

Banco de trabajo para automatizar el proceso de sanitización en ductos en sistemas HVAC

Ana María Figueroa Chicaiza mariaana2303@gmail.com

Luis Felipe Moreno Erazo, felipe712@outlook.es

Juan David Rojas Morales, juanda9511@hotmail.com

Tecnólogo en Electrónica Industrial

Asesor: 3



Institución Universitaria Antonio José Camacho

Facultad de Ingenierías

Tecnología en Electrónica Industrial

Cali - Colombia

2019

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Institución Universitaria Antonio José Camacho para optar al título de Tecnólogo en Electrónica Industrial

Carlos Andrés Urrutia

Jurado

Andrey Julian Renteria

Jurado

Santiago de Cali, 01 de septiembre 2019

Tabla de contenido

RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 ANTECEDENTES.....	12
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
5. MARCO TEÓRICO.....	17
5.1 DUCTO	17
5.2 ACTUADORES	20
5.2.1 BOMBA DE ASPERSIÓN.....	20
5.2.2 RELÉ ESTÁNDAR ELECTROMECAÁNICO	21
5.3 CONTROLADOR TRACER TM UC600	22
5.4 QUÍMICO TEGO 51.....	26
5.5 TRANSMISOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.....	30
6. MARCO CONCEPTUAL	31
6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	32
6.2 FUNCIONAMIENTO DEL CÓDIGO Y PROCESO.....	32
6.2.1DIAGRAMA DE FLUJO DEL CÓDIGO.....	34
6.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA	35
7. MARCO LEGAL.....	36

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL.....	36
LEY 9 DE 197	36
7.1. RITE 2017.....	36
ARTICULO 25.....	36
MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	36
INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT.1	37
DISEÑO Y DIMENSIONADO	37
IT 1.1 EXIGENCIA DE CONFORT	37
IT 1.3 EXIGENCIA DE SEGURIDAD.....	37
8. MARCO HISTÓRICO.....	38
9. METODOLOGÍA	39
10. RESULTADOS	42
10.1 CARACTERIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
11. CONCLUSIONES	58
12. REFERENCIAS	60

TABLA DE FIGURAS

Figura1 Proceso de limpieza en ductos.....	13
Figura 2 Ducto en Piralu.....	18
Figura 3 Mini Bomba de agua	21
Figura 4 Relé 8 Pines 24 vac.....	22
Figura 5 Controlador TRACER UC600.....	23
Figura 6 Características del controlador TRACER UC600.....	23
Figura 7 Especificaciones y Homologación oficial.....	24
Figura 8 Especificaciones de Entrada y Salida.....	25
Figura 9 Químico Sanitizante.....	26
Figura 10 Ficha Técnica Sanitizante.....	27
Figura 11 Especificaciones químicas y físicas.....	27
Figura 12 Propiedades químicas y Físicas.....	28
Figura 13 Propiedades químicas y Físicas.....	29
Figura 14 Transmisor de temperatura y humedad.....	30
Figura 15 Diagrama del proceso de sanitizacion en ductos.....	31
Figura 16 Diagrama de flujo de código.....	34
Figura 17 Diagrama eléctrico de conexiones.....	35
Figura 18 Caracterización Banco de Trabajo.....	39
Figura 19 Construcción del Banco de Trabajo.....	40
Figura 20 Validación del proceso del Banco de Trabajo.....	41
Figura 21 Equipo de protección para realizar tareas de aspersión de químicos en la sanitización.....	42

Figura 22 Presentación de la dosificación del químico desinfectante para realizar sanitización.....	43
Figura 23 Fogger, herramienta con la que se realiza aspersión con la presión ejercida por el compresor.....	44
Figura 24 Proceso manual de sanitización.....	44
Figura 25 Instante en que se esparce el químico dentro del ducto a través de la apertura Grafica correspondiente a tabla 2. Temperatura ambiente en ducto del prototipo de banco de trabajo de rejilla.....	45
Figura 26 Grafica correspondiente a tabla 2. Temperatura ambiente en ducto del prototipo de banco de trabajo.....	46
Figura 27 Grafica correspondiente a tabla 3 Tabla de humedad relativa en ducto del prototipo de banco de trabajo.....	47
Figura 28 Estructura del prototipo del banco de trabajo con el montaje de controlador y dispositivo eléctrico.....	49
Figura 29 Estructura de la bucla de control en sistemas automatizados.....	51
Figura 30 Bucla de control del prototipo del banco de trabajo.....	51
Figura 31 Bucla de control del prototipo del banco de trabajo con los dispositivos electrónicos y mecánicos utilizados.....	52
Figura 32 Pantalla de inicio para entradas análoga.....	52
Figura 33 Pantalla de inicio para entradas análoga de temperatura.....	53
Figura 34 Pantalla de inicio para entradas análoga de humedad relativa.....	53
Figura 35 Pantalla de creación de variables y condiciones del código en Tracer TU.....	54
Figura 36 Pantalla estructura de lenguaje gráfico del código en Tracer TU.....	54
Figura 37 Estructura de funcionamiento del código en Tracer TU.....	55

Figura 38 Grafica correspondiente a tabla 6 de humedad relativa dentro del ducto posterior al
sanitizado.....56

Figura 39 Lectura de monitoreo a través del software Tracer TU del Controlador Trane.....57

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas Piralu.....	20
Tabla 2 Tabla de temperatura ambiente dentro del prototipo del Banco de Trabajo.....	46
Tabla 3 Tabla de humedad relativa dentro del prototipo del Banco de Trabajo.....	47
Tabla 4 Listado de materiales en la ejecución del proceso de sanitizado.....	48
Tabla 5 Listado de Conceptos Salariales por Actividad Ejecutada.....	48
Tabla 6 Listado de costos de elementos utilizados para funcionamiento de proyecto.....	50
Tabla 7 Tabla de humedad relativa dentro del ducto posterior al sanitizado.....	56
Tabla 8 Comparativo en costos proceso manual vs proceso automatizado.....	57

RESUMEN

A continuación se muestra la construcción de un prototipo de un BANCO DE TRABAJO PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE SANITIZACIÓN EN DUCTOS EN SISTEMAS HVAC (heating, ventilation and air conditioning). El cual consiste en un proceso de limpieza y desinfección en el interior de ductos de los sistemas de aire acondicionado y refrigeración, utilizando para ellos métodos manuales, con herramientas y detergentes y productos químicos que elimine la mayor cantidad de microorganismos asociados al mal estado, alto nivel de humedad y suciedad dentro del mismo.

Es necesario realizar una previa caracterización de las etapas del proceso, esta se enfoca en recolectar información a partir del proceso manual, tomar tiempo de la duración de la sanitización en jornada nocturna, el número y la cantidad de materiales e insumos necesarios para llevarlo a cabo. Seguido a ello se hace la implementación del prototipo del banco de trabajo con ductos de piralu, bomba dosificadora e instalación de los componentes eléctricos y de control para automatizar y hacer pruebas iniciales de funcionamiento. Durante este proceso, uno de los elementos claves para la realizar la comunicación digital son los dispositivos industriales, tales como, controladores de marca Trane, que simplifica y optimiza tiempos de respuesta, control de sistemas, además permite la ejecución de programación en lenguaje de bloques y lógica digital y la generación de reportes para datos estadísticos de operación del sistema.

Con la implementación y ensamble de componentes, es posible modelar de manera automática el proceso de sanitización en ductos. Usando diferentes elementos electromecánicos, como el accionamiento de una bomba con aspersor, es posible automatizar el proceso y suprimir el uso manual de herramientas mecánicas. Seguido a ello, el proceso automatizado puede ofrecer la estadística de datos como el censo de temperatura y a la humedad interior del ducto. Y con base a dichos parámetros generan una frecuencia de mantenimiento oportuno y en horarios adecuados para no afectar el área.

Por último, el proceso automatizado minimiza costos generados en logística y mano de obra para la compañía Omega Ingenieros S.A.S., al permitir monitorear y ejecutarse sin involucrar mano de obra directa para la sanitización en el sistema de ductos.

ABSTRACT

This work present the construction of a prototype of a WORK BANK TO CHARACTERIZE AND AUTOMATIZE THE SANITIZATION PROCESS IN DUCTS IN HVAC SYSTEMS (heating, ventilation and air conditioning).

It is necessary to carry out a previous characterization of the stages of the process, this is focused in gathering information from manual process, to take of times, materials and necessary inputs to carry out it, followed by the implementation of the prototype of the Bank of work with ducts of piralu, dosing pumps and installation of the electrical components and the control to automate and start initial tests of operation. During this process, the fundamental piece is the linking of industrial devices, such as controllers, in this case, the Trane brand will be used, which simplifies and optimizes the time response, system controlling, and allows the the programming in block language and digital logic and the generation of reports for statistical data of system operation.

Following by the assembly of components, it is possible to present the process of sanitization in ducts from the drive of a pump with sprinkler and carrying out the census of temperature and humidity inside the duct. These parameters generate a timely maintenance frequency and at appropriate times so as not to affect the area.

Finally, the automated process minimizes costs generated in logistics and labor for the company Omega Ingenieros S. A. S. to be able to monitor and execute without involving direct labor for sanitation in the pipeline system.

INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se realiza la implementación de un prototipo de un Banco de trabajo para automatizar el proceso de sanitización en ductos en sistemas HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning). Teniendo como objetivo disminuir los costos que se requieren, reduciendo el número de personal en el momento de realizar la actividad de sanitización convencional y recortando los tiempos en los cuales se realiza esta. Entre otros objetivos se establecerán las variables y parámetros del proceso de sanitización a partir del análisis de datos visuales y recolección bibliográfica.

Para eliminar los contaminantes causados por los sistemas de surge la necesidad de garantizar ductos sin presencia de microorganismos (hongos-levadura-bacterias), porque es uno de los principales problemas que afecta de manera considerable la salud de las personas.

Entonces, como formulación del problema se entendería ¿Cómo implementar un banco de trabajo para automatizar el proceso de sanitización en ductos de sistemas HVAC?

En pocas palabras el proyecto se realiza con la finalidad de establecer la caracterización y automatización de un banco de trabajo para la sanitización de ductos HVAC, el cual servirá para definir los parámetros de funcionalidad y alcance del mismo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a estudios de la agencia de protección medio ambiental de los Estados Unidos, el aire que circula al interior de las edificaciones con sistemas HVAC (heating, ventilation and air conditioning), no se encuentra limpio ya que en este se hallan contenidas un sin número de micro partículas y organismos imperceptibles al ojo humano. De la gran variedad de contaminantes que se transportan por los ductos de aire son más graves los orgánicos como hongos y bacterias ya que estas afectan la salud de las personas. Como consecuencia nace el término conocido como “síndrome del edificio enfermo”.

Como alternativa para disminuir el impacto de los microorganismos existentes en sistemas de ductos HVAC), actualmente la empresa Omega Ingenieros SAS, cuenta con el área de servicios ambientales, el cual realiza proceso de limpieza de cocinas, ductos y sanitización, este proceso se reglamenta bajo la norma internacional NADCA e IKEKA.

Con los diferentes servicios se ofrece a los clientes una limpieza de sistemas como extractores de cocina, ductos de sistemas HVAC y sanitización a partir de químicos y aspersión con presión de aire, con ellos se garantiza la disminución de bacterias y hongos que por las condiciones del área se reproducen de manera exponencial. Este el procedimiento se realiza de manera manual en jornadas nocturnas y extendidas, sumado a proceso logístico que genera costos extras.

Surge la necesidad de garantizar ductos sin presencia de microorganismos (hongos-levadura-bacterias) con una metodología diferente, que proporcione la misma eficiencia, sin involucrar mano de obra y procesos manuales. La empresa además cuenta con sistemas de control integrado a través de software TRANE y su controlador industrial UC600.

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad la industria de aires acondicionados y de sistemas de ductos están en crecimiento, pues las personas están en lugares climatizados alrededor de 6 horas diarias, de manera que se ha abierto el mercado para hacer un debido mantenimiento y garantizar un correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento.

Dentro de la industria se encuentra a la compañía TEINNOVA. Esta empresa actualmente tiene sede principal en España y se dedica a realizar limpieza de ductos, ya que cuenta con herramientas calificadas para ejecutarla.

En la figura 1 que se muestra a continuación, se observa diferentes herramientas de uso mecánico y manual con el que se ejecuta la limpieza antes de sanitizar el sistema de ductos.

Fuente: (TEINNOVA)

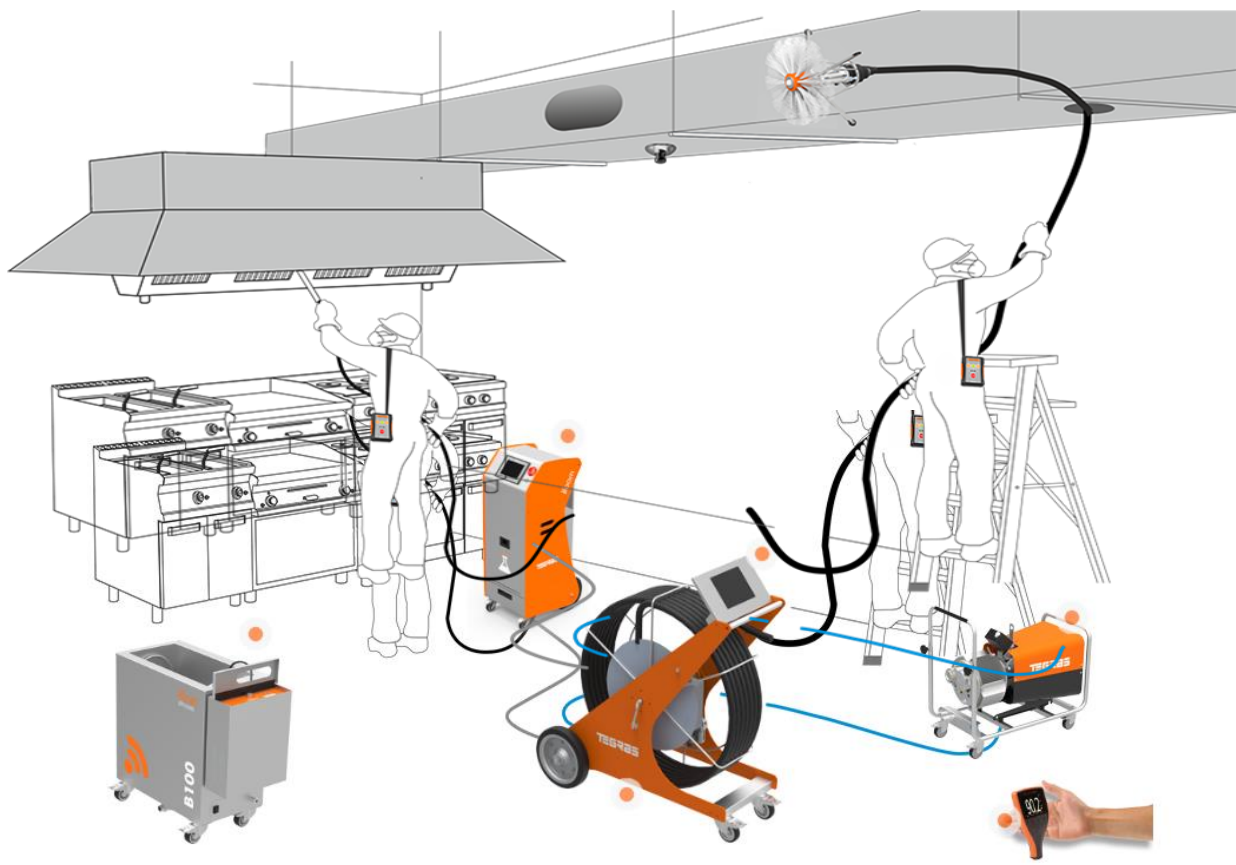


Figura 1. Proceso de limpieza en ductos.

