



Facultad de Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica

Programa Especial de Titulación:

**Diseño e Implementación de un sistema de climatización
automatizado en un centro de transformación eléctrica, en la
localidad de Lima-Perú**

Autor: Miguel Angel Anaya Luján

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecatrónico

Asesor: Joel Jesús Figueroa Vilcarromero

Lima – Perú

2022

DEDICATORIA

Dedicado a mi hija Leah Isabella.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Maisa Luján, por su apoyo permanente y por brindarme tan sabios consejos de vida.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
CAPÍTULO 1	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	5
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	5
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	7
ALCANCES	7
LIMITACIONES	7
CAPÍTULO 2	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 ESTADO DEL ARTE	8
2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO	11
2.2.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICO	11
2.3 MARCO CONCEPTUAL	18
2.3.1 CARGA TÉRMICA	18
2.3.2 CARTA PSICOMÉTRICA.....	18
2.4 MARCO METODOLÓGICO	18
CAPITULO 3	20
DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	20
3.1 DESARROLLO DEL ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO	20
3.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	21
3.3 IDENTIFICACION DE LOS INTERESADOS	22
3.4 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	22
3.5 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO	22
3.6 CRONOGRAMA DEL PROYECTO	23

3.6.1 DIAGRAMA DE GANTT	23
3.7 PLANIFICAR LA GESTION DE RIESGOS.....	¡Error! Marcador no definido.
3.8 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL EDT	24
3.8.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN, DATOS Y REQUERIMIENTOS.	24
3.8.2 ESBOZO INICIAL DEL PROYECTO.	24
3.8.3 DISEÑO	24
CAPITULO 4	67
RESULTADOS	67
4.1 RESULTADOS	67
4.2 FUNCIONAMIENTO.....	67
4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE AUTOMATIZACIÓN.....	68
4.4 MONITOREO	68
4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	70
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales componentes del sistema de aire acondicionado.....	13
Figura 2. Organigrama del proyecto.....	21
Figura 3. Estructura de desglose de trabajo – EDT.....	22
Figura 4. Diagrama de Gantt – Cronograma de trabajos.....	23
Figura 5. Plano del área a acondicionar (CT).....	26
Figura 6. Plano frontal de la bóveda.....	26
Figura 7. Tabla E-20 Estimación de la carga térmica.....	29
Figura 8. Carta Psicométrica.....	37
Figura 9. Carta Psicométrica – Punto de rocío ADP.....	40
Figura 10. Diagrama de instalación de sistema de climatización	44
Figura 11. Diagrama de eléctrico del circuito de fuerza.....	45
Figura 12. Diagrama de eléctrico del circuito de control.....	46
Figura 13. Curva intensidad vs temperatura.....	55
Figura 14. Curva tensión vs temperatura.....	57
Figura 15. Bloque comparador analógico	60
Figura 16. Parámetros del bloque comparador analógico 1.....	61
Figura 17. Parámetros del bloque comparador analógico 2.....	62
Figura 18. Parametrización doble para el escalado analógico.....	63
Figura 19. Diagrama de flujo de la programación de PLC.....	64
Figura 20. Ventana de desarrollo Logo Web Editor.....	65
Figura 21. Logo web Server.....	66
Figura 22. Scada desarrollado.....	66
Figura 23. Monitoreo por el servidor Logo Web Server.....	68
Figura 24. Monitoreo por el servidor Logo Web Server accionado.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de calor por transmisión	32
Tabla 2. Estimación de calor sensible	36
Tabla 3. Carga térmica del sistema	38
Tabla 4. Cuadro comparativo	42
Tabla 5. Resultados del dimensionamiento eléctrico	52
Tabla 6. Registro de Stakeholders.....	80
Tabla 7. Matriz de poder – interés.....	80
Tabla 8. Matriz de involucramiento.....	81

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo la implementación del sistema eléctrico y la automatización de un sistema de climatización que consta de dos equipos de aire acondicionado para mejorar el enfriamiento de dos transformadores de distribuciones de un centro de transformación eléctrica de una empresa industrial del distrito de Villa el Salvador de la provincia de Lima generado por el incremento de la potencia instalada. El principal problema es el calentamiento excesivo de los transformadores ubicados en una bóveda a causa de una deficiente disipación del calor al encontrarse el centro de transformación en el sótano limitando la extracción de calor por ventilación forzada. Frente a esta situación se propone un sistema de climatización compuesto por dos equipos de aire acondicionado gobernados por un PLC y monitoreado de manera remota.

Para el diseño e implementación del sistema eléctrico, se parte del dimensionamiento del sistema de climatización. La automatización del sistema de control será de lazo cerrado para el control de temperatura que se monitorea a través del servidor Logo Web Server de la marca Siemens. La metodología utilizada para el proyecto es la guía del

PMBOK, se recolectó y analizaron datos físicos del establecimiento para el control de temperatura.

La propuesta planteada, trajo beneficios al establecimiento. Se logró mantener a los transformadores en el rango de temperatura recomendado por el proveedor además se redujo la contaminación al ingresar aire limpio, se redujo los tiempos de inspección presencial.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El centro de transformación eléctrico de la empresa industrial del distrito de Villa el Salvador de la provincia de Lima, viene presentando problemas relacionados con el enfriamiento de dicho centro. En sus inicios la potencia instalada del centro era de 800 KVA. Durante los años la empresa presento un crecimiento de producción, siendo necesario el incremento de consumos de energía eléctrica. Por lo que, este año, se incorporó un transformador de distribución de similares características que el existente, es decir, de 800 KVA, con tensiones de 22.9/0.38 KV, ambos ubicados dentro de una bóveda. El sistema de enfriamiento consiste en un extractor de aire activado por un termostato. Con el aumento de demanda eléctrica, el sistema de enfriamiento de ese entonces ya no era suficiente alcanzando temperaturas ambiente superiores a los 40 °C, por lo que se incrementó el caudal de aire. Esta solución trajo consigo un mayor arrastre de partículas contaminantes dentro del centro, aumentando los periodos de inspección y limpieza. Lo recomendado por el proveedor es no superar los 40 °C ya que esto limita la disipación de calor de los transformadores, ocasionando que la temperatura de trabajo de los mismos aumente a valores no permitidos, generando calentamiento en el aceite dieléctrico dentro de los transformadores y este a su vez generando gases disueltos reduciendo la vida útil del aislamiento de los transformadores. Así mismo, de no brindarle las condiciones adecuadas

se podría perder la garantía que viene incluida en la compra del transformador incorporado. El presente proyecto consiste diseño e implementación del sistema eléctrico y automatización para sistema de climatización que será instalado, para lo cual es necesario el levantamiento de información técnica, la revisión de normativas a las que pueda estar sujeta la solución propuesta.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se mostrará el desarrollo de la automatización de un sistema de climatización, partiendo desde el diseño y dimensionamiento del sistema de climatización como base para el dimensionamiento e implementación del sistema eléctrico y automatización al sistema de climatización, para lograr el enfriamiento de los transformadores del centro de transformación para mantenerlos en el rango de la temperatura establecida.

En el capítulo 1 se desarrollará el problema de interés, el planteamiento del problema, objetivo del proyecto, alcance y justificación.

En el capítulo 2 se desarrollará el material teórico de sustento para el desarrollo de la propuesta planteada. Se enfoca en cálculo de carga térmica para el dimensionamiento del sistema de climatización, con esta información se procederá con el sistema eléctrico y protección eléctrica para el sistema y fundamento para el control realizado. En el marco metodológico se presentan los pasos a seguir para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 3 se presenta el desarrollo de la propuesta planteada, se rinda los detalles, cálculos, planos y la ejecución de las etapas mencionadas en el marco metodológico.

En el capítulo 4 se indican los resultados obtenidos con la implementación realizada.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera se puede mejorar el sistema de enfriamiento para reducir la temperatura de funcionamiento de los transformadores del centro de transformación eléctrica?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

A partir del problema general se formulan los problemas específicos:

- ¿Cómo determinar la carga térmica y dimensionamiento del sistema de climatización para el centro de transformación eléctrica?
- ¿Cómo desarrollar el sistema eléctrico para el sistema de climatización?
- ¿Cómo desarrollar la automatización para el sistema de climatización del centro de transformación eléctrica?
- ¿Cómo desarrollar el control de temperatura del sistema de climatización para centro de transformación eléctrica?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño e implementación del sistema eléctrico y la automatización para un sistema de climatización para el control de temperatura de un centro de transformación eléctrica

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la carga térmica del sistema de climatización para el centro de transformación eléctrica.
- Diseñar e implementar el sistema eléctrico para el sistema de climatización.

- Automatizar el sistema de climatización del centro de transformación eléctrica
- Determinar el diseño del control de temperatura para el sistema de climatización del centro de transformación eléctrica.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Con el presente trabajo se logra una mejora del sistema de enfriamiento del centro de transformación, que habitualmente se limitan a un enfriamiento natural o por ventilación forzado. Porque constituye una propuesta enfocada en mejorar el enfriamiento de dos transformadores en el centro de transformación a través de la implementación de un sistema automatizado de climatización con ventilación forzada dedicado al control de temperatura de dicho centro utilizando recursos tecnológicos actuales, garantizando de este modo que los transformadores funcionen en el rango de temperatura indicado por el proveedor.

La utilización de nuevos recursos para la automatización sirve de motivación para los integrantes del proyecto para desarrollar proyectos en base a las tecnologías utilizadas. Así mismo presenta un beneficio para la empresa liberando al personal técnico de funciones asociadas al centro de transformación para dedicarse a otras actividades según sea indicado por su jefatura.

Se considera que el proyecto es adecuado porque presenta una mejora para el funcionamiento adecuado del centro de transformación, brindando el ambiente adecuado para que los transformadores operen en el rango de temperatura adecuado. Además, porque se incorpora un medio para su monitoreo a distancia donde el centro es atendido solo cuando sea necesario.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances y limitaciones del presente proyecto están en función de los objetivos específicos.

ALCANCES

El presente proyecto tiene como alcances los siguientes puntos:

Estimación de la carga térmica del centro de transformación eléctrica.

Dimensionamiento del sistema de climatización.

Dimensionamiento e implementación del sistema eléctrico para el sistema de climatización.

Dimensionamiento e implementación del sistema de protección.

Diseño e implementación de la Automatización del sistema de climatización.

LIMITACIONES

El presente trabajo está limitado al diseño, dimensionamiento e implementación del sistema de eléctrico y la automatizado para el sistema de climatización. La implementación del sistema de climatización estará a cargo del área de refrigeración. Se realizará el dimensionamiento del sistema de climatización como sustento para lo expuesto el alcance. Se considera que existe un tablero eléctrico principal de servicio que cuenta con la potencia eléctrica necesaria para alimentar el sistema de climatización y con la debida conexión a la puesta a tierra.

Se considera que existe un área asignada para la instalación de equipos de refrigeración.

Se considera que existe un punto de red con acceso a internet con los protocolos de seguridad debidos brindados por el departamento de sistemas.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ESTADO DEL ARTE

Todo diseño de un centro de transformación eléctrica contiene un apartado dedicado al sistema de enfriamiento. Los transformadores de distribución pueden ser de tipo seco o sumergidos en aceite dieléctrico con enfriamiento natural o por aire forzado. El calor generado por las pérdidas propias del funcionamiento es enviado al ambiente donde debe ser evacuado del recinto ya sea por convección natural o por aire forzado. Cuando ninguna de estas dos posibilidades logra satisfacer el enfriamiento adecuado es necesario recurrir al empleo de sistemas de refrigeración por compresión. Revisando la bibliografía de otros trabajos, no se encontró estudios donde se emplee algún tipo de enfriamiento a través de refrigeración compresión específicamente aire acondicionados, climatizadores u otros. Por ello se busca referencias de trabajos donde se empleó la automatización a sistemas de aire acondicionado que se pueda usar como referencia.

García et al., (2017), realizaron un estudio titulado “Control para un sistema de aire acondicionado, empleando un desarrollo electrónico embebido con aplicación de técnicas de control difuso PD+I y control PID clásico” el diseño y la implementación de algoritmos de control de lógica difusa utilizando un sistema embebido aplicado a dos controladores, el primero de tipo PD+I y el otro de tipo PID para un sistema de aire acondicionado con el objetivo de aumentar la eficiencia del sistema. Indicando además que el uso de

controladores tradicionales como ON-OFF, proporcional y PID son fáciles de implementar, pero traen consigo un alto consumo de energía y la reducción de la vida útil del actuador que es el compresor. La investigación concluyó que los resultados presentaron una mayor estabilidad y rapidez en respuesta, siendo el control difuso PID con mejores resultados pudiendo aplicar en sistemas para obtener mayor precisión.

