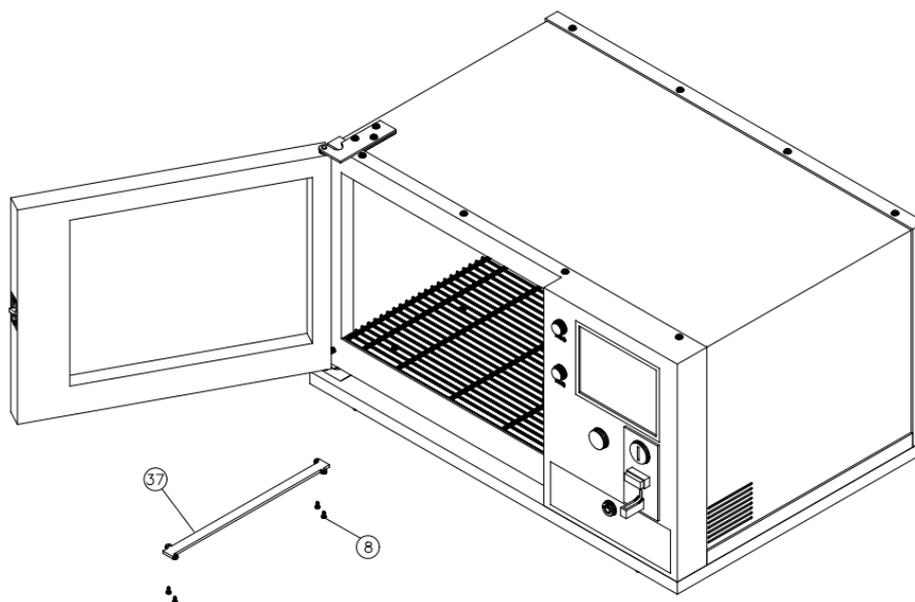
La verificación de la intensidad de radiación de las lámparas es necesario de una persona con formación especial en estos equipos y cuente con los equipos de medición y de seguridad necesarios.

En caso de ser necesario reemplazar las lámparas germicidas consulte al departamento técnico de la empresa modelo de las lámparas GPHA357G5L/HO.

## Cambio de la tira Led

La vida promedio de la tira Led esta alrededor de 50,000 horas, por lo cual pueden disminuir su intensidad o dejar de funcionar después de 7 años. Este cambio se realiza sacando los 4 torillos de la parte interna de la cabina.

En caso de ser necesario reemplazar la tira led consulte al departamento técnico de la empresa modelo de la tira led LED2835.



<b>TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO</b>	
<b>Lámpara UVC</b>	Dos lámparas de 10W
<b>Duración de las lámparas UVC</b>	13,000 horas
<b>Tira Led</b>	Una tira led de 7W
<b>Duración de la tira led</b>	50,000 horas
<b>Vidrio de puerta</b>	Vidrio laminado 6mm
<b>Caja interna</b>	Acero inoxidable 304
<b>Cabina BD</b>	Hierro negro
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Voltaje de operación</b>	120V
<b>Corriente máxima</b>	3A
<b>Protección</b>	Disyuntor de 3A
<b>Sistema de alarma</b>	Acústico y visual
<b>Protección al operador</b>	Seguro de puerta cuando está en funcionamiento la luz UVC
<b>Potencia</b>	119 W
<b>Superficie de trabajo</b>	40x30x30 cm
<b>Dimensiones externas</b>	69.6x38x 46.9 cm
<b>Peso</b>	7.56 Kg