2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se realiza con la finalidad de establecer los parámetros de la sanitización, es decir, caracterizar el proceso y con base en ello, realizar la automatización de un banco de trabajo para la sanitización de ductos HVAC, el cual servirá para definir los parámetros de funcionalidad y alcance del mismo. Para la empresa Omega Ingenieros S.A.S., quien actualmente ofrece este servicio en el área de servicios ambientales, incluye la sanitización y limpieza de ductos y rejillas. Este proceso se realiza de manera manual, es decir, se realiza con recurso humano y herramientas mecánicas. Por lo que además surge la necesidad de buscar alternativas que generen disminución en los costos y además, sea posible aumentar la exactitud y regularidad en la ejecución del mismo, al tener una dosificación y una frecuencia controlada de manera automática de sanitización de ductos.

A través de la investigación del proceso, permitirá revisar tiempos de ejecución, tiempos muertos y establecer costos de manos de obra que generan desgaste al personal humano. Esto se debe a que las jornadas son nocturnas y continuas, puesto que la aspersión de químicos debe hacerse cuando los espacios no están ocupados y los equipos de refrigeración deben apagarse para dosificar y sanitizar. A consecuencia de las largas jornadas se presenta una alta rotación y sobre costos en la nómina y áreas involucradas para iniciar procesos constantes de selección de personal.

Por otro lado, se hace importante involucrar el impacto que el proceso de limpieza y sanitización tiene en la salud de las personas, en este punto el proyecto busca también disminuir el síndrome del edificio enfermo. Este término está asociado al bajo nivel de ventilación y a la poca salubridad del sistema de ductos que lo componen. Esto puede significar una escasa filtración, es decir, que el aire que entra hacia el edificio no se purifica antes para mantenerlo libre de partículas contaminantes que existen en los sistemas de ventilación cuando los ductos se llenan de bacterias, hongos o moho y luego se esparcen por el mismo sistema a través del aire.

(Revista Semana, 2000)

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un prototipo de banco de trabajo que permita la automatización del proceso de sanitización de ductos HVAC, incluyendo dispositivos electromecánicos, controladores industriales y sensores para su proceso.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las variables del proceso y los parámetros de la sanitización a partir del análisis de datos visuales y recolección bibliográfica que determine materiales, tiempo de ejecución, circuitos electrónicos e insumos.
- Implementar un modelo a escala del banco de trabajo que incluya el sistema de ventilación con ductos HVAC y dispositivos de automatización determinados en la etapa de caracterización.
- Verificar el funcionamiento de cada etapa del banco de trabajo, comprobando que la automatización del proceso sea funcional.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo implementar un banco de trabajo para caracterizar y automatizar el proceso de sanitización en ductos de sistemas HVAC?

5. MARCO TEÓRICO

A continuación se describirán todos los materiales empleados en el desarrollo de este proyecto:

5.1 DUCTO

PIR-ALU® es un panel de aluminio puro gofrado, pre-aislado con espuma de polisocianurato (PIR) destinado a la construcción de conductos para la distribución del aire en las instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC).

Con los paneles de aluminio pre-aislados PIR-ALU® se construyen instalaciones de conductos con muy altas prestaciones, pues la combinación del aluminio y del excelente aislamiento PIR, aporta como resultado una excelente calidad del aire interno (IAQ), un bonito acabado externo, alta resistencia mecánica, poco peso, fácil transporte y manipulación y facilidad de construcción. Los conductos contruidos con paneles de aluminio pre-aislados PIR-ALU® se pueden instalar tanto en el interior como en el exterior de los edificios con fachada a la vista o con falso techo, para uso residencial o comercial.

También se utiliza en la industria, en sectores como el alimentario, electrónico, farmacéutico, hospitalario, donde se exigen altas prestaciones de calidad e higiene.

Cumplen con las normativas nacionales e internacionales exigidas a este tipo de materiales como: ASHRAE, SMACNA, BS, CEN etc.

Para la elaboración de este proyecto se opta por usar el ducto fabricado en material Piralu empleado para sistemas HVAC ya que es práctico en su instalación y montaje.

Fuente: (Kingspan)

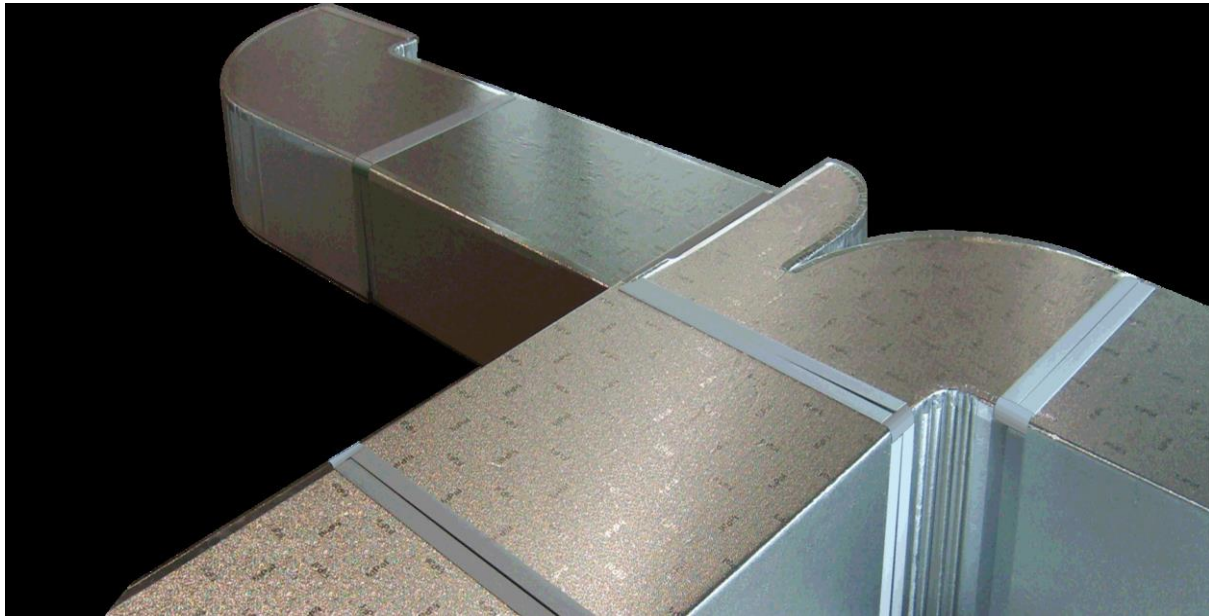


Figura 2. Ducto en Piralu

Fuente: (PIRALU)

Características Generales Ficha Técnica Panel PIR-ALU 30/35 - ref.: 3.135.30	
Panel de espuma rígida de poliisocianurato (PIR) revestido por ambas caras con una lámina de aluminio puro gofrado, ideal para la construcción de conductos de distribución del aire en las instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado.	
Dimensiones	
El espesor estándar de producción es de 30 mm, con un intervalo de tolerancia de +1,5 , -1 mm (ensayado según la Norma EN 823).	
La longitud estándar del panel es de 3.000 mm, con un intervalo de tolerancia de +/- 7 mm (ensayado según la Norma EN 822).	
La anchura estándar del panel es de 1.200 mm, con un intervalo de tolerancia de +/- 2 mm (ensayado según la Norma EN 822).	
La rectangularidad estándar del panel se encuentra dentro del intervalo +/- 2 mm (ensayado según la Norma EN 824).	

Bajo pedido es posible suministrar paneles con otras longitudes y espesores manteniendo las mismas tolerancias arriba descritas.
Características Químico Físicas
Material aislante: la espuma rígida de poliisocianurato (PIR) constituyente del panel es el resultado de una reacción química entre poliol e isocianato específicamente formulados y de primera calidad.
El polímero obtenido es fisiológica y químicamente inerte, insoluble y no metabolizable.
La densidad nominal del panel PIR-ALU es de 35 kg/m ³ con un valor mínimo de 33 kg/m ³ .
El revestimiento está formado por una lámina de aluminio puro gofrado de espesor 60 µm en ambas caras del panel. La lámina de aluminio está protegida en la superficie externa con laca transparente.
Color de la espuma: Azul
Espumante: el agente espumante no contiene CFC, ni HCFC, ni HFC.
El producto final no contiene fibras.
Resistencia a la Compresión
La resistencia a la compresión es de 3 kg/cm ² +/-0,5 (ensayado según la Norma EN 826).
Conductividad Térmica
Gracias al elevado número de celdas cerradas, superior al 95%, el panel tiene un valor inicial del coeficiente de conductividad térmica de 0,024 W/m·K (7d, 10°C), según Norma EN 12667.
Reacción al Fuego
El panel está clasificado Euroclase B-s2,d0, según la Norma EN 13501-1 de reacción al fuego para productos de la construcción y elementos para la edificación.
Opacidad De Humos
El panel presenta un valor de VOF4= 23 y DS(4)=19, según la Norma ISO 5659-2 para aplicaciones ferroviarias descritas en la Norma EN 45545-2.
Toxicidad de Humos
El panel presenta un valor de CIT=0, según la Norma ISO 5659-2 para aplicaciones ferroviarias descritas en la Norma EN 45545-2.
Rigidez
La rigidez elástica del panel es superior a 300.000 N.mm ² , clasificado como R5, según Norma EN 13403.
Absorción del Agua
El panel después de 28 días de inmersión total en agua presenta un aumento de peso no superior al 1,5% según la norma EN 12087.
Permeabilidad al Agua
El aluminio con espesor >50 µm es considerado como barrera de vapor.
Temperatura de Uso
El panel puede ser utilizado en un rango de temperatura de -40° a +80°C en ejercicio continuado sin substanciales diferencias en las características termo aislantes.

El coeficiente de dilatación térmica lineal es de: 40×10^{-6} mm/mm K.
Presentación y Embalaje
El suministro se realiza en paquetes de 10 paneles, equivalente a 36,0 m ² , de 3.000mm de longitud embalados con robusto cartón.
Advertencia
La información y los datos contenidos en la presente ficha técnica se basan en los actuales conocimientos técnicos, la legislación vigente y sobre la experiencia adquirida por Poliuretanos, S.A. en el momento de su elaboración, por lo que no tienen valores vinculantes. Por este motivo, la empresa se reserva el derecho a efectuar los cambios que crea convenientes sin previo aviso.
El comprador o utilizador asume las responsabilidades derivadas del uso y de aplicación del producto arriba descrito

Tabla 1. Especificaciones técnicas Piralu

5.2 ACTUADORES

En este proyecto los actuadores son de tipo eléctrico, mecánico y son responsables de culminar la etapa final del proceso automatizado al actuar por medio de señales eléctricas recibidas. Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron los siguientes actuadores:

5.2.1 BOMBA DE ASPERSIÓN

Las bombas e instalaciones de bombeo son componentes esenciales y vulnerables en casi todos los sistemas de agua. El diseño, operación y mantenimiento inadecuados de los sistemas de bombeo pueden representar riesgos sanitarios graves, incluida la pérdida completa del suministro de agua. Para evaluar la seguridad, suficiencia y confiabilidad del sistema de agua, el inspector debe incluir a las bombas e instalaciones de bombeo como parte integral de la inspección sanitaria.

(Bombeo)

Fuente: (Agua)



Figura 3. Mini Bomba de agua

5.2.2 RELÉ ESTÁNDAR ELECTROMECAÁNICO

Los Relés son interruptores que operan con señales de energía eléctrica y son empleados para controlar dispositivos, circuitos de control y potencia en la mayoría de casos. Además el relé actúa como aislante que protege el dispositivo en el que se usa. Cuando el control (entrada) o la carga (salida) no están conectados eléctricamente, el relé evita daños en su unidad causados por sobrecarga de energía.

(Omega Spectris Company)

Fuente: (Beta)



Figura 4. Relé 8pines 24vac

5.3 CONTROLADOR TRACER™ UC600

Tracer™ UC600 es un controlador unitario programable BACnet diseñado para trabajar con el Tracer SC™ o sistemas BACnet MS/TP terceros. El UC600 tiene las entradas/salidas y el tamaño adecuado para satisfacer las necesidades de control para el manejo de aire, plantas centrales y otras aplicaciones de alta densidad de puntos. Tracer™ UC600 puede ser aplicado con una programación de campo en general. También puede ser solicitado con los equipos en opción FMC (Factory Mounted Controls).