Sosa E. y Sosa O. (2017) realizan un estudio titulado “Internet de las cosas en Entorno Académicos. Caso de éxito en la Universidad de Misiones”, orientado a la aplicación del internet de las cosas como medio para uso eficiente de equipos de aire acondicionado e iluminación de la universidad nacional de misiones. El objetivo es automatizar el accionamiento de equipos de aire acondicionado de la universidad y que este sea monitoreado de manera online y desactivados a distancia, así reducir costos de uso innecesarios y contribuir al medio ambiente. La investigación concluyó en que es posible centralizar el accionamiento de los equipos y ser controlados de manera remota utilizando componentes económicos.

Bernal et al. (2019), presentaron en el Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental un estudio titulado “Sistema de Automatización de Acondicionadores de Aire y Luminarias para Edificios utilizando sensores de Bajo Costo”, con el objetivo de que pueda ser implementado en sistemas de aire acondicionado para conseguir mejores prestaciones en flexibilidad, estabilidad, robustez, mejores tiempos de respuesta y ahorro de energía. Se utilizó la ingeniería inversa para obtener parámetros de funcionamiento del control remoto IR y pueda ser implementado en un sistema embebido basado en open software/open hardware. El estudio concluye listando los beneficios que se consiguen al utilizar sistemas de software/open hardware desde su bajo costo, flexibilidad, adaptabilidad al entorno aplicado a automatizar el aire acondicionado y control de luminarias de forma inteligente.

Cosme et al. (2020), realizan el estudio titulado “Red de monitorización para automatizar el sistema de enfriamiento de un centro de datos”, de la aplicación de un sistema de monitoreo utilizando el concepto de internet de las cosas aplicado a un sistema de enfriamiento. El objetivo fue desarrollar una red de monitorización para la automatización el sistema de enfriamiento y controlar la temperatura, humedad y calidad del aire en un centro de datos. La investigación concluyo que se logró monitorear remotamente el sistema utilizando los servicios de la nube, a una distancia de 11.5 kilómetros, con una la precisión menor a 1% en temperatura, menor a 2% en humedad y $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ en calidad aire.

Albiño A. y Pisco J. (2020), realizaron un estudio que se propone implementar titulado “Estudio de un sistema remoto para el control y supervisión de los sistemas de climatización, seguridad e iluminación”. El objetivo es el mejoramiento de las prestaciones de los sistemas de climatización, seguridad e iluminación utilizándola telemetría para el control de los dispositivos a distancia para ello se requiere subestaciones remotas para enviar y recibir la información y el controlador que recibirá la información de la sub estación para procesarla.

Mayorga et al. (2021), en el proyecto titulado “Diseño, automatización e instalación de un sistema de ambiente controlado bajo la norma iso/iec 17025 para la bodega del laboratorio de equipos de metrología de la facultad de Mecánica – ESPOCH”, el objetivo es diseñar, automatizar e instalar un sistema de ambiente controlado que permita el control de temperatura de $20\pm 1^\circ\text{C}$ y de humedad de $50\pm 5\%$ y las especificaciones técnicas que debería contar el sistema. Se estableció el método de diferencias de temperatura para la estimación d la carga térmica propuesto por la ASHRAE, posteriormente se dimensionaron los equipos. La automatización se realizó con el PLC CLICK Koyo y HMI Kinco utilizándola comunicación Modbus, previamente fue simulado utilizando el software Ansys Fluent. Se lograron los resultados trazados en el objetivo, la utilización del software brindo beneficios para comprender el comportamiento del flujo de aire.

Se observa los beneficios de los sistemas embebidos aplicados a sistemas convencionales con el aire acondicionado además del monitoreo a distancia utilizando los conceptos el internet de las cosas y también la nube como medio de almacenamiento de información, generando un ahorro en tiempo de respuesta, por el accionamiento a distancia y el uso necesario del personal. La aplicación de software de diseño y simulación ayuda a comprender el comportamiento del sistema antes de ser implementado.

2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.2.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ELÉCTRICO

Un centro de transformación eléctrico, también llamado centro de transformación, es una instalación eléctrica que ingresa energía eléctrica en alta o media tensión y la transforma en energía eléctrica en baja tensión para el uso de aparatos eléctricos utilizados (Joaquín Gonzales y Juan Gonzales, 2013).

El centro de transformación este compuesto por uno o más transformadores de distribución, equipados con un sistema de accionamiento y protección.

2.2.1.1 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN

El transformador es un dispositivo el cual mediante inducción electromagnética transforma tensiones y corrientes eléctricas alternas o pulsantes a valores diferentes de tensión y corriente a la misma frecuencia. (Fraile Mora, 2003).

El transformador consta de dos elementos fundamentales: el núcleo magnético, que cierra el circuito magnético, el otro elemento son los devanados primarios, donde ingresa la

tensión y corriente a transformar y secundario donde sale la tensión y corriente modificada, ambos devanados se encuentran eléctricamente aislados. (Bhag S & Huseyin R, 2006).

Los transformadores durante su operación generan pérdidas de energía en forma de calor, dichas pérdidas están situadas en el núcleo y en el bobinado del transformador.

2.2.1.2 BÓVEDA PARA TRANSFORMADORES

Las bóvedas son cámaras especiales con capacidad para contener en su interior a los transformadores de distribución y accesorios.

2.2.1.3 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL TRANSFORMADOR

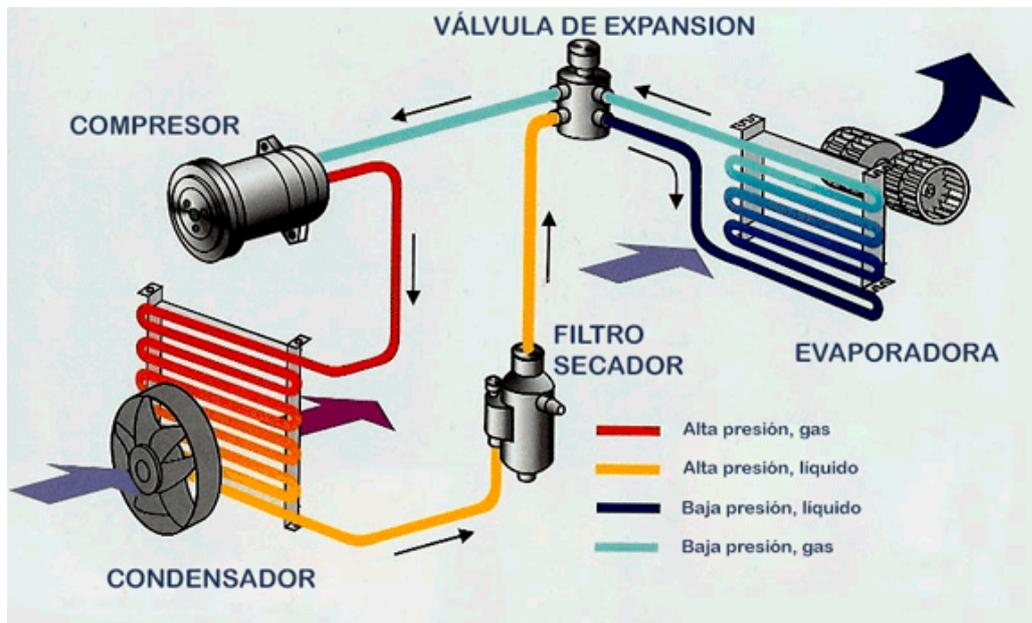
Uno de los factores que más afectan el tiempo de vida del transformador, específicamente el aislamiento, es la elevada temperatura de operación. Esta se genera por disipación ocasionado por pérdidas relacionadas con la eficiencia del equipo. Estas pérdidas están localizadas en el núcleo producidas por histéresis y corrientes parasitas y en los devanados principalmente por efecto Joule y corriente de Foucault. (Fraile Mora, 2003).

2.2.2 AIRE ACONDICIONADO

El equipo de aire acondicionado es utilizado para enfriar el aire en un determinado recinto. En la figura 1 se muestra los principales componentes de un sistema de aire acondicionado. Conta de los siguientes elementos: compresor, condensador, evaporador, válvula de expansión, filtro secador y sensor de temperatura.

Figura 1.

Principales componentes del sistema de aire acondicionado.



Nota. El grafico representa es esquema de un sistema de aire acondicionado mostrando los elementos básicos que lo conforman. Tomado de Siac Company, 2021, (<https://siacompany.com/2018/11/10/principales-componentes-del-sistema-de-aire-acondicionado/>)

2.2.2.1 COMPRESOR

Ese le corazón del sistema de refrigeración, el elemento que hace posible el movimiento del refrigerante y por ende el traslado de calor absorbido de un lugar a otro. El compresor posee dos zonas de presiones, de succión que es a baja presión y temperatura y de descarga a alta presión y alta temperatura.

2.2.2.2 EVAPORADOR

Es una superficie generada por un serpentín de tuberías donde internamente ingresa el refrigerante tras un cambio brusco de sección de menor a mayor fuerza la evaporación del refrigerante para ello absorbe el calor del medio externo.

2.2.2.3 CONDENSADOR

Es una superficie generada por tuberías que produce el intercambio de calor del refrigerante al medio externo, tornando internamente el refrigerante en líquido subenfriado. Se resalta que las tuberías del condensador están sometidos a altas presiones para lograr el licuado del refrigerante.

2.2.2.4 FILTRO SECADOR

Este elemento posee en el interior un compuesto que en contacto con el refrigerante líquido que fluye en su interior, atrapa la humedad que pueda poseer el refrigerante.

2.2.2.5 VÁLVULA DE EXPANSIÓN

Este dispositivo se encarga regular el nivel de líquido que ingresa al evaporador, también sirve como medio de expansión, al contar con una sección reducida para el flujo de refrigerante mucho menor a la sección del evaporador, forzando de esta manera la evaporación del refrigerante.

2.2.2.6 SENSOR DE TEMPERATURA

El control de temperatura básico de equipos de aire acondicionado consiste en un sensor de temperatura PT100 y uno o más actuadores que limita el ingreso de refrigerante, como es la válvula de expansión y el compresor. En el caso de la válvula de expansión, este se autorregula en función de la temperatura, es decir no se tiene influencia directa para su control, en el compresor si se tiene control.

El funcionamiento consiste en realizar la circulación de un refrigerante por un sistema cerrado en la que cambia el estado del refrigerante para transportar calor de un lugar a otro. El refrigerante en estado líquido a alta presión es liberado por la válvula de expansión hacia el evaporador que tiene una sección de ducto mayor que la válvula de expansión. Las condiciones fuerzan al refrigerante a evaporarse, para ello absorbe el calor del medio que se encuentra en contacto con el evaporador. El refrigerante evaporado a baja presión es absorbido por el compresor donde es comprimido y sobrecalentado, y es enviado al condensador donde el refrigerante libera el calor absorbido al medio siendo el refrigerante enfriado y convertido a estado líquido a alta presión. El refrigerante líquido pasa por el filtro secador, donde se absorbe la humedad que pudo haber adquirido el refrigerante, y es enviado nuevamente a la válvula de expansión, donde según las condiciones de temperatura del sensor ubicado en el evaporador enviara la cantidad de refrigerante necesario y repitiéndose el ciclo.

2.2.3 AUTOMATIZACION

La automatización es un sistema donde las actividades, realizadas habitualmente por personas, se realiza utilizando elementos tecnológicos, prescindiendo en parte o en totalidad de la intervención humana para controlar el funcionamiento de una maquina o proceso. La automatización se puede dar de dos formas de lazo abierto o lazo cerrado.

2.2.3.1 SISTEMA DE LAZO ABIERTO

En la configuración del sistema, el valor de la salida del sistema no es comparado con la referencia del sistema.

2.2.3.2 SISTEMA DE LAZO CERRADO

En la configuración del sistema, el valor de la salida del sistema es comparada en todo momento con la referencia del sistema.

2.2.3.3 CONTROL

La ingeniería de control tiene como principio controlar los sistemas dinámicos por medio de un sistema realimentado. Manipulando la entrada del sistema con una señal de referencia se busca una salida del sistema deseado. Los sistemas de control realimentados son aplicados en muchos lugares, como la naturaleza, el hogar o la industria. Muchos de los procesos industriales requieren un modo de control para manipular las variables del sistema a controlar. (William Bolton, 2017).

2.2.3.4 CONTROL ON/OFF

El control ON/OFF es un tipo de control que se deriva del control realimentado, ampliamente usado en sistemas de refrigeración, También llamado control de dos posiciones, son aplicados en sistemas que poseen una lenta respuesta de la salida del sistema. En este tipo de control es común el termino de banda muerta que es la separación entre el encendido y el apagado del actuador del sistema controlado. Una banda muerta grande genera grandes fluctuaciones mientras que una banda muerta pequeña produce un aumento de frecuencia de conmutación. (William Bolton, 2017).

El sistema a controlar muchas veces está sometido a perturbaciones, estas influyen en el sistema. En ocasiones el sistema se puede autorregular sin generar mayor impacto, pero en otras el sistema no logra autorregularse por lo que se tiene que implementar otro modo de control independiente o que trabajen en conjunto.

2.2.3.5 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

Es un dispositivo basado en un microprocesador que almacena instrucciones para implementar funciones como conteo de tiempo y aritmética lógica para controlar eventos y que puedan reprogramarse con facilidad en otras tareas. Participa en el proceso como una unidad de control para el sistema. Son ampliamente utilizados en la industria. (William Bolton, 2017).

Existen gamas de PLC según sea el requerimiento, desde los más básicos a menor costo y los de alta gama con muchas funciones especiales y a mayor costo. Es por ello la necesidad de identificar las funciones a realizar para adquirir el PLC que más se ajuste a las necesidades.

2.2.4 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

Todo PLC requiere de un conjunto de instrucciones donde se indica la lógica que controlara el sistema. Para lo cual se genera la programación de PLC. Esta programación puede realizarse en los siguientes lenguajes:

- Lista de instrucciones
- Texto estructurado
- Diagrama de escalera o Ladder
- Diagrama de bloques
- Diagrama de función secuenciales

El lenguaje de programación a emplear es determinado por la gama del PLC y por fabricante del PLC. En el caso del PLC LOGO el lenguaje de programación empleado es diagrama de escalera y bloques de funciones.

2.2.5 SISTEMA ELÉCTRICO

El buen dimensionamiento del sistema eléctrico es de vital importancia para evitar accidentes eléctricos, recalentamiento en los conductores, caídas de tensión que sobrepasen al límite establecido y aún más importante el sistema de protección para los componentes eléctricos y para personas que interactúan los equipos.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 CARGA TÉRMICA

La carga térmica es la cantidad de calor que se requiere evacuar de un recinto para obtener los valores de temperatura esperados. Para el dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado es necesario estimar la carga térmica del sistema para ello se utilizará como guía el Manual de Aire Acondicionado Carrier, donde se brinda formulas, tablas y demás elementos necesarios para estimar la carga térmica.

2.3.2 CARTA PSICOMÉTRICA

Es una herramienta importante al momento de diseñar sistemas de aire acondicionado, en dicha carta se muestra de forma gráfica las propiedades del aire en función de la temperatura y presión (01 atm) a la que está sometido. Se verifica aire seco, aire húmedo, punto de rocío, humedad específica, humedad relativa.

2.4 MARCO METODOLÓGICO

Se utilizará como modelo sexta edición de la guía del PMBOK (Project management Body of Knowledge) para identificar las áreas de conocimiento que pueden aplicarse al proyecto.

Las fases aplicadas al estudio, desarrolladas y alineadas a la guía PMBOK son:

- Acta de constitución del proyecto
- Identificación de interesados
- Proceso de planificación del proyecto
- Estructura de desglose del proyecto
- Planificación del cronograma
- Planificación de riesgos

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Para el desarrollo de la solución se planteó la implementación de un sistema de dos equipos de aire acondicionado gobernados por un PLC, el cual tiene la función, de según el valor de temperatura presente en el centro de transformación, accionar uno o dos equipos para lograr alcanzar la consigna ingresada al PLC.

Haciendo uso de la guía del PMBOK se realiza el desarrollo del proyecto.

3.1 DESARROLLO DEL ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

El acta de constitución del proyecto se encuentra en el anexo 1.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: La empresa industrial ubicada en Villa el Salvador, a causa del crecimiento de la empresa, se vio la necesidad de aumentar la potencia instalada del centro de transformación que poseía un transformador de 800 KVA. Por lo que presente año se añadió un transformador de distribución de 800 KVA, siendo ahora la potencia instalada de 1600 KVA. A causa de este cambio, el centro de transformación viene presentando un aumento de temperatura de operación de los transformadores al no contar con un sistema de enfriamiento adecuado. Esto trae como consecuencia la reducción del tiempo de vida de los transformadores, la generación de gases disueltos en el aceite que a largo plazo dañan el aislamiento del transformador. Así

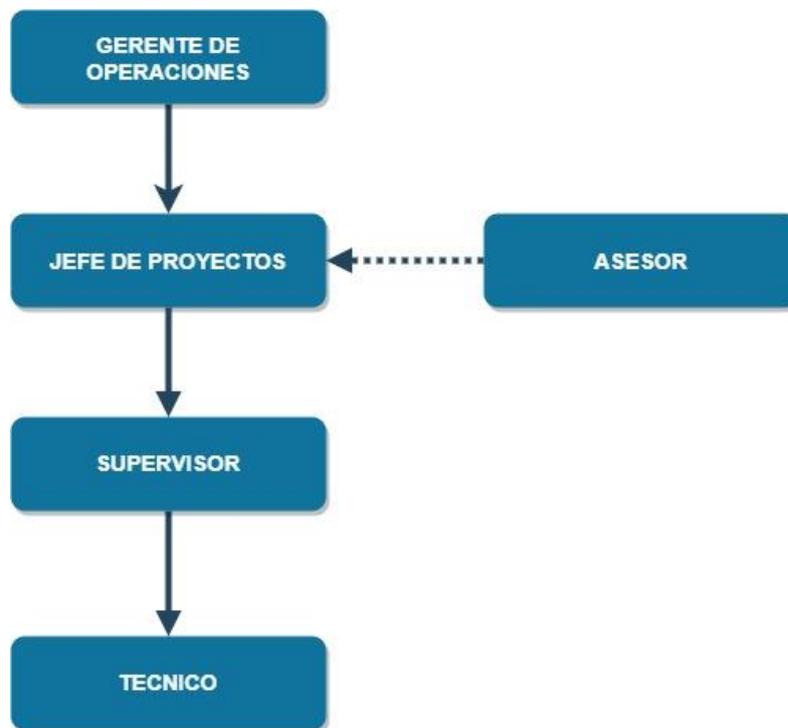
mismo al no brindar las condiciones de funcionamiento del transformador adquirido, existe un riesgo de perder la garantía.

3.2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

En la figura 2 se muestra el diagrama organizacional del proyecto.

Figura 2

Organigrama del proyecto



Nota. Esquema jerárquico del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 2 se detallan las funciones de los elementos del organigrama.

3.3 IDENTIFICACION DE LOS INTERESADOS

La identificación de los interesados sirve de ayuda para comprender el impacto que estos puedan tener en el proyecto. La relación de los interesados identificados se muestra en el anexo 2.

3.4 PROCESO DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

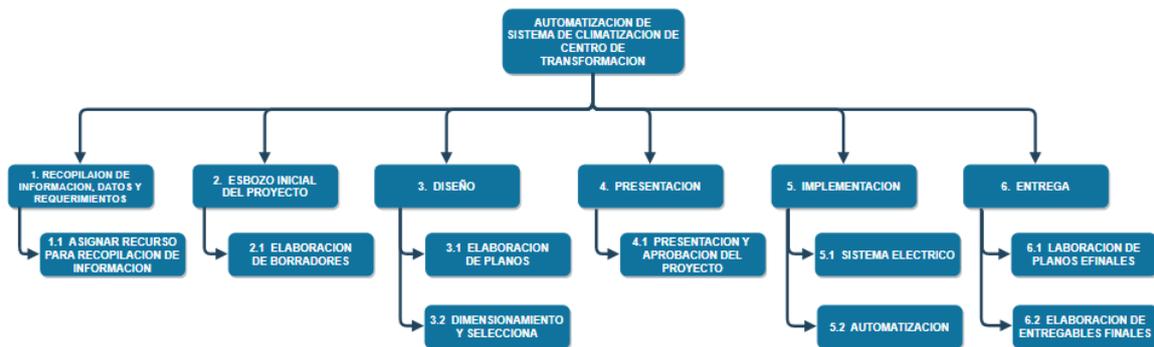
El desarrollo de la planificación del proyecto se encuentra en el anexo 3.

3.5 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO

La estructura de desglose del trabajo EDT se muestra en la figura 2, y el diccionario de términos se encuentran en el anexo 4.

Figura 3

Estructura de desglose de trabajo - EDT



Nota. El grafico representa la estructura de desglose de trabajo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

3.6 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

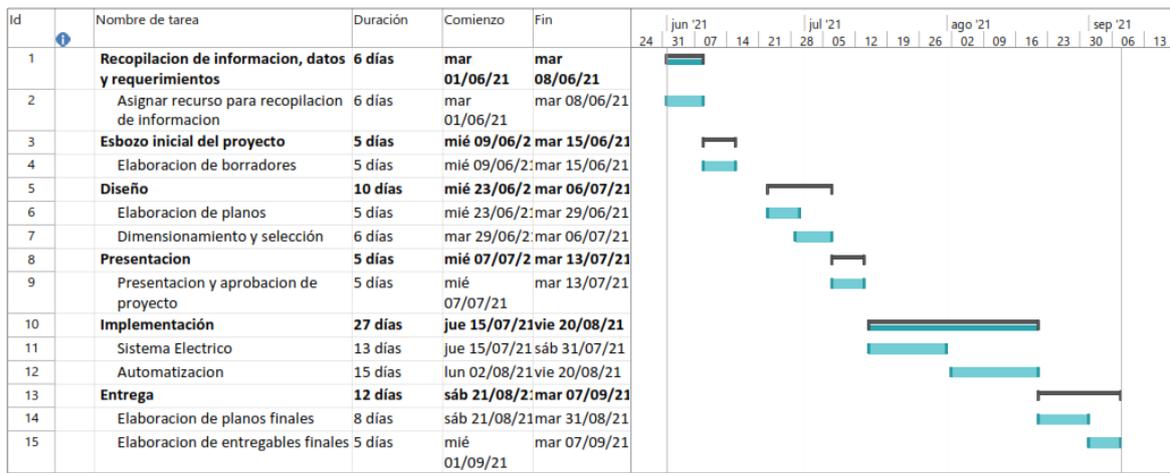
El desarrollo de la gestión del cronograma se encuentra en el anexo 5.

3.6.1 DIAGRAMA DE GANTT

En la figura 3 se presenta el diagrama de Gantt del proyecto.

Figura 4

Diagrama de Gantt – Cronograma de trabajos



Nota. El grafico muestra el cronograma del trabajo del proyecto.

Fuente: Elaboración Propia

3.7 DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL EDT

En esta sección se desarrollará las actividades del EDT al detalle.

3.7.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN, DATOS Y REQUERIMIENTOS.

Durante el mes de junio del 2021 se realizó el proceso de la recopilación de información, datos y requerimientos para el producto del proyecto en el centro de transformación eléctrica. Específicamente para el enfriamiento de los transformadores de distribución.

Requerimientos:

- Temperatura de funcionamiento: 22-25 °C.
- Implementación del sistema eléctrico.
- Implementación de la automatizado.

3.7.2 ESBOZO INICIAL DEL PROYECTO.

Con los requerimientos obtenidos y la información recolectada se procede a realizar los borradores del proyecto.

3.7.3 DISEÑO

El diseño dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado, para lo que se realiza la estimación de carga térmica para el sustento de los cálculos eléctricos y automatización.

3.7.3.1 SISTEMA MECÁNICO

Estimación de la carga térmica y dimensionado de equipos.

3.7.3.1.1 CARGA TÉRMICA

Se realiza la estimación de la carga térmica para conocer la cantidad de calor que el sistema deberá evacuar del centro de transformación, esto se realiza para dimensionar los equipos aire acondicionado a utilizar. Se tomará de referencia para la estimación de la carga térmica el Manual de Aire Acondicionado Carrier, Editorial Marcombo, quinta edición.

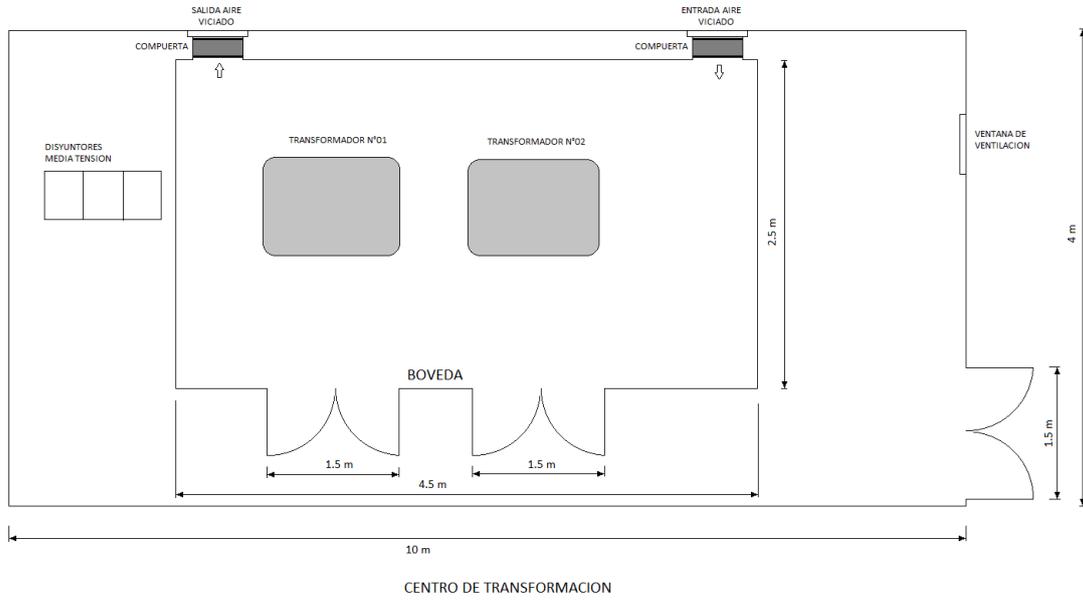
Para una estimación realista de las cargas térmicas es necesario considerar los siguientes aspectos físicos:

- Características del local.
- Cargas térmicas externas a la que este expuesto el recinto.
- Cargas térmicas internas que se encuentren dentro del recinto.