Fuente: (Trane)



Figura 5. Controlador TRACER UC600

Fuente: (Trane)



Hoja de Datos de Producto

Controlador Programable Tracer™ UC600

Número para ordenar: BMUC600AAA0100011

El controlador Tracer UC600 es un dispositivo programable, de propósito múltiple, inalámbrico-compatible. Este dispositivo de instalación en campo está diseñado para controlar los siguientes tipos de equipo:

- Manejadoras de aire (AHUs)
- Plantas centrales de enfriamiento y calefacción
- Torres de enfriamiento
- Control genérico de entrada/salida (I/O)

Características y Beneficios

Característica	Beneficio
BACnet MS/TP	Protocolo abierto estándar de comunicaciones de automatización de edificios que permite la conexión con otros sistemas BAS y controladores.
Configurable y completamente programable	• Disponibilidad de programas de fábrica a través de configuración rápida para reducir el tiempo de programación • Programable con mayor nivel de flexibilidad para cumplir con las necesidades de una secuencia exclusiva o de necesidad de programas (software)
Total de 19 terminaciones para accesorios de cómputo de entrada/salida (I/O)	Cumple con la mayoría de las necesidades del producto aplicado con Entrada/Salida integrada o con programación adicional exclusiva en el controlador.
Expandible hasta 120 terminaciones para accesorios de cómputo	Flexibilidad para cumplir con requerimientos adicionales del equipo
Registro de datos—25,000 muestras	Facilita la investigación de problemas del equipo, de la zona o de los problemas del edificio
Conectores removibles, montaje en riel DIN, múltiples conexiones para herramienta de servicio	Facilidad de instalación y servicio

Figura 6. Características del controlador Tracer UC600

Fuente: (Trane)

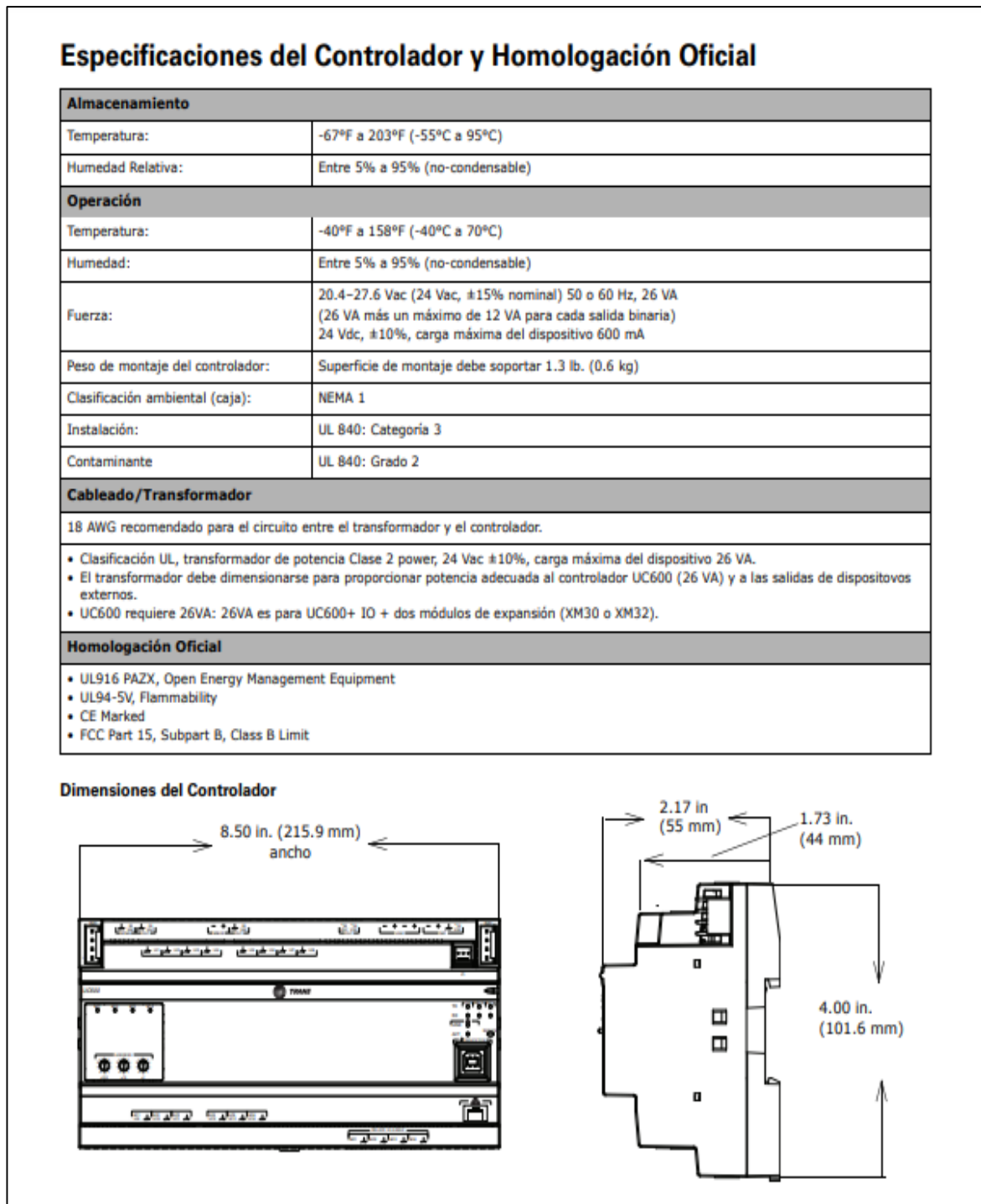


Figura 7. Especificaciones y Homologación oficial

Fuente: (Trane)

Especificaciones de Entrada y Salida

Tipos Entrada/ Salida	Cantidad	Tipos	Rango	Notas	
Entrada Universal	8	Termistor	10kΩ – Type II, 10kΩ –Type III, 2252Ω – Type II, 20kΩ – Type IV, 100 kΩ	El UC600 está limitado a 10 entradas y/o salidas combinadas 0–20 mA	
		Resistivo (punto ajuste)	100Ω – 1MΩ		
		RTD	Balco™ (Ni-Fe), 1kΩ; 375 (Pt), 1kΩ		
		Corriente	0–20 mA (lineal)		
		Voltaje	0–20 Vdc (lineal)		
		Binario	Contacto seco		
		Acumulador de Pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado		
Entrada Universal/ Salida Analógica	Configurar usando cualquier combinación de entradas analógicas o binarias/salidas analógicas				
Entradas	6	Termistor	10kΩ – Type II, 10kΩ –Type III, 2252Ω – Type II, 20kΩ – Type IV, 100 kΩ		
		Resistivo (punto ajuste)	100Ω –1MΩ		
		RTD	Balco™ (Ni-Fe), 1kΩ; 375 (Pt), 1kΩ		
		Corriente	0–20 mA (lineal)		
		Voltaje	0–20 Vdc (lineal)		
		Binario	Contacto seco		
		Acumulador de Pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado		
Salidas		Corriente	0–20 mA @16 V		
		Voltaje	0–10 Vdc @20 mA		
		Pulso	12.5ms a 1 segundo (12.5ms resolución), 1 segundo a 60 segundos (0.5 segundo resolución)		
Salida Binaria	4	Relevador (forma A) húmedo	24 VAC, 0.5A máximo	Rangos se dan por cada contacto	
Entrada Presión	1	3-cables	0–5 in H ₂ O	Entrada de presión suministrada con 5 Vdc. Diseñada para transductores de presión Kavlico™.	
Total Puntos	19				

Figura 8. Especificaciones de Entrada y Salida

5.4 QUÍMICO TEGO 51

Posee un efecto comprobado contra las bacterias grampositivas y gramnegativas, mohos, levaduras y contra un espectro limitado de virus. Este producto ha sido testado y autorizado su uso por la Sociedad Alemana de Higiene y Microbiología (DGHM), la Sociedad Alemana de Veterinaria (DVG) y un gran número de entes independientes.

(Dwyer)

Fuente: (Dwyer)



Figura 9. Químico Sanitizante

Fuente: (Dwyer)



Figura 10. Ficha Técnica Sanitizante

Fuente: (Dwyer)

TEGO® 51	
Propiedades químicas y físicas	
Composición Anfóteros microbicidas en solución acuosa	Solubilidad Miscible con agua en cualquier proporción
Aspecto Líquido transparente, incoloro hasta ligeramente amarillo, con un suave olor característico	Dilución de empleo típica Para la desinfección normal, TEGO® 51 debe emplearse en una concentración del 1% (10 g por litro de agua). Las concentraciones varían en función de la aplicación específica y de las necesidades microbiológicas.
Densidad $1.000 \pm 0.005 \text{ g/cm}^3 \text{ a } 20^\circ\text{C}$	Presentación Garrafa de 5 kg y 50 kg
Viscosidad $7.5 \pm 5.0 \text{ mPa.s a } 20^\circ\text{C}$	Datos de toxicidad y seguridad Con respecto a la información sobre seguridad le remitiremos a nuestra hoja de datos de seguridad de materiales.
Índice pH Sin diluir = 8.2 ± 0.3 Solución acuosa al 1% = 8.3 ± 0.5	Compatibilidad química No mezclar con otros productos químicos excepto con los recomendados por Th. Goldschmidt AG.
Tensioactividad Solución acuosa al 1% = $27.8 \pm 0.5 \text{ mN/m a } 20^\circ\text{C}$	
Conductibilidad Solución acuosa al 1% = $640 \pm 100 \mu\text{S/cm a } 20^\circ\text{C}$	

Figura 11. Propiedades químicas y Físicas

Fuente: (Dwyer)

Test cualitativo de suspensión

Según las "Directrices para el examen y la valoración de los procedimientos de desinfección química" de la Sociedad Alemana de Higiene y Microbiología (DGHM).

Las barras que aparecen en el diagrama abajo representan el tiempo de contacto necesario para la eliminación del 100%.

Bacterias	Concentración: 1.0%					
	Medio: agua de dureza standard					
	Temperatura: 20°C					
	Tiempo de contacto (min)					
Cultivo	1	2	5	10	20	30
Staphylococcus aureus $10^2 - 10^{10}$ cfu/ml	■					
Escherichia coli $10^2 - 10^{10}$ cfu/ml	■					
Proteus mirabilis $10^2 - 10^{10}$ cfu/ml	■	■				
Pseudomonas aeruginosa $10^2 - 10^{10}$ cfu/ml	■	■				
Salmonella typhimurium $15 \times 10^2 - 10^{10}$ cfu/ml	■					
Vibrio parahaemolyticus 29×10^2 cfu/ml	■					
Micrococcus luteus 20×10^2 cfu/ml	■					
Corynebacterium xerosis 10×10^2	■	■				
Levaduras y mohos						
Geotrichum candidum $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■					
Penicillium expansum $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■	■	■			
Aspergillus flavus $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■	■	■	■		
Candida albicans $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■					
Hansenula anomala $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■					
Trichophyton mentagrophytes $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■					
Mikrosporum gypseum $10^4 - 10^7$ cfu/ml	■					

Figura 12. Propiedades químicas y Físicas

Fuente: (Dwyer)

Perfil del producto

Acción microbicida

TEGO® 51 posee un efecto comprobado contra las bacterias grampositivas y gramnegativas, mohos, levaduras y contra un espectro limitado de virus. Este producto ha sido testado y autorizado su uso por la Sociedad Alemana de Higiene y Microbiología (DGHM), la Sociedad Alemana de Veterinaria (DVG) y un gran número de entes independientes.

Toxicidad

Las soluciones de empleo de TEGO® 51 son virtualmente no tóxicas y no irritan. LD₅₀ 4.4 g de peso corporal (ratas).

Tolerancia frente a las proteínas

TEGO® 51 conserva un alto grado de actividad en presencia de proteínas, jabón y otros restos de suciedad.

Capacidad de arrastre de la suciedad

TEGO® 51 posee una excelente capacidad de arrastre de la suciedad, similar a la de los buenos productos de limpieza.

Tensioactividad

Debido a su baja tensioactividad, del orden de 28 mN/m TEGO® 51 puede actuar en zonas a las que normalmente los sistemas acuosos no tienen acceso.

Enjuague

TEGO® 51 puede eliminarse suficientemente mediante el enjuague. Los restos de producto no eliminados son insignificantes en la mayoría de las aplicaciones.

Indiferencia sensoria

TEGO® 51 es inodoro y no mancha.

Desodorización

Aunque TEGO® 51 es en si inodoro en su solución de empleo, impide los olores molestos al controlar los organismos que los causan.

Sus ventajas

- ◆ Extraordinaria eficacia microbicida y fiabilidad en la aplicación práctica.
- ◆ Seguridad de empleo.
- ◆ Fiabilidad y seguridad en condiciones de aplicación prácticas.
- ◆ Efecto adicional de limpieza.
- ◆ Seguridad microbicida total en las zonas de riesgo.
- ◆ Ahorro de tiempo debido al enjuague corto.
- ◆ No afecta la calidad de los productos sensibles.
- ◆ Ambiente de trabajo agradable.

Figura 13. Propiedades químicas y Físicas

5.5 TRANSMISOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

El sensor de temperatura de inmersión y de los conductos SERIE RH-R puede usarse para monitorear la temperatura del aire y humedad de todo un sistema de manejo de edificios o en una unidad de manejo de aire. Los sensores de conductos monitorean el aire de suministro o de retorno y proporcionan una salida de RTD o termistor al controlador digital.

El transmisor de humedad SERIE RH-R es el transmisor ideal para aplicaciones con espacio limitado. Un filtro removible protege al sensor compacto. Se puede montar a una distancia de hasta 16 pies (4,88 m) de la base resistente a la intemperie. La serie RH-R es ideal para cámaras ambientales, detección de explosiones en la cámara de aire de caucho y aplicaciones de manipulación de aire.

En el proyecto se determina el uso del Series RH Humidity/ Temperatura Transmittier, porque posee las condiciones adecuadas para la instalación en área de ductos, siendo una de sus características físicas. Adicional el sensor, es un trasmisor que emite señales de las variables utilizadas en el proyecto, tanto humedad como temperatura, capaces de ser registradas en el controlador

Fuente: (Dwyer)



Figura 14. Transmisor de temperatura y humedad

6. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presenta marco conceptual donde se describe proceso de sanitización.