El centro de transformación se encuentra en el sótano. Las paredes son de concreto. Los transformadores se encuentran dentro de una bóveda metálica hermética, que posee una ventana de aspiración y otra de evacuación del aire hacia el exterior a través de un extractor de aire. En la figura 5 y figura 6, se muestra el plano del centro de transformación Vista de planta y vista frontal respectivamente, indicando las dimensiones.

Figura 5

Plano del área a acondicionar (CT)



Nota. Se muestra la vista superior del centro de transformación.

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6

Plano frontal de la bóveda.



Nota. Se muestra la bóveda que contiene a los transformadores. Fuente: Elaboración Propia.

- Características del local

Área: 40 m²

Alto: 5 m

Pared: Concreto

- Características de la bóveda

Área: 11.25 m²

Alto: 3 m

Estructura: Metal - fierro

Ventana de ventilación: 0.1 m²

- Características de los transformadores

Transformador de distribución 1

Potencia: 800 KVA

Tensión: 22.9 / 0.38-0.22 KV

Fases: Trifásico

Refrigeración: Tipo ONAN

Perdidas en el núcleo: 1750 W

Perdidas el cobre: 8000 W

Transformador No 02

Potencia: 800 KVA

Tensión: 22.9 / 0.38-0.22 KV

Fases: Trifásico

Refrigeración: Tipo ONAN

Perdidas en el núcleo: 1750 W

Perdidas el cobre: 8000 W

Durante la recolección de información se tomaron los parámetros de las condiciones de operación del centro de transformación.

- Centro de transformación

Temperatura: 32°C

Humedad relativa: 78%

- Bóveda

Temperatura: 22 - 25°C

Humedad relativa: 50 - 75%

- Medio Ambiente

Temperatura: 32°C

Humedad relativa: 78%

3.7.3.1.2 ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

Para la estimación de la carga térmica se utiliza la tabla E-20 del manual de aire acondicionado Carrier que se muestra en la figura 7.

Figura 7

Tabla E-20 Estimación de la carga térmica.