Fuente: Elaboración propia

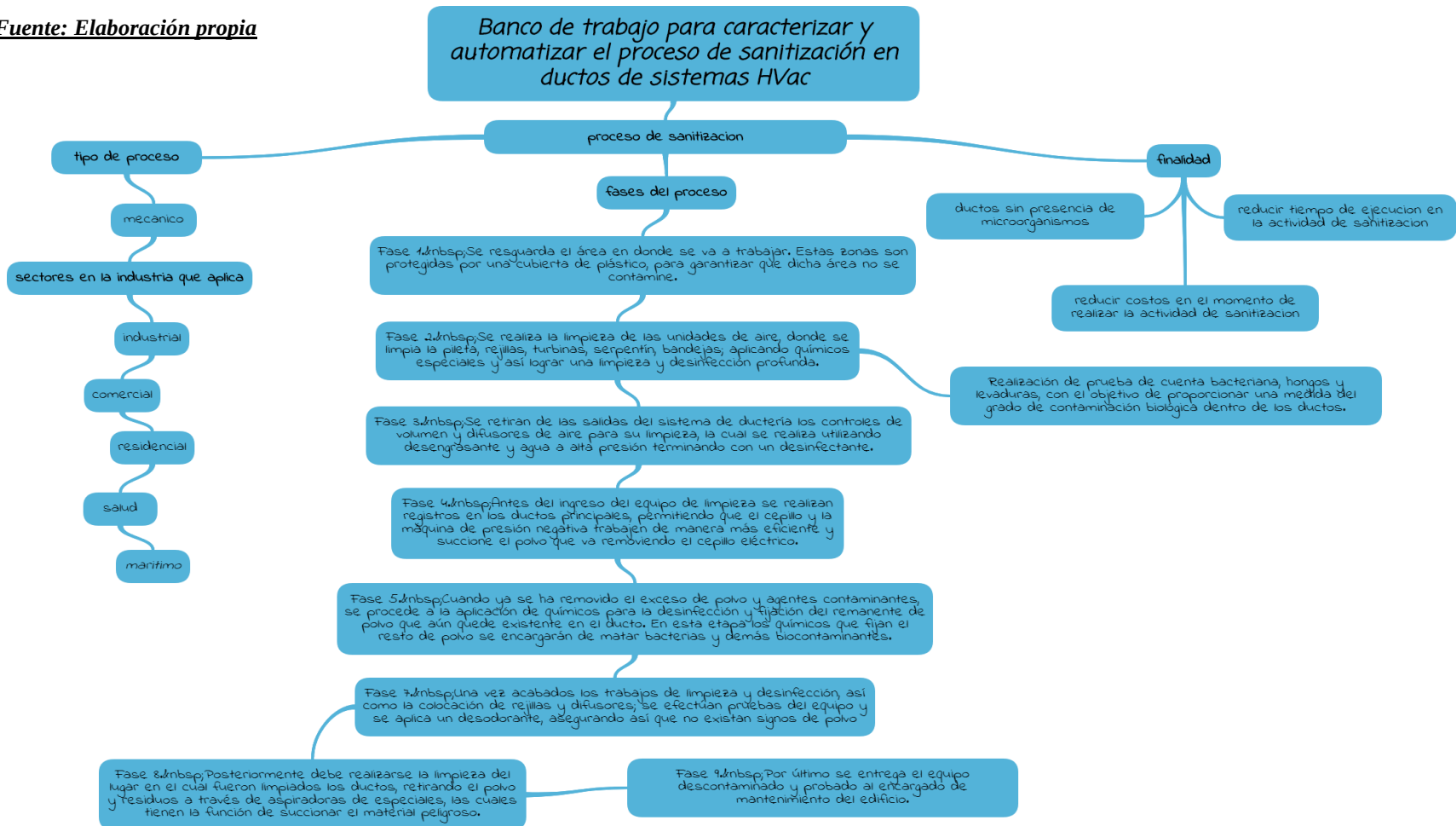


Figura15. Diagrama del proceso de sanitizacion en ductos

6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proyecto tiene como finalidad realizar el proceso de sanitizacion enfocado a los ductos de sistemas HVAC, el funcionamiento principal consta en realizar la aspersion a través del ducto el sanitizante llamado Tego 51. Dicho procedimiento es realizado por medio de una bomba sumergible que toma el químico envasado en un recipiente y lo esparce alrededor de 3 a 5 minutos.

6.2 FUNCIONAMIENTO DEL CÓDIGO Y PROCESO

El dispositivo principal encargado de toda la programación de los parámetros, entradas y salidas, es un controlador TRACER TM UC600 que por su lenguaje de programación a base de compuertas lógicas lo hace muy amigable y versátil al momento de programarlo, además de poder reflejar y monitorear en cada momento a través de un computador. Para este proceso se han configurado diferentes parámetros y condiciones tomados de la sanitizacion que hoy en día la empresa Omega Ingenieros realiza de forma manual y basados en la norma NADCA a nivel internacional; este código tiene como fin actuar de la siguiente manera: el proceso de sanitizacion debe realizarse siempre y cuando cumpla las condiciones dadas que son el funcionar en horario nocturno que por lo general es cuándo no hay personal en el área laborando y adicional el sistema de aire acondicionado se encuentre apagado, de igual manera el sistema cuenta con dos protecciones para dar cumplimiento a ello, primero con un punto de referencia de temperatura que impedirá que el proceso inicie si la temperatura es menor a dicho parámetro, es decir que esto no permitirá que funcione si el aire acondicionado se encuentra encendido. Este sistema de seguridad se debe a un sensor instalado al interior del ducto que leerá la temperatura dentro de él y enviará los datos al programador encargado de dar las órdenes de funcionamiento y por último el otro sistema de seguridad para evitar que el aire acondicionado funcione mientras se realiza el

proceso que es por medio de cableado de control desde el dispositivo hasta la unidad manejadora aire acondicionado.

Otra condición que tiene programado el controlador para realizar el proceso es la periodicidad del sanitizado, normalmente es ejecutado entre 3 y 6 meses según la información obtenida por la edificación a intervenir o como ella lo requiera.

Después de conocer el funcionamiento del código programado en el controlador la parte electromecánica funciona de la siguiente manera: cuando el controlador emite por medio de la salida análoga una señal de 24 vac, la cual se encarga de energizar y accionar el relé para lograr que los contactos normalmente abiertos donde está conectada la bomba se cierren y este a su vez sea el encargado de dar el paso para que la bomba actúe y realice el proceso de aspersión del químico TEGO 51 a través del ducto cuando lo toma del recipiente donde se encuentra envasado realiza este proceso durante el tiempo establecido.

Finalmente por medio del sensor de humedad instalado también al interior del ducto es posible evidenciar si se realizó el proceso satisfactoriamente al enviar los datos al controlador y este encargarse de graficarlos en el software observando una curva de aumento en la humedad relativa garantizando el funcionamiento del proceso.

Cabe notar que los horarios y periodicidad del proceso de sanitizado pueden variar según como el cliente lo decida.

6.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CÓDIGO

A continuación se presenta diagrama de flujo del código descrito en controlador

Fuente: Elaboración propia

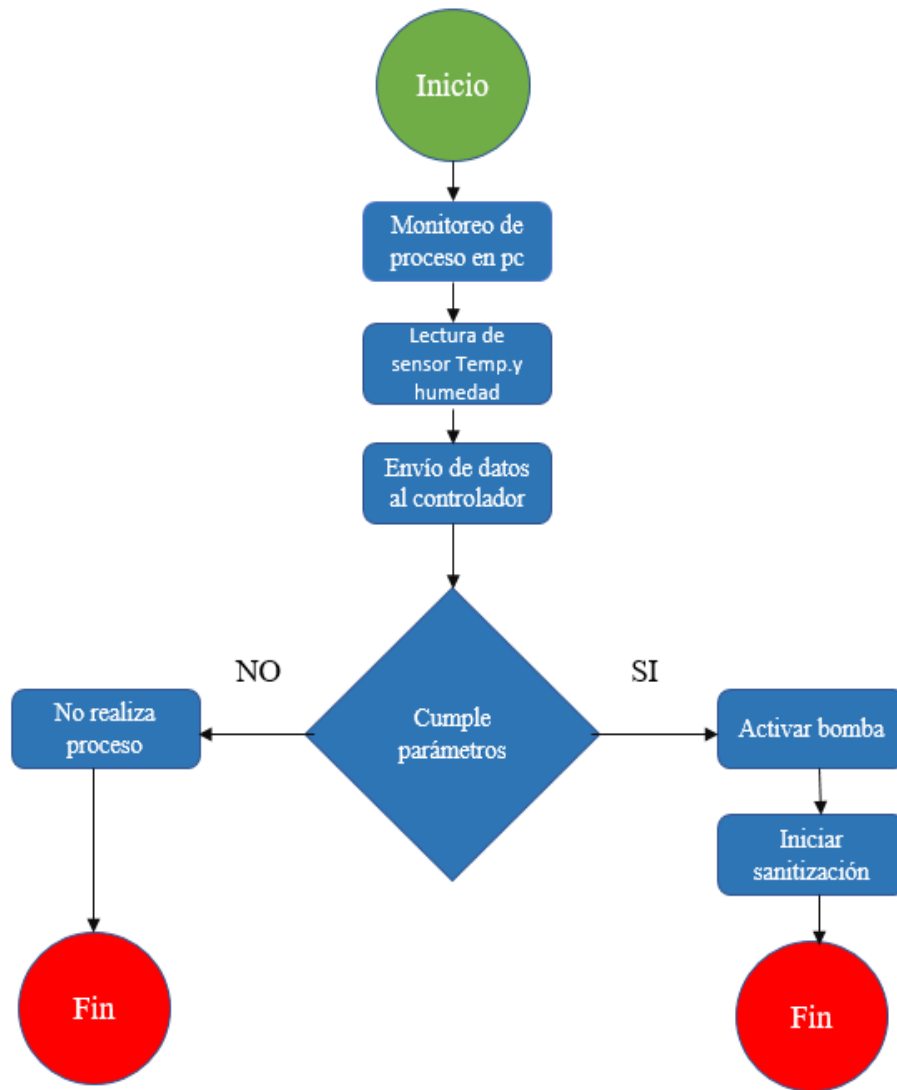


Figura16. Diagrama de flujo de código

6.3 ESQUEMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA

A continuación se presenta diagrama eléctrico de todas las conexiones realizadas en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

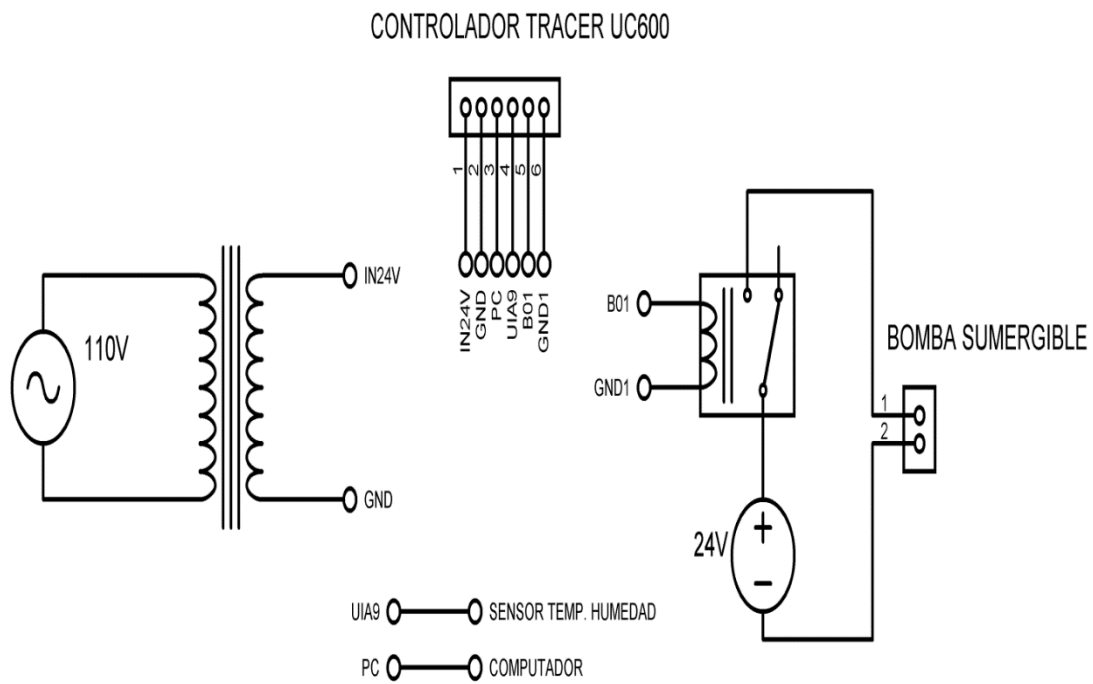


Figura 17. Diagrama eléctrico de conexiones

7. MARCO LEGAL

Dentro de la normativa que se tiene en cuenta para el desarrollo de este proyecto tenemos las siguientes leyes y decretos:

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

LEY 9 DE 197

Artículo 109 De los agentes químicos y biológicos.

Artículo 101. En todos los lugares de trabajo se adoptaran las medidas necesarias para evitar la presencia de agentes químicos y biológicos en el aire con concentraciones, cantidades o niveles tales que representen riesgos para la salud y el bienestar de los trabajadores o de la población en general.

Artículo 103. Cuando se procesen, manejen, o investiguen agentes biológicos o materiales que habitualmente los contengan se adoptaran todas las medidas de control necesarias para prevenir alteraciones de la salud derivados de estos.

Artículo 104. El control de agentes químicos y biológicos y, en particular, su disposición deberá efectuarse en tal forma que no cause contaminación ambiental aun fuera de los lugares de trabajo, en concordancia con lo establecido en el Título I de la presente Ley

7.1. RITE 2017.

ARTICULO 25

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

25.1 Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizaran por empresas mantenedoras autorizadas.

25.3 La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de este RITE.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT.1

DISEÑO Y DIMENSIONADO

IT 1.1 EXIGENCIA DE CONFORT

IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de las edificaciones

En función del uso de la edificación o local la categoría de calidad del aire interior (CAI) que se deberá alcanzar ser, como mínimo, la siguiente

CAI 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías. Fuera del alcance de este reglamento.

IT 1.1.4.3.4 Aperturas de servicio par limpieza de ductos.

1. Las redes de conductos deben estar equipadas de aperturas de servicio.
2. Los elementos instalados en una red de conductos deben ser desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.
3. Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

IT 1.3 EXIGENCIA DE SEGURIDAD

IT 1.3.4.2.10 conductos de aire

IT 1.3.4.2.10.1 Generalidades

1. Los conductos deben cumplir en materiales y fabricación, las normas SMACNA para ductos metálicos y no metálicos.
2. El revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma sobre higienización de sistemas de climatización.

8. MARCO HISTÓRICO

La limpieza de los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), normalmente se le conoce como limpieza de ductos, remonta su raíces a mediados de los 1900

En 1982, la organización mundial de la salud define síndrome del edificio enfermo a todo aquel inmueble en el que 20% o más de los ocupantes presente la siguiente sintomatología: malestar físico, somnolencia, estrés, apatía, irritación de ojo, tos, mareos.

De acuerdo con la EPA (U.S Evironmental Protection Agency) las personas pasan 90% de su tiempo en interiores. La contaminación en el exterior de algunos edificios es hasta el 70 veces mayor que en el exterior; 50% de casi todas las enfermedades del sistema respiratorio son causadas o agravadas por la contaminación del aire interior; 20% de los ocupantes manifiestan quejas relacionadas con el aire acondicionado.

En los pasados 30 años las técnicas de limpiar los sistemas han cambiado. Entre varios factores de solución, la creciente industria de HVAC dio un paso de avance significativo al crear una organización sin fines de lucro dedicada a elevar el grado de profesionalismo en la industria de remediación de los sistemas HVA.

9. METODOLOGÍA

A continuación relacionamos la metodología a seguir para llevar a cabo los objetivos propuestos.

La metodología planteada está clasificada en tres etapas, iniciando con la caracterización del sistema por una única vez, ya que al realizarla se establecen variables de manera cualitativa el proceso. Después de realizarse, no debe volverse a ejecutarse por cada sanitizado.

Se relaciona a continuación las pautas para caracterizar:

Visualización del proceso a través videos de cómo se realiza el proceso, mediante material de video y en visitas a campo

Toma de tiempos de ejecución del proceso manual.

Almacenamiento de datos en tablas con valores de materiales, y datos recolectados del proceso.

Presentar estadísticas del proceso.

Realizar bosquejo del prototipo de acuerdo a la información recolectada

Fuente: Elaboración propia

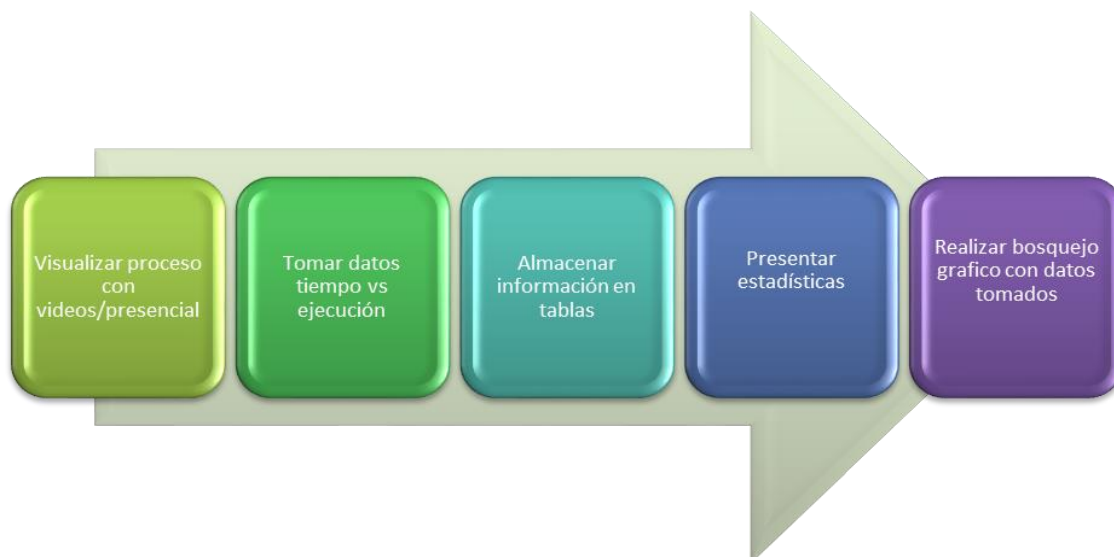


Figura 18. Caracterización Banco de Trabajo

En la segunda etapa, se realiza la clasificación, consecución de elementos y la construcción del banco de trabajo para caracterizar y automatizar Ductos en sistemas de HVAC:

Seleccionar insumos requeridos para la sanitización (químicos sanitizante recomendado).

Seleccionar el tipo de ducto a utilizar para construir en prototipo.

Seleccionar los sensores de humedad y temperatura para adaptar al ducto y dispositivos electromecánicos.

Localizar de elementos dentro del ducto, de acuerdo al bosquejo realizado.

Iniciar el proceso de funcionamiento independiente de los componentes, de modo que se valide su buen estado y funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

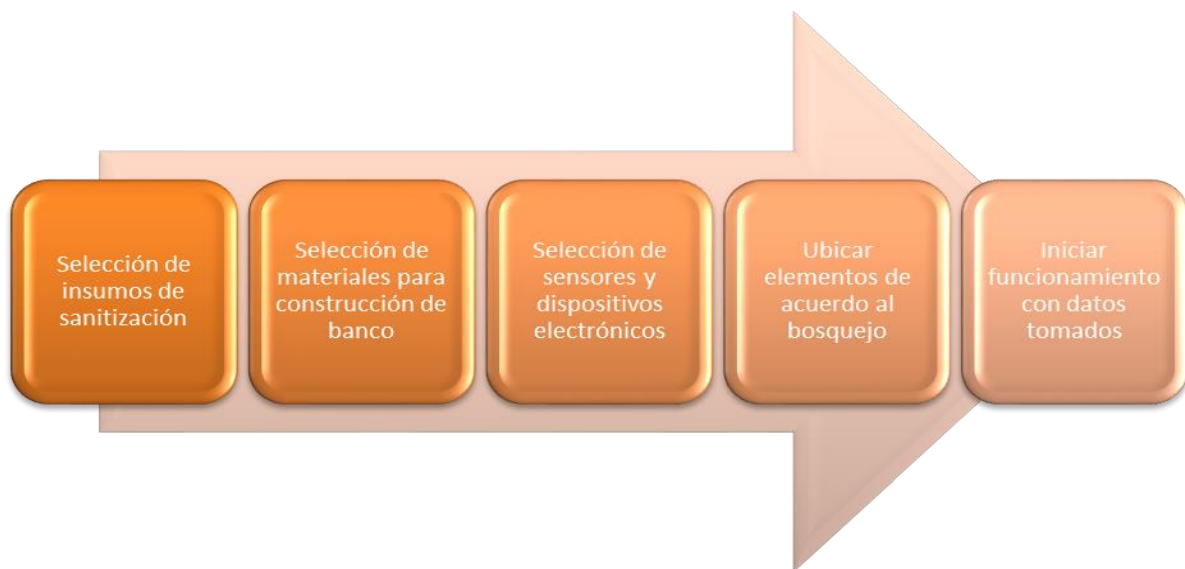


Figura 19. Construcción del banco de trabajo

Finalmente se establecen los parámetros de funcionamiento del banco de Trabajo, y se realizan las pruebas respectivas para garantizar que la activación de componentes cumpla con las condiciones establecidas en el código del programa.

Seleccionar la etapa del proceso a realizar verificación el funcionamiento (etapa de código, activación bomba, apagado de bomba).

Verificar que la bomba de aspersión arroje suficiente cantidad de químico para sanitizar.

Identificar sensores de humedad y temperatura, en la etapa de encendido, y de finalización de la sanitización.

Simular el funcionamiento completo del sistema en el software y validar datos de caracterización.

Fuente: Elaboración propia

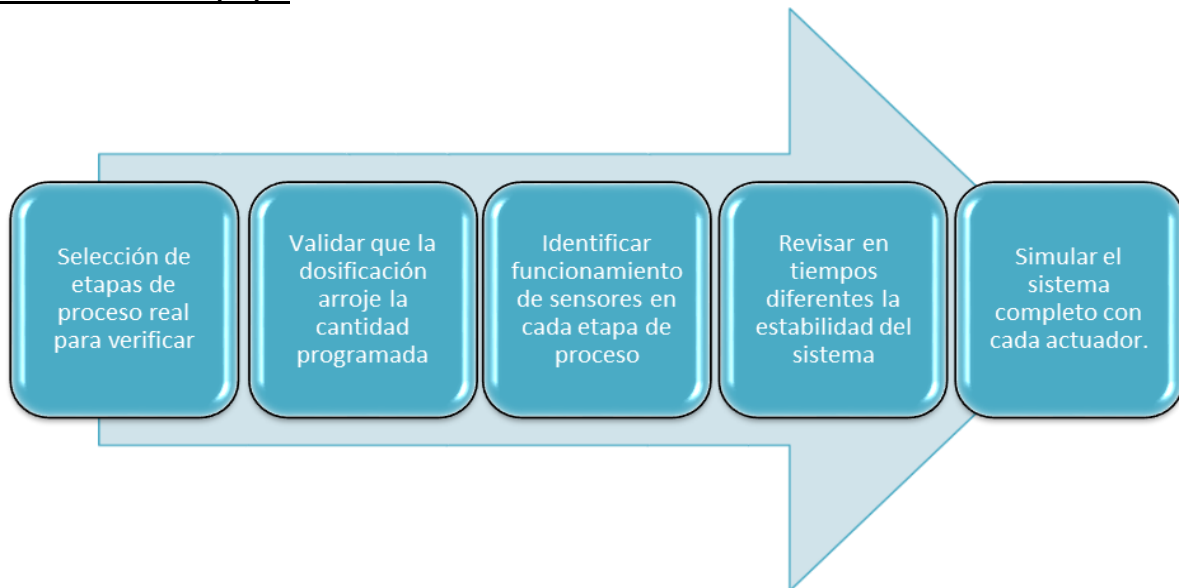


Figura 20. Validación del proceso del Banco de Trabajo

10. RESULTADOS

Durante la implementación del sistema, se realizan tres etapas importantes que van ajustando los objetivos específicos del proyecto, es decir, se inicia con la caracterización, implementación y validación.

10.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO MANUAL

Durante la primera fase, la de caracterización, se realiza procesos de observación y recolección de información de materiales que se usan, tiempos de ejecución, protocolos de seguridad a usarse durante la ejecución. Después de este levantamiento de información se procede con la consecución de elementos, mecánicos, eléctricos y electrónicos para sustituir la mano de obra de personal y se inicia la validación del prototipo a través de pruebas de control.

A continuación se muestra mediante la infografía como se realiza el ciclo completo tanto para la limpieza del ducto y que finaliza con la sanitización, parte en la cual está enfocado el proyecto. Igualmente se encuentran el detalle de insumos requeridos con su respectivo costo y la mano de obra.

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Equipo de protección para realizar tareas de aspersión de químicos en la sanitización

Para la realización la sanitización y de acuerdo a la política de seguridad y salud en el trabajo implementada en la compañía Omega Ingenieros S.A.S. El personal debe utilizar trajes tyvek, mascara tipo full face con filtros, gafas de seguridad, guantes y acoplarse al plan de seguridad de acuerdo a los espacios y lugares del cliente donde se vaya a prestar el servicio.

Fuente: Elaboración propia



Figura 22. Presentación de la dosificación del químico desinfectante para realizar sanitización

Por normas de seguridad y salud en el trabajo, la dosificación va de acuerdo a la recomendación del proveedor y las pautas a seguir para su almacenamiento y disposición final. Siempre de estar rotulado. Para el proceso se utiliza químicos amigables con el medio ambiente, de tal manera que se genere el menor impacto al mismo, VITAL OXIDE DESINFECTANTE es el que actualmente se usa durante el proceso.

Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Fogger, herramienta con la que se realiza aspersión con la presión ejercida por el compresor

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Proceso manual de sanitización

El proceso de sanitización consiste básicamente en utilizar una manguera (fogger) que mediante la presión que ejerce un compresor puede rociar el químico sanitizante a través del sistema de ductos de aire acondicionado. Esto se hace con el fin de eliminar microorganismo que se alojan en ellos, ya que la humedad y temperatura favorecen a la aparición de los mismos.

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Instante en que se esparce el químico dentro del ducto a través de la apertura de rejillas

Durante la caracterización de parámetros se identifica como la temperatura, está a temperatura ambiente está entre los 28 a 34 grados Celsius, pero en los ductos se aires acondicionados, se mantiene constante de acuerdo al valor ingresado en los termostatos, cuando este cambia repentinamente es un indicador de que hay una falla en la unidad manejadora.

Dado que se cuenta con un sensor dual en el prototipo del banco de trabajo, este está a temperatura ambiente y arroja valores en escala Fahrenheit de acuerdo al programa. Su tendencia es lineal al momento de medir un rango de tiempo de una hora.

A continuación se muestra promedio de temperatura tomado en el prototipo construido para automatizar la sanitización. Así como su respectiva gráfica, al no haber cambios en ese rango de tiempo su comportamiento es lineal y constante.