REF. CAP.	REFERENCIA DE TABLAS	REF. CAP.	REFERENCIA DE TABLAS																																																																																																																																																							
	<table border="1"> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ÁREA O SUPERFICIE</th> <th>GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.</th> <th>FACTOR</th> </tr> <tr> <td colspan="4">GANANCIA SOLAR CRISTAL</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>CRISTAL con acotulación</td> <td>$m^2 \times$ Tablas 8, 7, 9, 10, 11</td> <td>\times Tablas 10, 17</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>CRISTAL sin acotulación</td> <td>$m^2 \times$ Tablas 15</td> <td>\times Tabla 16</td> </tr> </table>	CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	GANANCIA SOLAR CRISTAL				3	CRISTAL con acotulación	$m^2 \times$ Tablas 8, 7, 9, 10, 11	\times Tablas 10, 17	4	CRISTAL sin acotulación	$m^2 \times$ Tablas 15	\times Tabla 16																																																																																																																																									
CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR																																																																																																																																																							
GANANCIA SOLAR CRISTAL																																																																																																																																																										
3	CRISTAL con acotulación	$m^2 \times$ Tablas 8, 7, 9, 10, 11	\times Tablas 10, 17																																																																																																																																																							
4	CRISTAL sin acotulación	$m^2 \times$ Tablas 15	\times Tabla 16																																																																																																																																																							
	<table border="1"> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ÁREA O SUPERFICIE</th> <th>GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.</th> <th>FACTOR</th> </tr> <tr> <td colspan="4">GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PARED</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 19</td> <td>\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TEJADO-SOL</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 20</td> <td>\times Tablas 27, 28</td> </tr> <tr> <td colspan="4">GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TARIQUE</td> <td>$m^2 \times$ Tablas 28, 26</td> <td>\times Tab. 29, 26</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TECHO</td> <td>$m^2 \times$ Notas 1</td> <td>\times Tablas 29, 30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SUELO</td> <td>$m^2 \times$ Tab. 29, 30</td> <td>\times 29 o 30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>INFILTRAC.</td> <td>Nota 4</td> <td>\times Nota 1</td> </tr> </table>	CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO					PARED	$m^2 \times$ Tabla 19	\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25		TEJADO-SOL	$m^2 \times$ Tabla 20	\times Tablas 27, 28	GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO					TARIQUE	$m^2 \times$ Tablas 28, 26	\times Tab. 29, 26		TECHO	$m^2 \times$ Notas 1	\times Tablas 29, 30		SUELO	$m^2 \times$ Tab. 29, 30	\times 29 o 30		INFILTRAC.	Nota 4	\times Nota 1	<table border="1"> <tr> <th>CALCULADO PARA</th> <th>HORA LOCAL</th> <th>CARGA MÁX.</th> <th>HORA LOCAL</th> </tr> <tr> <td colspan="4">HORAS DE FUNCIONAMIENTO</td> </tr> <tr> <td>CONDICIONES</td> <td>BS</td> <td>BH</td> <td>% HR</td> </tr> <tr> <td>EXTERIORES</td> <td>Tab. 1-3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>INTERIOR</td> <td>Tab. 4-6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIFERENCIA</td> <td>$\times \times \times$</td> <td>$\times \times \times$</td> <td>$\times \times \times$</td> </tr> </table>	CALCULADO PARA	HORA LOCAL	CARGA MÁX.	HORA LOCAL	HORAS DE FUNCIONAMIENTO				CONDICIONES	BS	BH	% HR	EXTERIORES	Tab. 1-3			INTERIOR	Tab. 4-6			DIFERENCIA	$\times \times \times$	$\times \times \times$	$\times \times \times$																																																																																												
CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR																																																																																																																																																							
GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO																																																																																																																																																										
	PARED	$m^2 \times$ Tabla 19	\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25																																																																																																																																																							
	TEJADO-SOL	$m^2 \times$ Tabla 20	\times Tablas 27, 28																																																																																																																																																							
GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO																																																																																																																																																										
	TARIQUE	$m^2 \times$ Tablas 28, 26	\times Tab. 29, 26																																																																																																																																																							
	TECHO	$m^2 \times$ Notas 1	\times Tablas 29, 30																																																																																																																																																							
	SUELO	$m^2 \times$ Tab. 29, 30	\times 29 o 30																																																																																																																																																							
	INFILTRAC.	Nota 4	\times Nota 1																																																																																																																																																							
CALCULADO PARA	HORA LOCAL	CARGA MÁX.	HORA LOCAL																																																																																																																																																							
HORAS DE FUNCIONAMIENTO																																																																																																																																																										
CONDICIONES	BS	BH	% HR																																																																																																																																																							
EXTERIORES	Tab. 1-3																																																																																																																																																									
INTERIOR	Tab. 4-6																																																																																																																																																									
DIFERENCIA	$\times \times \times$	$\times \times \times$	$\times \times \times$																																																																																																																																																							
	<table border="1"> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ÁREA O SUPERFICIE</th> <th>GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.</th> <th>FACTOR</th> </tr> <tr> <td colspan="4">GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PARED</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 19</td> <td>\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TEJADO-SOL</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 20</td> <td>\times Tablas 27, 28</td> </tr> <tr> <td colspan="4">GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TARIQUE</td> <td>$m^2 \times$ Tablas 28, 26</td> <td>\times Tab. 29, 26</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TECHO</td> <td>$m^2 \times$ Notas 1</td> <td>\times Tablas 29, 30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SUELO</td> <td>$m^2 \times$ Tab. 29, 30</td> <td>\times 29 o 30</td> </tr> <tr> <td></td> <td>INFILTRAC.</td> <td>Nota 4</td> <td>\times Nota 1</td> </tr> </table>	CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO					PARED	$m^2 \times$ Tabla 19	\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25		TEJADO-SOL	$m^2 \times$ Tabla 20	\times Tablas 27, 28	GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO					TARIQUE	$m^2 \times$ Tablas 28, 26	\times Tab. 29, 26		TECHO	$m^2 \times$ Notas 1	\times Tablas 29, 30		SUELO	$m^2 \times$ Tab. 29, 30	\times 29 o 30		INFILTRAC.	Nota 4	\times Nota 1	<table border="1"> <tr> <th>VENTILACIÓN</th> <th>CONDICIONES</th> <th>BS</th> <th>BH</th> <th>% HR</th> <th>T. R.</th> <th>GR/KG</th> </tr> <tr> <td colspan="7">AIRE EXTERIOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PERC</td> <td>\times Tabla 45</td> <td>m^2/h</td> <td>PERC</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>OSCILAN</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 46</td> <td>m^2/h</td> <td>PER</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>PUERTAS GIRATOR</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 47</td> <td>m^2/h</td> <td>PUER</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>PUERTAS ABIER</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 48</td> <td>m^2/h</td> <td>EXTRACTOR</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>RENDIJAS</td> <td>$m^2 \times$ Tabla 44</td> <td>m^2/h</td> <td>INFILTRACIÓN</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>INFILTRACIONES</td> <td>Nota 3</td> <td>m^2/h</td> <td>AIRE EXTERIOR</td> <td>$=$</td> <td></td> </tr> </table>	VENTILACIÓN	CONDICIONES	BS	BH	% HR	T. R.	GR/KG	AIRE EXTERIOR								PERC	\times Tabla 45	m^2/h	PERC	$=$			OSCILAN	$m^2 \times$ Tabla 46	m^2/h	PER	$=$			PUERTAS GIRATOR	$m^2 \times$ Tabla 47	m^2/h	PUER	$=$			PUERTAS ABIER	$m^2 \times$ Tabla 48	m^2/h	EXTRACTOR	$=$			RENDIJAS	$m^2 \times$ Tabla 44	m^2/h	INFILTRACIÓN	$=$			INFILTRACIONES	Nota 3	m^2/h	AIRE EXTERIOR	$=$																																																													
CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR																																																																																																																																																							
GANAN. SOLAR Y TRANS.-PAREDES Y TECHO																																																																																																																																																										
	PARED	$m^2 \times$ Tabla 19	\times Tablas 21, 22, 23, 24, 25																																																																																																																																																							
	TEJADO-SOL	$m^2 \times$ Tabla 20	\times Tablas 27, 28																																																																																																																																																							
GANAN. TRANS.-EXCEP. PAREDES Y TECHO																																																																																																																																																										
	TARIQUE	$m^2 \times$ Tablas 28, 26	\times Tab. 29, 26																																																																																																																																																							
	TECHO	$m^2 \times$ Notas 1	\times Tablas 29, 30																																																																																																																																																							
	SUELO	$m^2 \times$ Tab. 29, 30	\times 29 o 30																																																																																																																																																							
	INFILTRAC.	Nota 4	\times Nota 1																																																																																																																																																							
VENTILACIÓN	CONDICIONES	BS	BH	% HR	T. R.	GR/KG																																																																																																																																																				
AIRE EXTERIOR																																																																																																																																																										
	PERC	\times Tabla 45	m^2/h	PERC	$=$																																																																																																																																																					
	OSCILAN	$m^2 \times$ Tabla 46	m^2/h	PER	$=$																																																																																																																																																					
	PUERTAS GIRATOR	$m^2 \times$ Tabla 47	m^2/h	PUER	$=$																																																																																																																																																					
	PUERTAS ABIER	$m^2 \times$ Tabla 48	m^2/h	EXTRACTOR	$=$																																																																																																																																																					
	RENDIJAS	$m^2 \times$ Tabla 44	m^2/h	INFILTRACIÓN	$=$																																																																																																																																																					
	INFILTRACIONES	Nota 3	m^2/h	AIRE EXTERIOR	$=$																																																																																																																																																					
	<table border="1"> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ÁREA O SUPERFICIE</th> <th>GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.</th> <th>FACTOR</th> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR INTERNO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PERSONAS</td> <td>PERSONAS \times Tab. 14, 48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>POTENCIAS</td> <td>CV o KW \times Tab. 53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>LUCES</td> <td>WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>APLICACIONES, ETC.</td> <td>Com. Tab. 50, 52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>GANANCIAS ADICIONALES</td> <td>Tablas 54-57</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ALMACENAJE</td> <td>Verificación de temp. \times (Tabla 13)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">FACTOR DE SEGURIDAD %</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR SENSIBLE LOCAL</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS</td> <td>PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>AIRE EXTERIOR</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>INFILTRACIÓN</td> <td>Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>PERSONAS</td> <td>PERSONAS \times Tablas 14, 48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>VAPOR</td> <td>KG/h \times 600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>APLICACIONES, ETC.</td> <td>Tablas 50-52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>GANANCIAS ADICIONALES</td> <td>Tabla 58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>DIFUSIÓN VAPOR</td> <td>$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">FACTOR DE SEGURIDAD %</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE LOCAL</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.</td> <td>%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>AIRE EXTERIOR</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR AIRE EXTERIOR</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>SENSIBLE</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>LATENTE</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %</td> <td>GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">GRAN CALOR TOTAL</td> </tr> </table>	CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	CALOR INTERNO				3	PERSONAS	PERSONAS \times Tab. 14, 48		4	POTENCIAS	CV o KW \times Tab. 53		5	LUCES	WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49		6	APLICACIONES, ETC.	Com. Tab. 50, 52		7	GANANCIAS ADICIONALES	Tablas 54-57		SUB-TOTAL				8	ALMACENAJE	Verificación de temp. \times (Tabla 13)		SUB-TOTAL				FACTOR DE SEGURIDAD %				CALOR SENSIBLE LOCAL				9	GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS	PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58		10	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3		CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR LATENTE				11	INFILTRACIÓN	Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2		12	PERSONAS	PERSONAS \times Tablas 14, 48		13	VAPOR	KG/h \times 600		14	APLICACIONES, ETC.	Tablas 50-52		15	GANANCIAS ADICIONALES	Tabla 58		16	DIFUSIÓN VAPOR	$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40		SUB-TOTAL				FACTOR DE SEGURIDAD %				CALOR LATENTE LOCAL				17	PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.	%		18	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR AIRE EXTERIOR				19	SENSIBLE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3		20	LATENTE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72		SUB-TOTAL				21	GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %	GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %		GRAN CALOR TOTAL				<table border="1"> <tr> <th>SHFE</th> <th>ADP</th> <th>CONDICIONES ENT. Y SALIDA DEL APARATO</th> </tr> <tr> <td>SHFE EFECTIVO</td> <td>ADP INDICADO</td> <td>T $^{\circ}C + \frac{m^2/h AE}{m^2/h **} \times (T_{AS} ^{\circ}C - T_{LOC} ^{\circ}C) = T_{BSE} ^{\circ}C$</td> </tr> <tr> <td>ADP EFECTIVO</td> <td>ADP SELECCIONADO</td> <td>T_{ADP} $^{\circ}C + BF \times T_{BSE} ^{\circ}C - T_{ADP} ^{\circ}C = T_{BSS} ^{\circ}C$</td> </tr> <tr> <td colspan="3">DEL GRÁFICO PSICROMÉTRICO: T_{BME} $^{\circ}C$ T_{BHS} $^{\circ}C$</td> </tr> </table>	SHFE	ADP	CONDICIONES ENT. Y SALIDA DEL APARATO	SHFE EFECTIVO	ADP INDICADO	T $^{\circ}C + \frac{m^2/h AE}{m^2/h **} \times (T_{AS} ^{\circ}C - T_{LOC} ^{\circ}C) = T_{BSE} ^{\circ}C$	ADP EFECTIVO	ADP SELECCIONADO	T _{ADP} $^{\circ}C + BF \times T_{BSE} ^{\circ}C - T_{ADP} ^{\circ}C = T_{BSS} ^{\circ}C$	DEL GRÁFICO PSICROMÉTRICO: T _{BME} $^{\circ}C$ T _{BHS} $^{\circ}C$		
CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR																																																																																																																																																							
CALOR INTERNO																																																																																																																																																										
3	PERSONAS	PERSONAS \times Tab. 14, 48																																																																																																																																																								
4	POTENCIAS	CV o KW \times Tab. 53																																																																																																																																																								
5	LUCES	WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49																																																																																																																																																								
6	APLICACIONES, ETC.	Com. Tab. 50, 52																																																																																																																																																								
7	GANANCIAS ADICIONALES	Tablas 54-57																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
8	ALMACENAJE	Verificación de temp. \times (Tabla 13)																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
FACTOR DE SEGURIDAD %																																																																																																																																																										
CALOR SENSIBLE LOCAL																																																																																																																																																										
9	GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS	PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58																																																																																																																																																								
10	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3																																																																																																																																																								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR LATENTE																																																																																																																																																										
11	INFILTRACIÓN	Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2																																																																																																																																																								
12	PERSONAS	PERSONAS \times Tablas 14, 48																																																																																																																																																								
13	VAPOR	KG/h \times 600																																																																																																																																																								
14	APLICACIONES, ETC.	Tablas 50-52																																																																																																																																																								
15	GANANCIAS ADICIONALES	Tabla 58																																																																																																																																																								
16	DIFUSIÓN VAPOR	$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
FACTOR DE SEGURIDAD %																																																																																																																																																										
CALOR LATENTE LOCAL																																																																																																																																																										
17	PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.	%																																																																																																																																																								
18	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72																																																																																																																																																								
CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR AIRE EXTERIOR																																																																																																																																																										
19	SENSIBLE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3																																																																																																																																																								
20	LATENTE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
21	GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %	GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %																																																																																																																																																								
GRAN CALOR TOTAL																																																																																																																																																										
SHFE	ADP	CONDICIONES ENT. Y SALIDA DEL APARATO																																																																																																																																																								
SHFE EFECTIVO	ADP INDICADO	T $^{\circ}C + \frac{m^2/h AE}{m^2/h **} \times (T_{AS} ^{\circ}C - T_{LOC} ^{\circ}C) = T_{BSE} ^{\circ}C$																																																																																																																																																								
ADP EFECTIVO	ADP SELECCIONADO	T _{ADP} $^{\circ}C + BF \times T_{BSE} ^{\circ}C - T_{ADP} ^{\circ}C = T_{BSS} ^{\circ}C$																																																																																																																																																								
DEL GRÁFICO PSICROMÉTRICO: T _{BME} $^{\circ}C$ T _{BHS} $^{\circ}C$																																																																																																																																																										
	<table border="1"> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>ÁREA O SUPERFICIE</th> <th>GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.</th> <th>FACTOR</th> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR INTERNO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PERSONAS</td> <td>PERSONAS \times Tab. 14, 48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>POTENCIAS</td> <td>CV o KW \times Tab. 53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>LUCES</td> <td>WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>APLICACIONES, ETC.</td> <td>Com. Tab. 50, 52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>GANANCIAS ADICIONALES</td> <td>Tablas 54-57</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ALMACENAJE</td> <td>Verificación de temp. \times (Tabla 13)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">FACTOR DE SEGURIDAD %</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR SENSIBLE LOCAL</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS</td> <td>PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>AIRE EXTERIOR</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>INFILTRACIÓN</td> <td>Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>PERSONAS</td> <td>PERSONAS \times Tablas 14, 48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>VAPOR</td> <td>KG/h \times 600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>APLICACIONES, ETC.</td> <td>Tablas 50-52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>GANANCIAS ADICIONALES</td> <td>Tabla 58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>DIFUSIÓN VAPOR</td> <td>$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">FACTOR DE SEGURIDAD %</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE LOCAL</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.</td> <td>%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>AIRE EXTERIOR</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL</td> </tr> <tr> <td colspan="4">CALOR AIRE EXTERIOR</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>SENSIBLE</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>LATENTE</td> <td>Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %</td> <td>GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">GRAN CALOR TOTAL</td> </tr> </table>	CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	CALOR INTERNO				3	PERSONAS	PERSONAS \times Tab. 14, 48		4	POTENCIAS	CV o KW \times Tab. 53		5	LUCES	WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49		6	APLICACIONES, ETC.	Com. Tab. 50, 52		7	GANANCIAS ADICIONALES	Tablas 54-57		SUB-TOTAL				8	ALMACENAJE	Verificación de temp. \times (Tabla 13)		SUB-TOTAL				FACTOR DE SEGURIDAD %				CALOR SENSIBLE LOCAL				9	GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS	PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58		10	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3		CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR LATENTE				11	INFILTRACIÓN	Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2		12	PERSONAS	PERSONAS \times Tablas 14, 48		13	VAPOR	KG/h \times 600		14	APLICACIONES, ETC.	Tablas 50-52		15	GANANCIAS ADICIONALES	Tabla 58		16	DIFUSIÓN VAPOR	$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40		SUB-TOTAL				FACTOR DE SEGURIDAD %				CALOR LATENTE LOCAL				17	PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.	%		18	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				CALOR AIRE EXTERIOR				19	SENSIBLE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3		20	LATENTE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72		SUB-TOTAL				21	GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %	GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %		GRAN CALOR TOTAL				<p>1 Tomar la diferencia de temperatura seca (db) de proyecto</p> <p>2 Tomar la diferencia de contenido de humedad de proyecto (g/kg)</p> <p>3 Tomar el gasto de aire exterior necesario para la ventilación. Sin embargo, si hay que compensar infiltraciones importantes, determinar el gasto de aire exterior según Tabla 42</p> <p>4 Si no es necesario compensar las infiltraciones y si el gasto necesario para la ventilación es menor que el de infiltración, se tomará la diferencia entre los dos gastos.</p> <p>* SI ESTE Δt ES DEMASIADO ALTO, DETERMINEN LOS m^2/h SUMINISTRADOS POR LA DIFERENCIA DESEADA, POR LA FORMA DE LA CANTIDAD DE AIRE IMPULSADO.</p> <p>** CUANDO SE BIPASE UNA MEZCLA DE AIRE EXTERIOR Y RETORNADO USAR m^2/h SUMINISTRADO.</p> <p>CUANDO SE BIPASE SÓLO AIRE DE RETORNO, USAR m^2/h DESHUMIDIFICADO.</p>												
CONCEPTO	ÁREA O SUPERFICIE	GANANCIA SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR																																																																																																																																																							
CALOR INTERNO																																																																																																																																																										
3	PERSONAS	PERSONAS \times Tab. 14, 48																																																																																																																																																								
4	POTENCIAS	CV o KW \times Tab. 53																																																																																																																																																								
5	LUCES	WATTS \times 0.86 \times Tab. 12, 14, 49																																																																																																																																																								
6	APLICACIONES, ETC.	Com. Tab. 50, 52																																																																																																																																																								
7	GANANCIAS ADICIONALES	Tablas 54-57																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
8	ALMACENAJE	Verificación de temp. \times (Tabla 13)																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
FACTOR DE SEGURIDAD %																																																																																																																																																										
CALOR SENSIBLE LOCAL																																																																																																																																																										
9	GANANCIA-CALOR CONDUC. IMP. % + Y FUGAS	PERDIDA POR ESCAP LADOR \times Tab. 58																																																																																																																																																								
10	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ BF \times 0.3																																																																																																																																																								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR LATENTE																																																																																																																																																										
11	INFILTRACIÓN	Nota 4 $m^2/h \times$ Nota 2																																																																																																																																																								
12	PERSONAS	PERSONAS \times Tablas 14, 48																																																																																																																																																								
13	VAPOR	KG/h \times 600																																																																																																																																																								
14	APLICACIONES, ETC.	Tablas 50-52																																																																																																																																																								
15	GANANCIAS ADICIONALES	Tabla 58																																																																																																																																																								
16	DIFUSIÓN VAPOR	$m^2 \times$ Nota 2 GR/KG \times Tab. 40																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
FACTOR DE SEGURIDAD %																																																																																																																																																										
CALOR LATENTE LOCAL																																																																																																																																																										
17	PERDIDA FILTRACIÓN CONDUC. IMPUL.	%																																																																																																																																																								
18	AIRE EXTERIOR	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 2 GR/KG \times BF \times 0.72																																																																																																																																																								
CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL																																																																																																																																																										
CALOR AIRE EXTERIOR																																																																																																																																																										
19	SENSIBLE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 $^{\circ}C \times$ (1 - BF) \times 0.3																																																																																																																																																								
20	LATENTE	Nota 3 $m^2/h \times$ Nota 1 GR/KG \times (1 - BF) \times 0.72																																																																																																																																																								
SUB-TOTAL																																																																																																																																																										
21	GANANCIA-CALOR COND. RET. % + C. V. % + PER. TUBO %	GANANCIA POR FUGAS BOMBA DESHUM. Y COND. RET. %																																																																																																																																																								
GRAN CALOR TOTAL																																																																																																																																																										

Nota. El grafico representa el cuadro de estimación de carga de térmica. Tomado de Manual de aire acondicionado Carrier (p. 1-6), por Carrier Air Conditioning Company, 1980, Marcombo.