Fuente: Elaboración propia

TIEMPO	°C	FARENHEIT
08:00	28	82,4
08:05	29	84,2
08:10	30	86
08:15	30,2	86,36
08:20	30,3	86,54
08:25	30,3	86,54
08:30	31	87,8
08:35	30,3	86,54
08:40	30,3	86,54
08:45	30,6	87,08
08:50	30,6	87,08
08:55	30,4	86,72
09:00	30,3	86,54

Tabla 2. Tabla de temperatura ambiente dentro del prototipo del Banco de Trabajo

Fuente: Elaboración propia

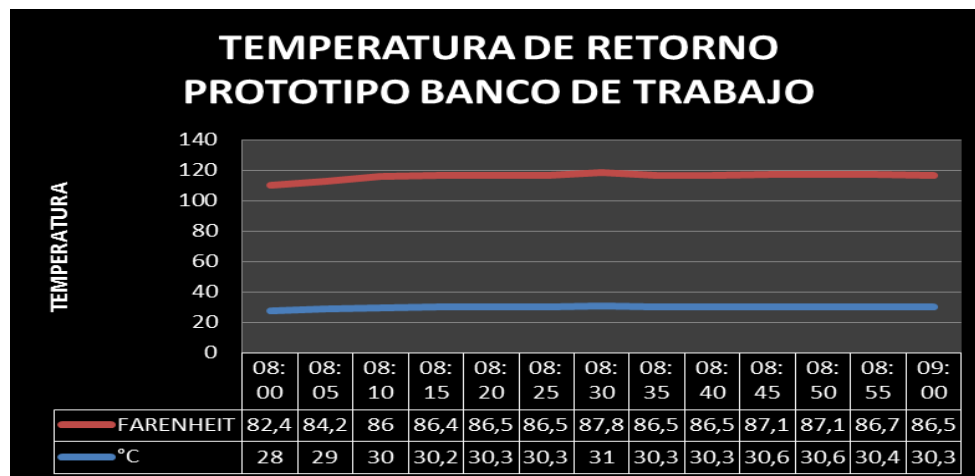


Figura 26. Grafica correspondiente a tabla 2. Temperatura ambiente en ducto del prototipo de banco de trabajo

Seguido a la temperatura, se tiene la humedad relativa, que es medible en porcentaje.

Es la relación entre la presión real del vapor de agua contenida en el aire húmedo y la presión del vapor saturado a la misma temperatura. Se mide en tanto por ciento.

Fuente: (Grupo Sumyteck sas suministros e ingeniería)

Para la temperatura estándar, la humedad relativa oscila entre un 50% , porque el interior de los ductos no se genera mayor cambio si la temperatura es constante, pero cuando se realiza el proceso de sanitización el valor aumentó debido a presencia de agua (químico en estado líquido) esparcida dentro del ducto. A partir de esta premisa, se puede confirmar que proceso se ha realizado en las frecuencias y horas establecidas.

Curva de humedad relativa a temperatura ambiente dentro del prototipo de Banco de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tabla de humedad relativa dentro del prototipo del Banco de Trabajo

TIEMPO	% HUMEDAD RELATIVA
08:00	50
08:05	48
08:10	47
08:15	50
08:20	51
08:25	51
08:30	51
08:35	51
08:40	51
08:45	51
08:50	51
08:55	51
09:00	51

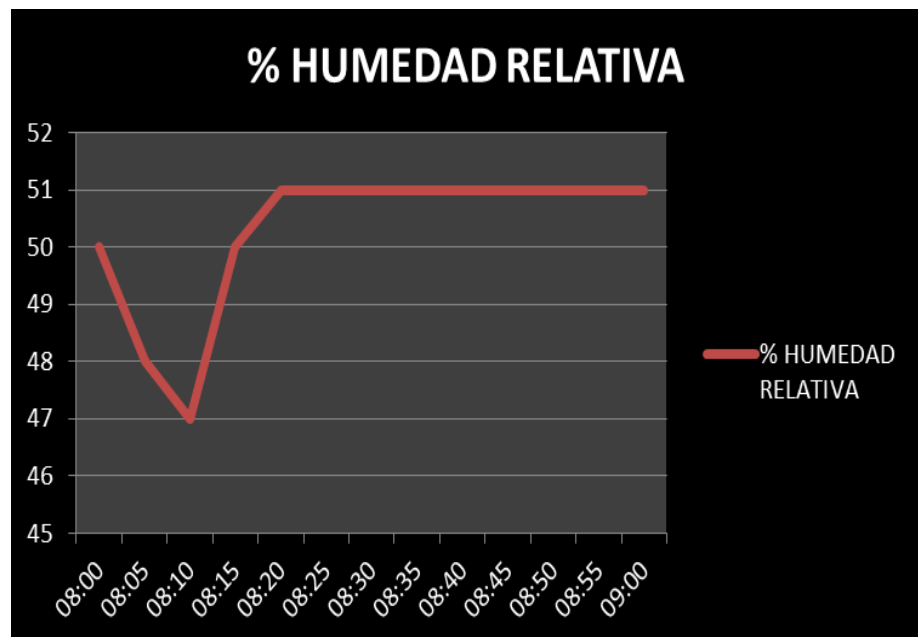


Figura 27. Grafica correspondiente a tabla 3 Tabla de humedad relativa en ducto del prototipo de banco de trabajo.

Seguido a los parámetros de humedad y temperatura, se listara los materiales a utilizar durante este proceso de limpieza y sanitizado de ductos.

Fuente: Elaboración propia

MATERIALES	CANTIDAD	VALOR
CINTA FOAM	-2	\$ 16.096
CINTA FOIL CELLUX	-8	\$ 134.520
BOLSA BASURA 90 X 110 ROJA	-30	\$ 21.000
SIKAFLEX 1A BLANCO X 300ML	-1	\$ 21.197
PLASTICO TRANSPARENTE C4	-20	\$ 30.002
TOALLA WYPALL X 80 42 X 28 30163166 80 H	-2	\$ 52.178
CINTA ENMASCARAR 2	-30	\$ 147.255
SIKA SIL E BLANCO	-5	\$ 145.000
JABON LIQUIDO	-2	\$ 7.122
VITAL OXIDE DESINFECTANTE	-1,38	\$ 42.593
		\$ 616.962

Tabla 4. Listado de materiales en la ejecución del proceso de sanitizado.

Fuente: Elaboración propia

Nombre Cuenta	Total
APORTES A ADMINISTRADORAS ARL	\$ 43.533
APORTES A CAJA DE COMPENSACION FAMILIAR	\$ 40.238
APORTES A ENT. PROMOTORAS DE SALUD EPS	\$ 115
APORTES A FONDOS DE PENSIONES Y CESANTIA	\$ 286.221
APORTES CAJAS DE COMPENSACION FAMILIAR	\$ 55.065
APORTES DE ADMINISTRADORAS ARL	\$ 59.649
AUXILIO DE TRANSPORTE	\$ 142.462
AUXILIOS	\$ 49.000
CESANTIAS	\$ 211.484
COMISIONES	\$ 497.516
HORAS EXTRAS Y RECARGOS	\$ 671.308
INTERESES DE CESANTIAS	\$ 17.181
INTERESES SOBRE CESANTIAS	\$ 21.572
PRIMA DE SERVICIOS	\$ 211.476
SUELDOS	\$ 1.814.462
VACACIONES	\$ 81.990
	\$ 4.203.272

Tabla 5. Listado de Conceptos Salariales por Actividad Ejecutada

De acuerdo a lo anterior, existe un valor considerable por la cantidad de costos generados en horas extras y recargos nocturnos en la mano de obra del personal que realizan tanto la limpieza como la sanitización de los sistemas de ductos de sistemas HVAC, además de la rotación del personal, porque son labores que solo se pueden hacerse en la noche, esto genera que los empleados no tengan estabilidad.

Siguiendo la etapa de implementación, se empieza el armado del ducto de piralu, con la ubicación del sensor de temperatura y humedad insertado en la mitad, de manera que se pueden leer datos al interior del mismo.

Para instalar el controlador, utilizamos una caja con conexión al relé y al transformador. El controlador tiene entrada análoga y su alimentación es de 24 voltios AC, las salidas son binarias, ya que el código de ejecución del programa es una estructura de bloques y compuertas lógicas.

A continuación se muestra la estructura con el montaje del prototipo del banco de trabajo:

Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Estructura del prototipo del banco de trabajo con el montaje de controlador y dispositivo eléctrico.

Los materiales a utilizar se desglosaran a continuación con el costo estimado de compra, datos suministrados por base de datos Omega Ingenieros.

Fuente: Elaboración propia

ELEMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
TRACER UC600 CONTROLLER/C BMUC600AAA0100	UND	\$ 2.576.898	-1	\$ 2.576.898
BASE RELE 8 PINES	UND	\$ 11.000	1	\$ 11.000
RELE 8 PINES 24 DC	UND	\$ 6.997	-1	\$ 6.997
TRANSFORMADOR 110V 24VAC	UND	\$ 55.899	-1	\$ 55.899
CAJA PLASTICA PR 1007/110 ROKER	UND	\$ 24.500	1	\$ 24.500
CABLE VEHICULO NO. 18	MT	\$ 386	-6	\$ 2.316
SENSOR TEMP/HUM S/DISP DWYER RHP 2D11	UND	\$ 363.682	1	\$ 363.682
BOMBA DE ASPERSION	UND	\$ 33.000	1	\$ 33.000
SOFTWARE TRACER ES	UND	\$ 14.899.578	-1	\$ 14.899.578
				\$ 17.973.870

Tabla 6. Listado de costos de elementos utilizados para funcionamiento de proyecto.

Después de conocer el funcionamiento del código programado en el controlador mediante los datos suministrados a través del sensor de humedad y temperatura al tracer uc600 este emite por medio de la salida análoga una señal de 24vac quien es la encargada de energizar el relé para lograr que los contactos normalmente abiertos donde está conectada la bomba se cierren y este a su vez sea el encargado de dar el paso para que a bomba actúe y realice el proceso de aspersión del químico TEGO51 a través del ducto durante dos minutos cuando lo toma del recipiente donde se encuentra envasado.

Dentro de la etapa de resultados, el paso a seguir es desarrollar la bucla de control, donde podemos evidenciar las etapas del funcionamiento después de la construcción.

Fuente: Elaboración propia

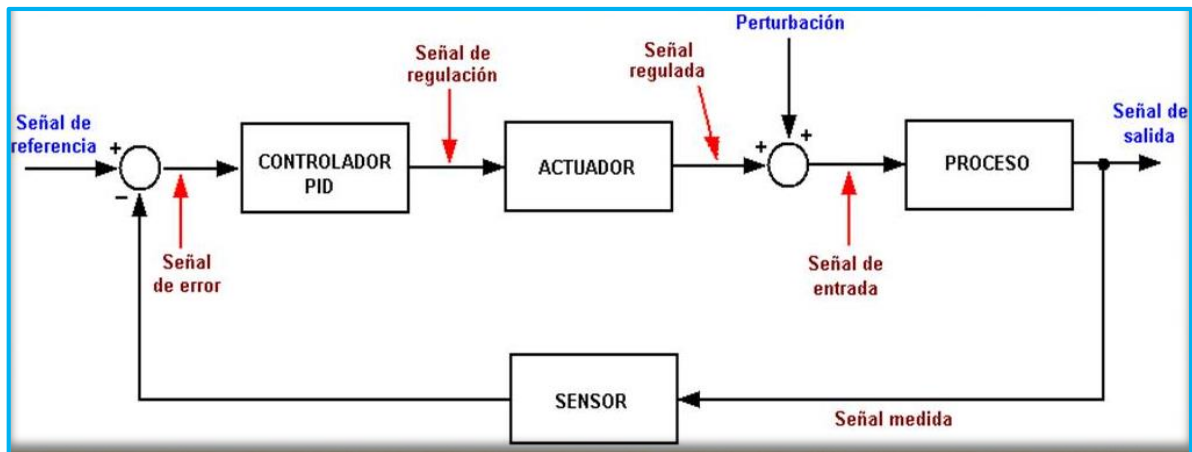


Figura 29. Estructura de bucla de control en sistemas automatizados

Fuente: Elaboración propia

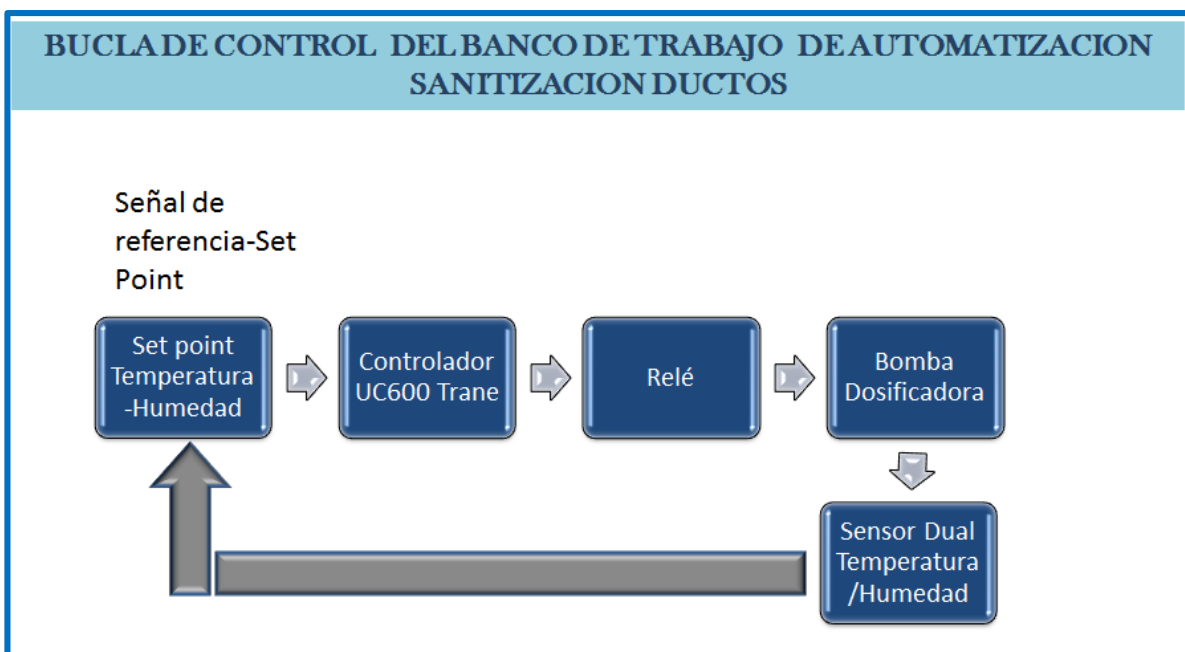


Figura 30. Bucla de control del prototipo del banco de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

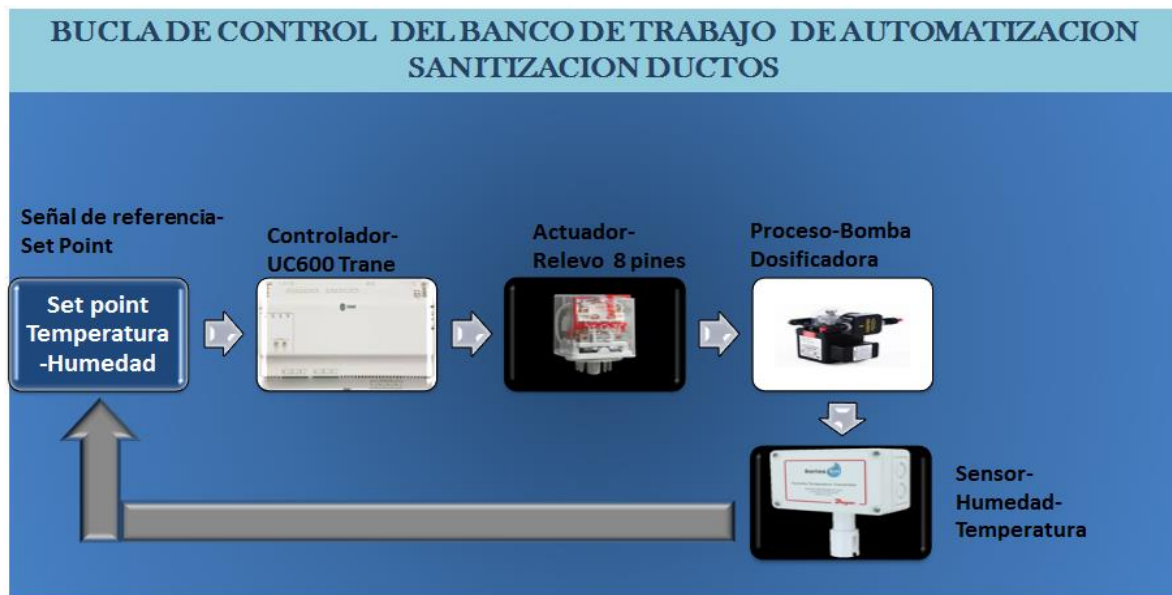


Figura 31. Bucla de control del prototipo del banco de trabajo con los dispositivos electrónicos y mecánicos utilizados

Dentro de la implementación esta la creación del código de funcionamiento, el cual se hizo a partir de programa Tracer UC600, en la pantalla de inicio se crean los parámetros para temperatura y humedad, utilizando entradas análogas. El programa está en función de la corriente, en un rango de 4 a 20 mA, y la temperatura esta expresada en grados Fahrenheit.

Fuente: Elaboración propia

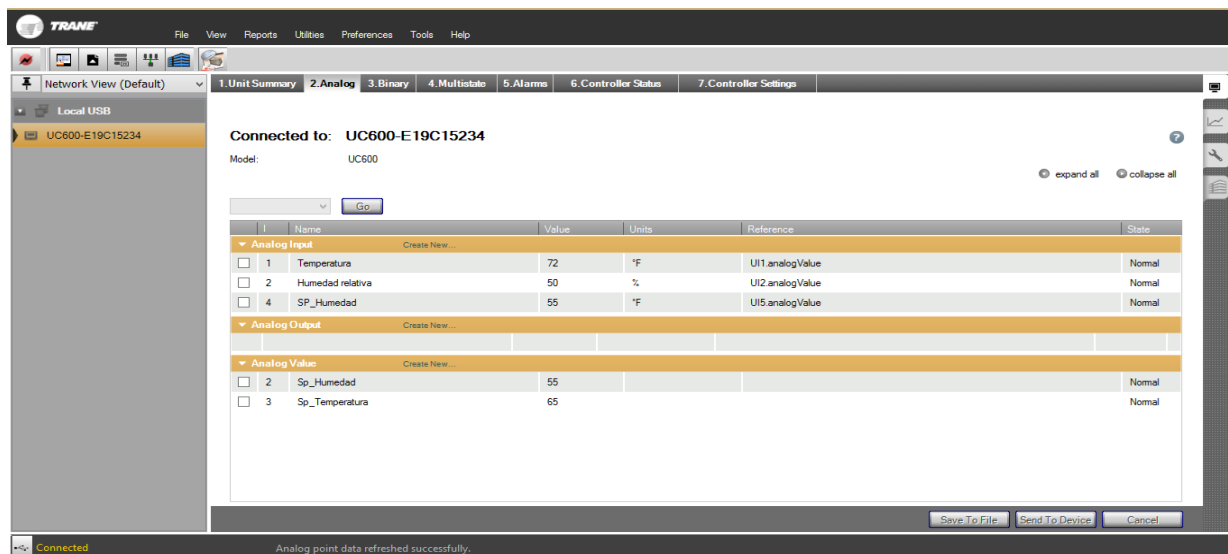


Figura 32. Pantalla de inicio para entradas análoga.

Fuente: Elaboración propia

Tracer TU - UC600-E19C15234

Analog Input Properties

Point Configuration | Alarm Condition | Alarm Condition 2 | Datalog

Name: Temperatura

Reference: UI1.analogValue

Description:

Definition

Type: Current

Update Interval: 00:00:10 h:mm:ss

Dimensionality: Temperature

Minimum Value: 0 °F

Maximum Value: 90 °F

System Configuration

☐ Specific Instance ☒ Out of Service

☐ Add to SC Template ☐ Trend Interval

Display: 00:15:00

Calibration

☐ Create an associated Multistate Input

Filter Weight: 0 %

Calibration Offset: 0 °F

Sensor Value: 0 Low High 100 °F

Sensor Output: 4.0000 19.9999 mA

Help OK Cancel

Figura 33. Pantalla de inicio para entradas análoga de temperatura.

Fuente: Elaboración propia

Tracer TU - UC600-E19C15234

Analog Input Properties

Point Configuration | Alarm Condition | Alarm Condition 2 | Datalog

Name: Humedad relativa

Reference: UI2.analogValue

Description:

Definition

Type: Current

Update Interval: 00:00:10 h:mm:ss

Dimensionality: Percentage

Minimum Value: 0 %

Maximum Value: 100 %

System Configuration

☐ Specific Instance ☒ Out of Service

☐ Add to SC Template ☐ Trend Interval

Display: 00:15:00

Calibration

☐ Create an associated Multistate Input

Filter Weight: 0 %

Calibration Offset: 0 %

Sensor Value: 0 Low High 100 %

Sensor Output: 4.0000 19.9999 mA

Help OK Cancel

Figura 34. Pantalla de inicio para entradas análoga de humedad relativa.

Se crean los valores de entradas binarias, en este caso es el estado del ducto para conocer sus variables, como se muestra en la siguiente imagen.

Fuente: Elaboración propia

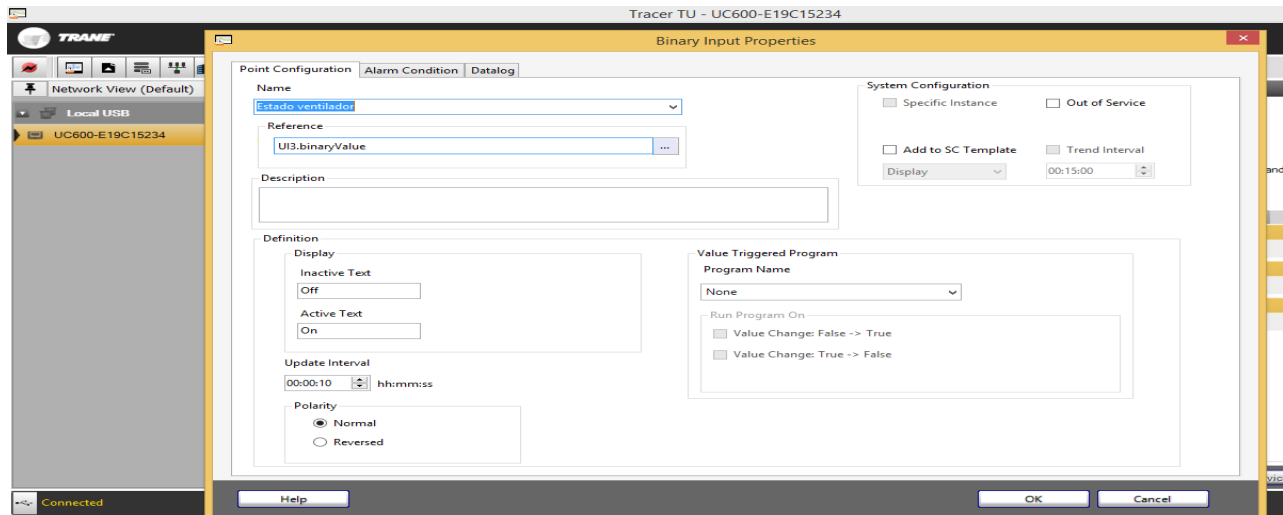


Figura 35. Pantalla de creación de variables y condiciones del código en Tracer.

El resultado final es una estructura de bloques con las variables declaradas, los horarios para realizar la sanitización y la frecuencia de ejecución. Cuando las compuerta AND, se cumplen las variables se activara la bomba.

Fuente: Elaboración propia

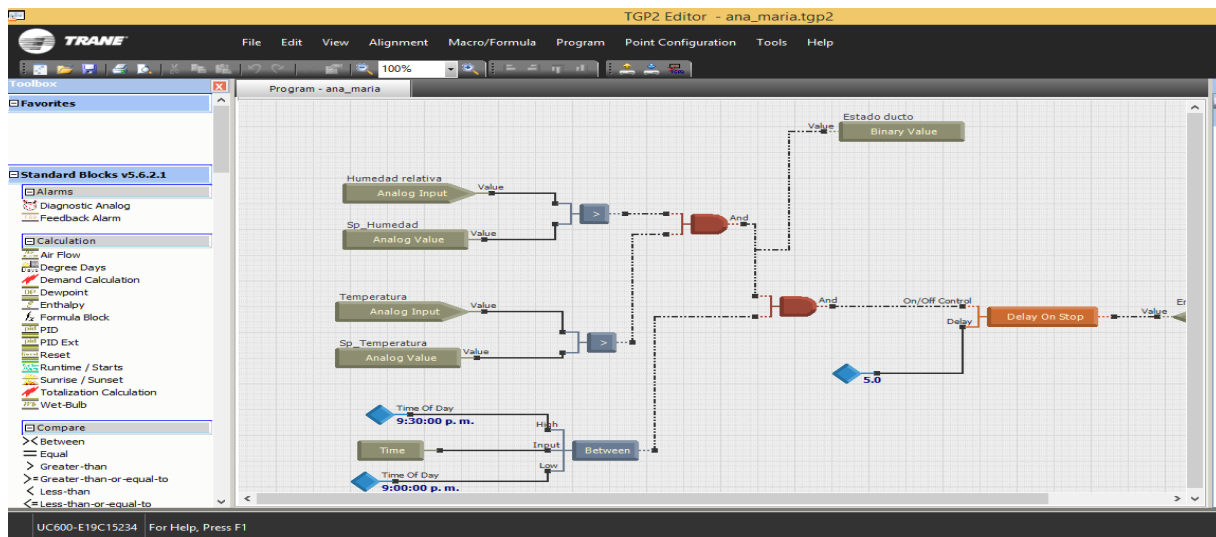


Figura 36. Pantalla estructura de lenguaje gráfico del código en Tracer.

La validación del sistema se comprueba a partir de reportes que son posibles extraerlos del software de Trane.

A continuación se muestra la estructura del programa, para que sea posible validar que este se cumpla a través del funcionamiento del controlador Trane UC600.

Fuente: Elaboración propia

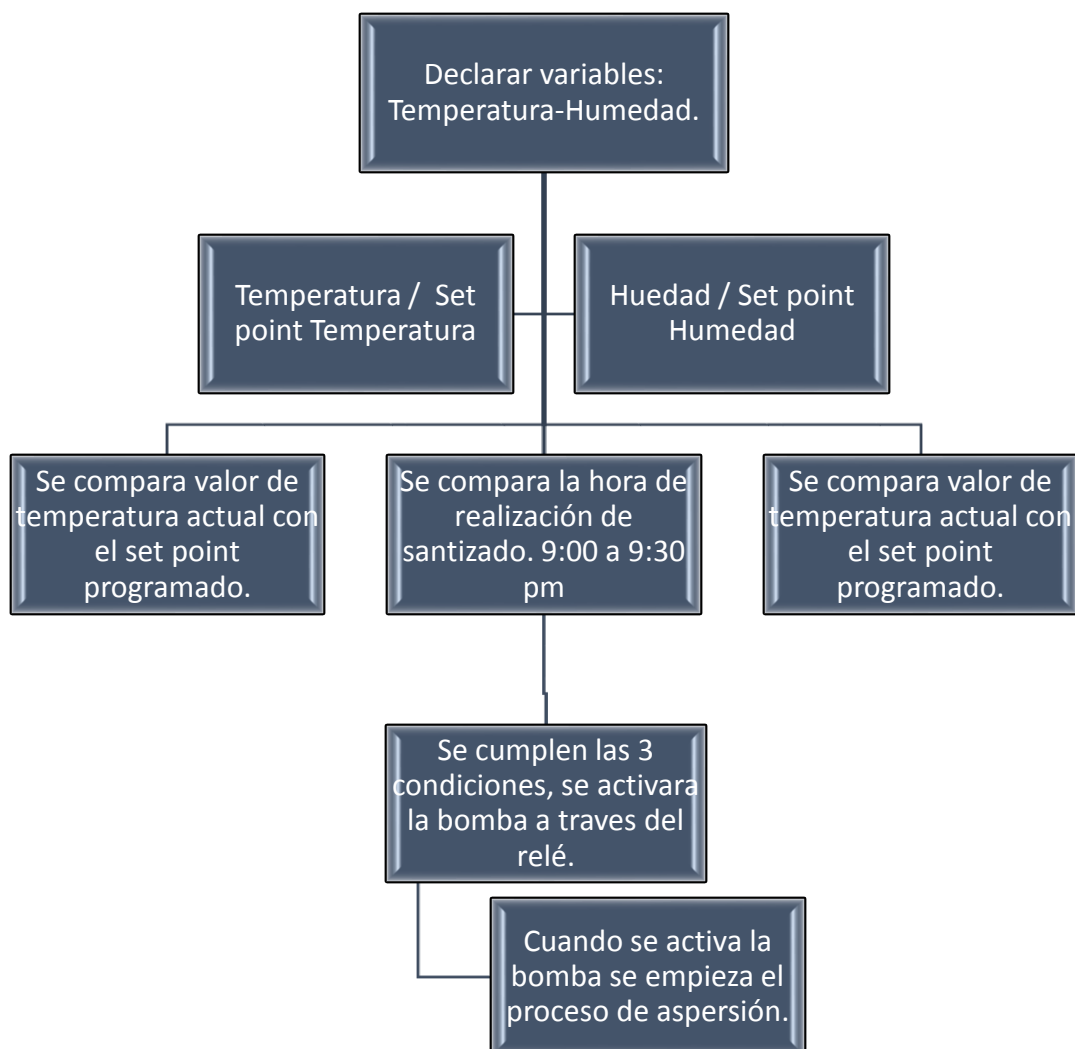


Figura 37. Estructura de funcionamiento del código en Tracer TU

En la opción de reportes del programa Tracer, del controlador Trane UC600, se puede observar que se monitorea el ducto en su interior a través de los datos del sensor de temperatura y humedad, estos datos se almacene en los rangos de tiempo que se hayan fijado en el programa y se muestran en forma de lista y gráficos.