3.7.3.1.2.1 CARGA TÉRMICA EXTERNA

El centro de transformación al estar en el sótano no tiene incidencia directa por la radiación solar. Pero si se ve afecta por el calor que esta genera en el entorno y se percibe con la elevación de la temperatura. El análisis de estudio es considerando que el sistema de aire acondicionado será aplicado a la bóveda donde se encuentra, los transformadores y estos se encuentran dentro del centro de transformación. La bóveda es de estructura metálica por todos sus lados, no posee ninguna rejilla de ventilación que comunique la bóveda con el centro de transformación. Existe tres ventanas de ventilación que se comunican la bóveda con el exterior a través de un ducto de ingreso y extracción de aire. Dos de estas será tomadas como puntos de evacuación de aire viciado, la tercera será el ingreso de aire para la renovación. Las tres ventanas poseen una compuerta reguladora para controlar el caudal de ingreso de aire. Para el cálculo térmico se analizará en función de la influencia del centro de transformación a la bóveda.

La estimación de la carga térmica se considerará:

A. GANANCIA POR RADIACIÓN SOLAR

Al no existir incidencia directa de radiación a la bóveda, tampoco al centro de transformación, al encontrarse en el sótano, la ganancia por radiación será considerado nulo.

B. GANANCIA POR TRANSMISIÓN DE CALOR

a. Ganancia por transmisión de calor en paredes, cristales y filtraciones.

$$Qt = K \times S \times (te - ti)$$

Ec. 1 Ganancia de calor por transmisión en paredes, cristales, puertas, etc.

Siendo:

Q_t : cantidad de calor transmitida (W).

K : coeficiente total de transmisión de calor ($W/m^2\text{°C}$).

S : área considera (m^2).

t_e : temperatura del aire exterior (°C)

t_i : temperatura del aire interior (°C)

Datos:

Área frontal= $13.5m^2$ (4.5m x3m)

Material: Acero

Coeficiente global para el acero es $14 W/m^2\text{°C}$

$$Q_{tf1} = 14 \times 13.5 \times (32 - 22)$$

$$Q_{tf1} = 1890 W$$

Para los dos lados será:

$$Q_{tf} = 3780 W$$

Datos:

Área posterior= $7.5 m^2$ (2.5m x3m)

Material: Acero

Coeficiente global para el acero es $14 W/m^2\text{°C}$

$$Q_{tp1} = 14 \times 7.5 \times (32 - 22)$$

$$Q_{tp1} = 1050 \text{ W}$$

Para los dos lados será:

$$Q_{tp} = 2100 \text{ W}$$

Datos:

Área techo= 11.25 m² (4.5m x2.5m)

Material: Acero

Coefficiente global para el acero es 14 W/m²°C

$$Q_{tt} = 14 \times 11.25 \times (32 - 22)$$

$$Q_{tt} = 1575 \text{ W}$$

Ganancia por transmisión de calor total es la suma de todas las ganancias de la bóveda

$$Q_t = Q_{tf} + Q_{tp} + Q_{tt}$$

$$Q_t = 3780 \text{ W} + 2100 \text{ W} + 1575 \text{ W}$$

$$Q_t = 7455 \text{ W}$$

El resumen de las cargas térmicas por transmisión se presenta en la tabla 1.

Tabla 1.

Estimación de calor por transmisión

CALOR POR TRANSMISION		
DESCRIPCION	CALOR (W)	CALOR (btu/h)
Estructura de bóveda	7455	25 437.23
TOTAL	7455	25 37.23

Nota. Resumen de cargas por transmisión. Fuente: Elaboración propia

C. GANANCIA POR CARGAS INTERIORES (SENSIBLE)

Llamado también calor sensible, es la ganancia de calor interna debido a personas, alumbrado y otros equipos que generen calor como el transformador.

Al encontrarse dentro una bóveda hermética solo los transformadores, con cuatro luces fluorescentes de 18 W cada una. La bóveda permanecerá cerrada, para las inspecciones será necesario de apagar el sistema de climatización. Por ello no se considera la influencia de la persona y alumbrado como carga térmica.

a. Ganancia de calor disipado en transformadores.

$$Qd = P_{fe} + P_{cu}$$

Ec. 2. Calor disipado en transformadores

Siendo:

Qd : calor disipado (W).

P_{fe} : pérdidas en el hierro (W).

P_{cu} : pérdidas en el cobre (W).

Calor disipado por transformador No 1

$$Qd1 = 1750 + 8000$$

$$Qd = 9750 W$$

Calor disipado por transformador No 2

$$Qd2 = 1750 + 8000$$

$$Qd = 9750 W$$

Calor disipado transformador No 1 y No 2

$$QdT = Qd1 + Qd2$$

$$QdT = 9850 + 9850$$

$$QdT = 19500 W$$

b. Ganancia por la incorporación del aire del exterior

La bóveda al encontrarse cerrada impide el acceso del personal y cuando este ingresa el sistema de climatización deberá ser apagado. Por lo que la renovación de aire estará solo en función de las dimensiones de la bóveda. Pero como referencia para garantizar un ambiente adecuado para realizar trabajos se calculará el caudal necesario por ventilación a personas.

$$Q_{caudal} = \text{Personas} \times Q$$

Ec. 3. caudal por ventilación a personas

Siendo:

Q_{caudal} : caudal exterior a suministrar (m^3/h).

$Personas$: numero de personas en el lugar.

Q : caudal de aire recomendado (m^3/h).

Se considera dos personas que ingresaran a realizar labore. El caudal de aire recomendado es $17 m^3/h$.

$$Q_{caudal} = 2 \times 17$$

$$Q_{caudal} = 34 m^3/h$$

Caudal por ventilación a un área se halla con la Ec. 4.

$$Q_{caudal} = \frac{\#renovaciones}{h} \times V$$

Ec. 4 caudal por renovaciones de aire en el área

Siendo:

Q_{caudal} : caudal exterior a suministrar (m^3/h).

#*Renovaciones*: renovaciones de aire por hora (#ren/h).

V : volumen del espacio acondicionado (m^3).

Se considera que el aire contenido en la bóveda deberá renovarse cada hora.

$$Q_{caudal} = 4.5m \times 2.5m \times 3m$$

$$Q_{caudal} = 33.75 m^3/h$$

El caudal de aire a renovar en la bóveda será de $33.75 m^3/h$, y su equivalente 19.86 CFM

c. Calor sensible del aire

La renovación del aire en la bóveda adquirido de los exteriores del centro de transformación, trae consigo calor que deberá ser absorbido por el aire acondicionado.

Para el cálculo del calor sensible del aire se considera el peor escenario para el calor sensible del caudal del aire a renovar en la bóveda.

$$Q_{sa} = 0.35 \times Q_{caudal} \times (t_e - t_i)$$

Ec.5. Caudal sensible del aire

Siendo:

Q_{sa} : calor sensible de aire exterior (W).

Q_{caudal} : caudal del aire exterior total (m^3/h).

t_e : temperatura del aire exterior ($^{\circ}C$).

t_i : temperatura del aire interior ($^{\circ}C$).

$$Q_{sa} = 0.35 \times 33.75 \times (32 - 22)$$

$$Q_{sa} = 118.13 W$$

Tabla 2.

Estimación de calor sensible

CALOR SENSIBLE		
DESCRIPCION	CALOR (W)	CALOR (btu/h)
Personas	0	0
Transformador	19500	66 536.0
Luminarias	0	0
Aire renovado	118.13	403.07
TOTAL	19 618.13	66 939.1

Nota. Resumen de calor sensible.

Fuente: Elaboración Propia

D. GANANCIA DE CALOR INTERNO (LATENTE)

El medio que afectaría el calor latente sería el caudal de aire que sería renovado.

a. Calor latente de aire seco

$$Q_{la} = 0.8 \times Q_{caudalt} \times (h_{ae} - h_{ai})$$

Ec. 6. Calor latente de aire seco

Siendo:

Q_{la} : calor latente del aire exterior (W).

$Q_{caudalt}$: caudal del aire exterior total (m³/h).

h_{ae} : humedad específica del aire exterior (gr humedad x / kg aire seco).

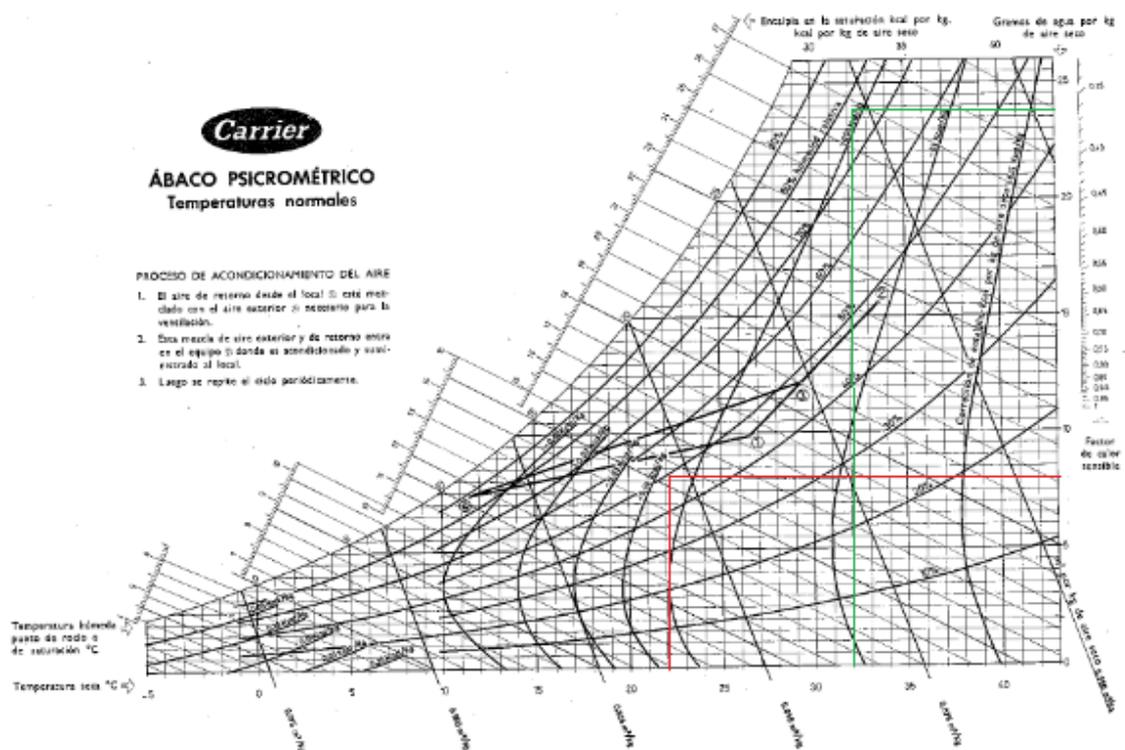
h_{ai} : humedad específica del aire interior (gr humedad x / kg aire seco).

Para hallar la humedad específica exterior e interior es necesario recurrir a la carta psicrométrica teniendo en cuenta los valores de humedad relativa.

Se considera el peor escenario para el cálculo, humedad relativa exterior 78% y humedad relativa interior de 50%. En la figura 8 ase muestra la carta psicrométrica y los valores de humedad específica externa e interna.

Figura 8

Carta Psicométrica.



Nota. El grafico representa carta psicométrica. Adaptado de Manual de aire acondicionado Carrier (p. 1-6), por Carrier Air Conditioning Company, 1980, Marcombo.

De la carta psicométrica con datos de bóveda: 22°C y 50% humedad y 32°C de temperatura ambiente y humedad de 78% de humedad, se obtiene la humedad específica del aire exterior e interior.

$$Q_{la} = 0.8 \times 33.75 \times (23 - 8.7)$$

$$Q_{la} = 386.1 \text{ W}$$

Entonces, con los cálculos se obtiene la carga térmica:

Tabla 3

Carga térmica del sistema

RESUMEN DE CARGA TERMICA		
DESCRIPCION	CALOR (W)	CALOR (btu/h)
RADIACION	0	0
TRANSMISION	7455	25 437.23
SENSIBLE	19 618.13	66 939.08
LATENTE	386.1	1 317.07
TOTAL	27 459.23	93 693.72

Nota. Resumen general de estimación de carga térmica

Fuente. Elaboración Propia.

E. TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO ADP

El punto de rocío es la temperatura a la cual el vapor de agua del aire empieza a condensarse. Se debe tener en cuenta para evitar que en los elementos a enfriar se genere condensación. Para obtener el ADP es necesario determinar el factor de calor sensible.

$$FCSE = \frac{Q_{se}}{Q_{se} + Q_{le}}$$

Ec. 7. Factor de calor sensible efectivo

Donde:

FCSE: Factor de calor sensible efectivo (ad)

Q_{se} : Calor sensible efectivo (W)

Q_{le} : Calor latente efectivo (W)

$$FCSE = \frac{19618.13}{19618.13 + 386.1}$$

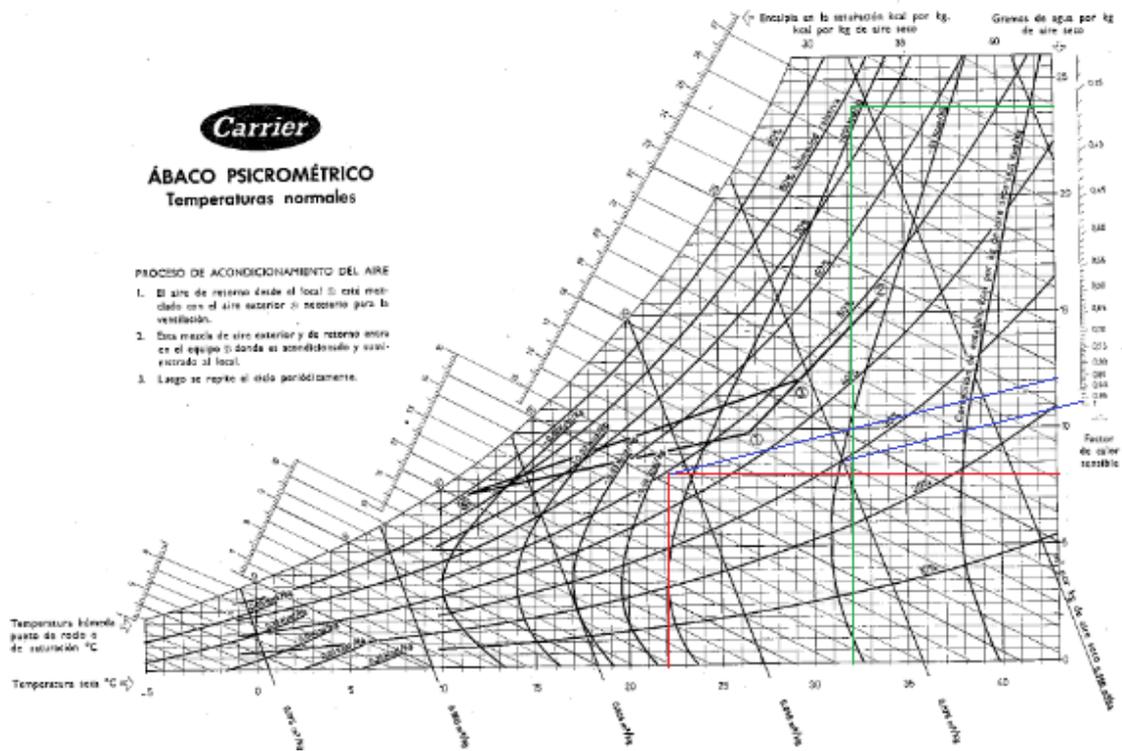
$$FCSE = 0.981$$

En la figura 9, ingresando con el valor de FCSE se obtiene el ADP con un valor de 12°C.

Entonces la condensación se generará a partir de los 12 °C.

Figura 9.

Carta Psicométrica – Punto de rocío ADP



Nota. El grafico representa el ADP en la carta psicométrica. Adaptado de Manual de aire acondicionado Carrier (p. 1-6), por Carrier Air Conditioning Company, 1980, Marcombo.

F. CAUDAL DE AIRE DE SUMINISTRO

El caudal de aire de suministro es el caudal de aire que ingresa a la bóveda para mantener las condiciones de temperatura y humedad.

$$Q_{asuministro} = \frac{Q_{se}}{0.337 \times (1 - F_b) \times (T_{bov} - ADP)}$$

Ec. 8. Caudal de aire de suministro

Siendo:

$Q_{asuministro}$: Caudal de suministro (m^3/hr)

Q_{se} : Calor sensible efectivo (W)

F_b : Factor Bypass (ad)

T_{bov} : Temperatura en la bóveda ($^{\circ}C$)

ADP : Temperatura de punto de rocío ($^{\circ}C$)

$$Q_{asuministro} = \frac{19618.13}{0.337x(1 - 0.1)x(22 - 12)}$$
$$Q_{asuministro} = 6468.23 \frac{m^3}{hr} = 3807.05 CFM$$

Este es el caudal que debería entregar el aire acondicionado a la bóveda para lograr el enfriamiento.

3.7.3.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO

La carga térmica total máxima es de 93.693.72 BTU/h. En reunión se acordó optar por dos equipos de aire acondicionado de 48 000 BTU/h. El tipo de evaporador será de tipo Split, que podrá acoplarse al ducto. Se presentó dos marcas de aire acondicionado. York y Midea, en la tabla 4 se muestra el cuadro comparativo de ambas marcas.

Tabla 4

Cuadro comparativo

CUADRO COMPARATIVO		
CONCEPTO	YORK	MIDEA
Costo	Alto	Medio – Alto
Disponibilidad del equipo	30 días	Inmediato
Garantía	6 meses	6 meses
Repuestos	Stock disponible	Stock disponible

Nota. El cuadro describe las comparaciones de las marcas de los equipos a criterio personal. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación técnica, la marca York posee mayor prestigio, pero con respecto a costo y disponibilidad del equipo, se optó por la marca Midea.

A. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AIRE ACONDICIONADO

a. CONDENSADOR

Marca: Midea

Modelo: MOV-48-X

Tipo de Sistema: Hermético – Rotativo

Capacidad: 48,000 Btu/h

Refrigerante: R-410

Tecnología: Estándar

Potencia: 6300 W

Voltaje: 220v / 3ø

Corriente: 22 A

Frecuencia: 60 HZ

b. EVAPORADOR

Marca: Midea

Modelo: MVA-48CVW

Capacidad: 48,000 Btu/h – 14064 KW

Refrigerante: R-410

Tecnología: Estándar

Potencia: 480 W

Voltaje: 220v monofásico

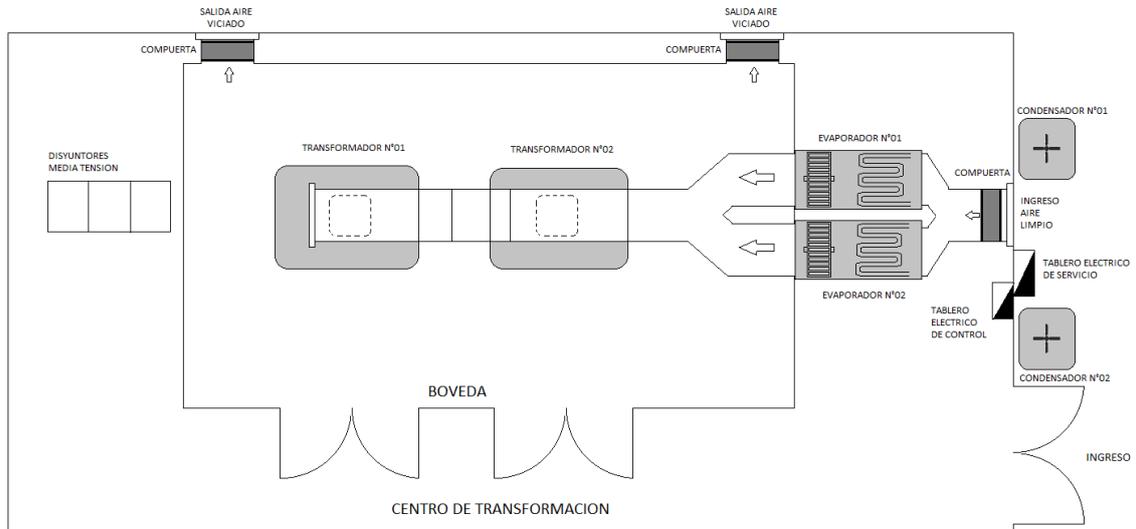
Corriente: 2.1 A

Frecuencia: 60 HZ

En la figura 10 se muestra el diagrama de instalación del sistema de climatización en la bóveda de transformadores y se muestra la instalación de los equipos de aire acondicionado en el centro de transformación.

Figura 10.

Diagrama de instalación de sistema de climatización



Nota. El gráfico muestra la distribución de los equipos de aire acondicionado y la ubicación de los tableros eléctricos.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.1 SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño del sistema eléctrico se utiliza la información:

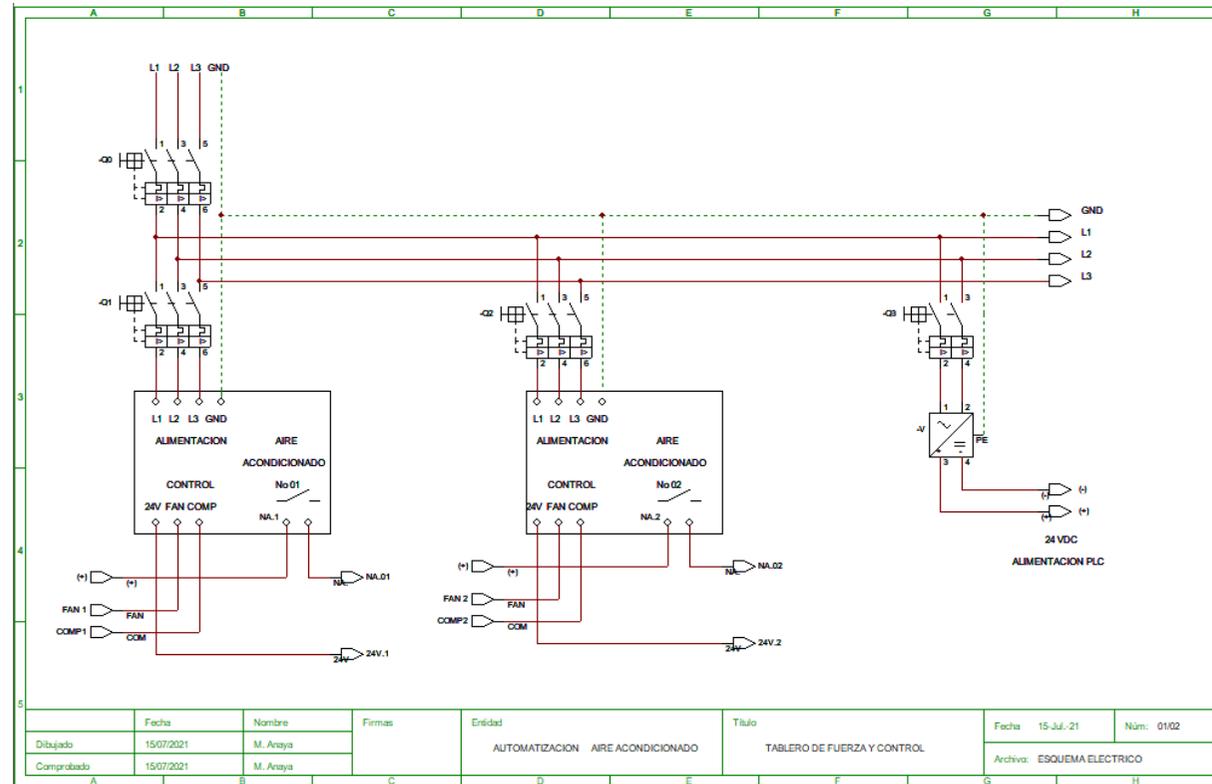
- Características técnicas de los aires acondicionados.
- Ubicación de los equipos de aire acondicionado.
- Ubicación de tableros eléctricos.
- Distancia entre tablero y condensadores
- Distancia entre Condensadores y evaporadores

3.7.3.2.1 DISEÑO DE PLANO ELÉCTRICO

La figura 11 Muestra el diagrama eléctrico del circuito de fuerza. Y la figura 12 el diagrama eléctrico del circuito de control.

Figura 11

Diagrama de eléctrico del circuito de fuerza

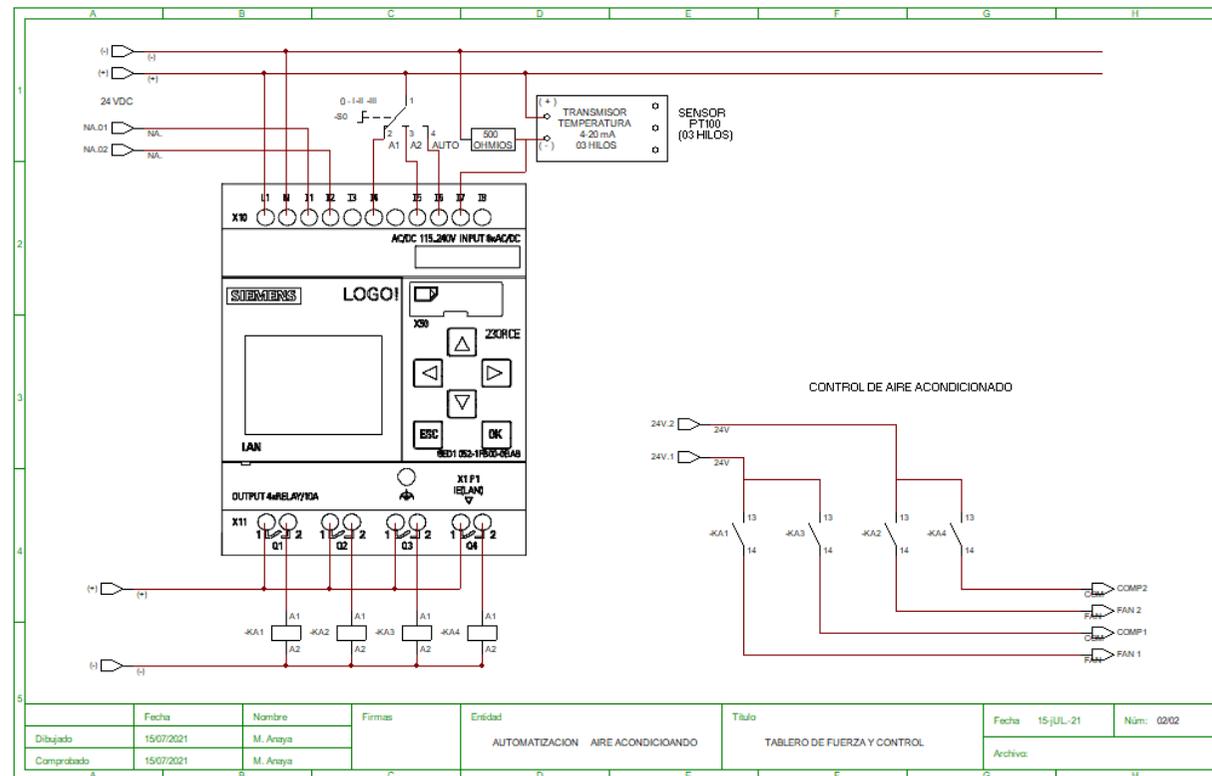


Nota. La figura muestra el circuito eléctrico de los dos aires acondicionado y el sistema de control.