Como proceso de validación los rangos de humedad presentan variación en el sus valores, dado que la bomba de aspersión genera la salida del químico a través de los sensores es posible extraer datos y almacenarlos en el software Trane

Curvas humedad relativa cuando el proceso de aspersión de la bomba se ha realizado.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Tabla de humedad relativa dentro del ducto posterior al sanitizado

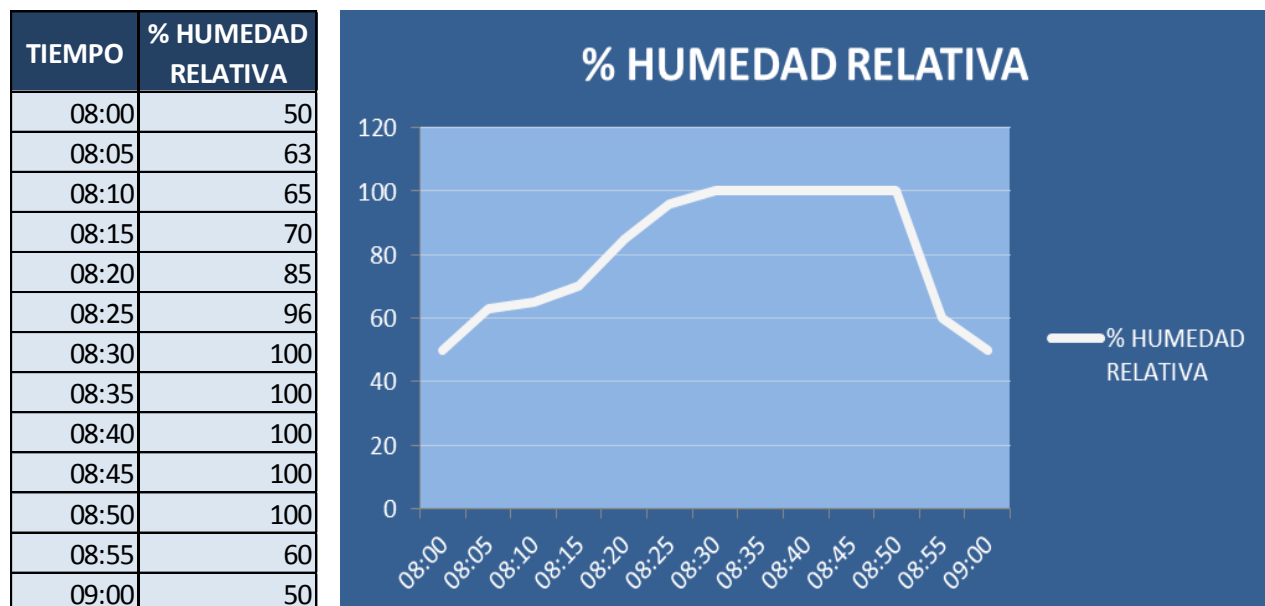


Figura 38. Grafica correspondiente a tabla 6 de humedad relativa dentro del ducto posterior al sanitizado

Fuente: Elaboración propia

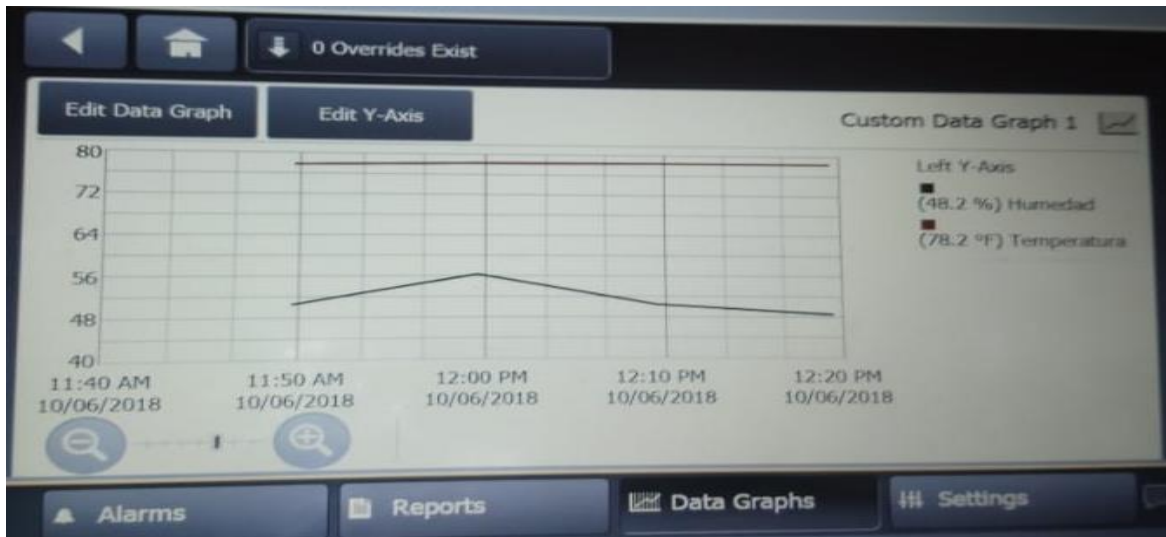


Figura 39. Lectura de monitoreo a través del software Tracer TU del Controlador Trane

Posterior a la validación de parámetros, se incluye el valor beneficio costo a largo plazo, en que este controlador tiene un alto potencial de anexar más funciones, tanto de monitoreo como, de aplicaciones y ampliación de conectividad dentro de todo el sistema de ductos HVAC.

Se relaciona el valor de costos, en el cual es posible evidenciar en dos años, ya se ha pagado el sistema, además de disminuir la rotación de personal y procesos de contratación al interior de la compañía.

Para el costo de mano de obra de implementación se contempla la vinculación de un tecnólogo electrónico y técnico electricista. El costo aproximado es de \$ 557.000.

Fuente: Elaboración propia

CONCEPTO INTERVENCION	VALOR PROCESO MANUAL	VALOR AUTOMATIZADO
MANO DE OBRA	\$ 4.203.272	
MATERIALES	\$ 616.962	\$ 17.973.870
	\$ 4.820.234	\$ 17.973.870
FRECUENCIA: 2 POR AÑO		
PRIMER AÑO DE FUNCIONAMIENTO		
	\$ 9.640.468	\$ 17.973.870
SEGUNDO AÑO DE FUNCIONAMIENTO		
	\$ 19.280.936	\$ 17.973.870

Tabla 8. Comparativo en costos proceso manual vs proceso automatizado

11. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el paso a paso del proceso de sanitización se logran caracterizar variables y equipos para la construcción del banco de trabajo con el fin de ser optimo respecto a la aspersión del químico y su funcionamiento. En diferentes pruebas que se realizaron al banco de trabajo finalizado, se logra evidenciar correctamente la lectura de las variables de humedad y temperatura en la computadora conectada al controlador TRANE quien recibe señales por parte de los sensores y las codifica para ser observadas en pantalla; comprobando así la efectividad del proyecto en su totalidad al cumplir con cada uno de los parámetros requeridos para su correcto funcionamiento y así mismo evitar la proliferación de partículas contaminantes nocivos para la salud humana con la aspersión del químico.

Al realizar la caracterización de variables en el proceso es posible medir el proceso de sanitizado, debido a que el sistema proporciona las medidas y graficas respectivas. Dicho sistema arroja entonces valores constantes cuando el ducto no se ha realizado la sanitización, en tanto esta se ejecuta, se puede observar la variabilidad y se corrobora que el químico es expulsado de la bomba en el tiempo, duración y frecuencia solicitada.

Al revisar los costos también se evidencia un ahorro representativo en un lapso de un año en adelante con un estimado de 2 a 3 frecuencias, dado que la implementación tiene un costo cercano a los \$ 18.000.000, pero proporciona realizar varias conexiones tanto a sensores como a bombas porque el controlador posee diferentes entradas universales y salidas digitales.

Por otro lado, De acuerdo a la investigación realizada, se logra facilitar la automatización del proyecto y que se logra caracterizar los componentes, recopilar información para el set point de las variables, al mismo tiempo que la empresa omega ingenieros facilitaba sus dispositivos para avanzar en la construcción del banco de trabajo.

El proceso fortaleció la investigación en controladores industriales, como fuentes importantes de automatización y control en la industria

Cabe resaltar que aunque el banco de trabajo es un modelo a escala, podemos demostrar que los resultados arrojados por las pruebas que se realizaron son satisfactorios en un sistema real.

12. REFERENCIAS

- Agua, M. B. (s.f.). *MercadoLibre*. Obtenido de MercadoLibre: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-507384749-12v-280l-h-bomba-de-agua-mini-bomba-de-agua-sin-escobillas-_JM {catalogo}
- Alonso, L., García, D., & Romero, K. (2006). Una experiencia de pedagogía hospitalaria con niños en edad preescolar. *Revista Educere*, 10(34), 455-462.
- Arango, J. L. (2000). Enfermedades respiratorias del recién nacido. En J. A. Correa, J. F. Gómez, & R. Posada, *Fundamentos de pediatría: generalidades* (págs. 463–467). Medellín: Fondo Editorial CIB.
- Avilés, C., Ruiz, L. M., Navia, J. A., Rioja, N., & Sanz Rivas, D. (2014). La pericia perceptivo-motriz y cognición en el deporte: del enfoque ecológico y dinámico a la enacción. *Anales de Psicología*, 30(2), 725-737.
- Beta. (s.f.). Obtenido de Beta: <http://www.beta.com.tw/products/more.php?pid=29&cid=8>
- Bombeo, B. e. (s.f.). *Capitulo 4*. Obtenido de Capitulo 4: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/inspecciones/lec4.pdf>
- Chacón, A. (2011). Liderazgo y educación: hacia una gestión educativa de calidad. *Revista Gestión de la Educación*, 1(2), 144-165.
- Colombia. Congreso de la República. (2011). *Ley 1438 de 2011: por medio de la cual se reforma el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones*. Bogotá: Diario Oficial.
- Ductos. (s.f.). Obtenido de Ductos: <https://www.kingspan.com/mx/es-mx/grupos-de-productos/conductos/palduct/palduct-pir>
- Dwyer . (s.f.). Obtenido de Dwyer: www.dwyer-inst.com/Product/AirQuality/Humidity-TemperatureTransmitters/SeriesRH-R
- Dwyer Manufacturing Excellence. (s.f.). Obtenido de Dwyer Manufacturing Excellence: <https://www.dwyer-inst.com/Product/AirQuality/Humidity-TemperatureTransmitters/SeriesRH-R>
- Grupo Sumytech sas suministros e ingenieria. (s.f.). Obtenido de Grupo Sumytech sas suministros e ingenieria: Grupo Sumytech sas suministros e ingenieria

Isabel Marta Morales, V. B. (s.f.). *www.madrid.org*.

National Air Duct Cleaners Association (Asociación Nacional de Limpiadores de Conductos de Aire, NADCA). (2013). *nadca.com*. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de https://nadca.com/system/files/acr_spanish_booklet.pdf

Omega Ingenieros S.A.S. (2018). *www.omegaingenieros.com*. Recuperado el 2018, de www.omegaingenieros.com

Omega Spectris Company. (s.f.). Obtenido de Omega Spectris Company: <https://mx.omega.com/technical-learning/diferentes-tipos-de-reles-mecanicos-ssr-interno-o-externo.html>

PIRALU. (s.f.). Obtenido de PIRALU: <http://www.piralu.com/web-e/presentacion.htm>

REDACCION EL TIEMPO. (13 de Octubre de 1997). EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO. Cali, Colombia.

Revista Semana. (24 de Julio de 2000). *www.semana.com*. Recuperado el 27 de Abril de 2018, de <https://www.semana.com/gente/articulo/el-edificio-enfermo/42766-3>

Saint-Gobain Cristalería, S.A. - División Aislamiento. (Enero de 2007). *Manual de conductos de aire acondicionado CLIMAVER*. Recuperado el 20 de 04 de 2018, de <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Isover/ima/file/2122.pdf>

Sotolongo, A. (29 de Agosto de 2012). *www.acrlatinoamerica.com*. Recuperado el Abril de 2018, de <https://www.acrlatinoamerica.com/201208294926/articulos/otros-enfoques/aire-acondicionado-y-su-historia.html>

TEINNOVA. (s.f.). Obtenido de TEINNOVA: <https://teinnovacleaning.es/>

Trane. (s.f.). Obtenido de Trane: <https://www.trane.com/commercial/latin-america/cl/es/controls/HVAC-equipment-controls/tracer-uc-programmable-controllers-/uc600.html>

Virigina Ballesteros Arjona, A. D. (01 de 07 de 2011). *Calidad de aire interior*. Recuperado el 27 de Abril de 2018, de https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824