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12

Diagrama de eléctrico del circuito de control



Nota. La figura muestra el circuito eléctrico del sistema de control.

Fuente: Elaboración Propia

3.7.3.2.2 CÁLCULO ELÉCTRICO

En la zona externa del centro de transformación se encuentra un tablero de servicio. Se indicó que desde dicho lugar se alimentará a los equipos de aire acondicionado. El tablero de control será ubicado dentro del centro de transformación.

A. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

a. DISTANCIA DEL AIRE ACONDICIONADO N°01:

Tablero de servicio a condensador: 04 metros

Condensador a evaporador: 05 metros

b. DISTANCIA DEL AIRE ACONDICIONADO N°02:

Tablero de servicio a condensador: 04 metros

Condensador a evaporador: 05 metros

B. DIMENSIONAMIENTO DE CABLEADO

a. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CIRCUITO

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi}$$

Ec. 9. Cálculo de la intensidad

Siendo:

P: Potencia (W)

U: Tensión (V)

Cos ϕ : Factor de potencia

Para el Aire acondicionado N°01 y N°2, del tablero de servicio a condensador

Datos:

Potencia: 6300 W

Tensión: 220V, 3ø

Cosø: 0.90

Distancia: 4 metros

Instalación: tubería fijada sobre la pared

Tipo de aislamiento de los conductores: PVC 3

Tipo de conductores: cobre

$$I' = \frac{6300}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.90}$$

$$I' = 18.37 A$$

De acuerdo al CNE sección 160-108, sobre Conductores para Dos o Más Motores, para los cálculos de la sección del conductor deberá considerarse 125% de la corriente nominal.

$$I = I' \times 1.25$$

$$I = 22.96 A$$

b. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES DE FASE

De la NTP 370.301 Instalaciones eléctricas en edificios, en el Anexo de métodos referenciales tabla 2 y la Tabla 6 capacidad nominal de corriente en amperes de la tabla 6 del mismo anexo, se indican los métodos de instalación y el tipo de instalación.

Para este caso el tipo de instalación es la B1, el aislamiento del conductor eléctrico es PVC, el número de conductores 3 y corriente nominal calculada 22.96 A, se obtiene la sección del conductor eléctrico de fase, siendo esta 4 mm².

c. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión no deberá ser superior al 5% de la tensión nominal.

$$\Delta V = \frac{P}{V} \times \rho \times \frac{L}{S}$$

Ec. 10. Caída de tensión en el conductor eléctrico

Siendo:

ΔV : caída de tensión (V)

P: Potencia nominal (W)

ρ : Conductividad del cobre ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

L: Longitud del circuito (m)

S: Sección del conductor

$$\Delta V = \frac{6300}{220} \times \frac{1}{48} \times \frac{4}{4}$$

$$\Delta V = 0.6 \text{ V}$$

El 5% de la tensión nominal es 11V, la caída de tensión es inferior a dicho valor, se considera la sección del conductor adecuada.

d. DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Según la norma técnica peruana NTP 370.053 en la tabla N°02 sobre sección mínima de los conductores de protección, siendo la intensidad del circuito calcula de 22.96 A corresponde la sección del conductor de 5 mm²

e. DIMENSIONAMIENTO DEL TUBO PROTECTOR

Según ITC-21 en la Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir. Se obtiene que para tres conductores eléctricos unipolares de sección de 4mm² le corresponde como mínimo un diámetro de 20 mm. Para este propósito se considerar la tubería inmediato superior, es decir de 1" de diámetro. El material seleccionado es tubería Conduit EMT.

f. DIMENSIONAMIENTO DEL PROTECTOR TÉRMICO

Las dimensiones del protector térmico son determinadas en función de la corriente consumida. La potencia del condensador comprende la potencia de todo el equipo de aire acondinando ya que a partir del condensador se alimentará al evaporador.

Entonces siendo la corriente 22.96 A el elemento protector será el inmediato superior es decir 25 A.

Para el Aire acondicionado N°01 y N°2, del condensador al evaporador

Datos:

Potencia: 480 W

Voltaje: 220v monofásico

Corriente: 2.1 A

Frecuencia: 60 HZ

Cosφ: 0.90

Distancia: 5 metros

Instalación: tubería fijada sobre la pared

Tipo de aislamiento de los conductores: PVC 2

Tipo de conductores: cobre

a. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES DE FASE

La NTP 350.301 Instalaciones eléctricas en edificios, considera que la sección mínima para la alimentación de motores será de 2.5 mm² así este este sobre dimensionado. La corriente consumida por del evaporador es de 2.1 A, un conductor de 2.5 mm² puede soportar hasta 14 A, loque nos indica que la sección estará sobre dimensionada, pero no puede instalarse secciones menores al tratarse de motores eléctricos.

b. CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

El 5% de la tensión nominal es 11V, la caída de tensión es inferior a dicho valor, se considera la sección del conductor adecuada.

$$\Delta V = \frac{480}{220} \times \frac{1}{48} \times \frac{5}{2.5}$$

$$\Delta V = 0.09 V$$

c. DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

Para el conductor de protección se toma como referencia el conductor de fase al estar sobredimensionado, puede tomarse la misma sección, no puede ser de menos sección al conductor de fase.

Entonces la sección del conductor de protección es de 2.5 mm².

d. DIMENSIONAMIENTO DEL TUBO PROTECTOR

La tubería seleccionada será de la misma sección calculada para el condensador con la finalidad de uniformizar las secciones de tuberías. Para este propósito se considerará la tubería de 1" de diámetro. El material seleccionado es tubería Conduit EMT.

En la tabla 5, se muestra el resumen del dimensionamiento del sistema eléctrico

Para el sistema de control. Al ser una corriente de consumo muy baja, las dimensiones establecidas para la alimentación eléctrica será igual a la del evaporador. Es decir, tendrá una sección fase de 2.5 mm², el sistema de protección de 2.5 mm², la sección de tuberías EMT de 1" y contará con una protección térmica de 2^a sugerido por el proveedor del PLC.

Tabla 5

Resultados del dimensionamiento eléctrico

RESUMEN DEL DIMENSIONAMIENTO ELECTRICICO	
Elemento	Dimensionamiento
Para el condensador	
Conducto de fase principal	4mm ²
Conductor de protección	2.5 mm ²
Tubería Conduit EMT	1"
Protector térmico	25A
Para el Evaporador	
Conducto de fase	2.5 mm ²

Conductor de protección	2.5 mm ²
Tubería Conduit EMT	1"
Para el sistema de control	
Conducto de fase	2.5 mm ²
Conductor de protección	2.5 mm ²
Tubería Conduit EMT	1"
Protector térmico	2A

Nota. La grafica presenta las secciones dimensionadas para el circuito de aire acondicionado y de control. Fuente: Elaboración propia

3.7.3.3 SISTEMA DE CONTROL

3.7.3.3.1 AUTOMATIZACIÓN

El circuito de control a implementar tendrá dos modos de accionamiento, modo local y accionamiento vía web, ambos contarán con el modo manual y automático. En el modo manual se podrá seleccionar el accionamiento solo de uno de los equipos de aire acondicionado. En el modo automático el sistema de control dispondrá de un funcionamiento alternado para los equipos de aire acondicionado.

El sistema de control debe monitorear el valor de temperatura del centro de transformación, según el valor del set point, el controlador en modo automático deberá encender o apagar uno o los dos equipos de aire acondicionado para lograr obtener el valor de consigna. El sensor utilizado es RTD PT100 de tres hilos, que permitirá transmitir la información de temperatura al transmisor. El transmisor utilizado cuenta con una salida de 4 a 20 mA con capacidad de conectar el sensor PT100 de tres hilos, el rango de lectura de temperatura es de 0 a 100°C.

A. ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO

Para el accionamiento automático el sistema de control deberá monitorear la temperatura leída en la entrada analógica. Para lo cual es necesario realizar un procedimiento de escalado para leer adecuadamente la temperatura.

a. ESCALADO DE SEÑAL ANALÓGICA

El escalado de la señal analógica de corriente de 4 a 20 Ma para una entrada analógica de 0 a 10 V

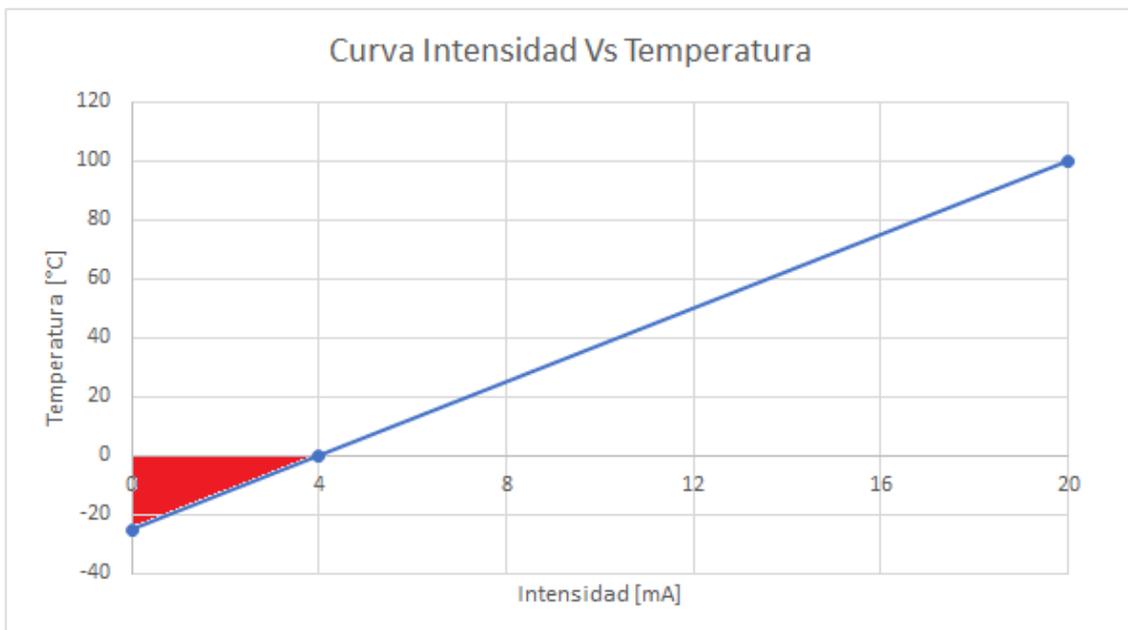
Para el escalado de una entrada analógica de corriente de 4 a 20mA utilizando el PLC Logo, Siemens presenta el siguiente esquema de conexión donde se utiliza una resistencia de 500 ohmios para transformar la señal de corriente a una señal de tensión aceptada por el PLC.

b. TRANSMISOR DE TEMPERATURA

El rango de temperatura del transmisor es seleccionado de acuerdo a la temperatura del centro de transformación, cuya temperatura varia con valor máximo aproximado de 45°C, por lo que el transmisor será de 0 a 100°C. La figura 13 muestra la correspondencia de corriente con respecto a la temperatura. Las señales menores a 4 mA son indicativos de fallos en el sensor o de un cable roto.

Figura 13

Curva intensidad vs temperatura



Nota. La grafica muestra curva del transmisor que relaciona la señal de corriente vs temperatura. Fuente: Elaboración Propia

c. CONVERSIÓN DE INTENSIDAD A TENSIÓN ANALÓGICA

Según la gráfica mostrada del transductor, para 4 mA corresponde 0 °C y para 20 mA corresponde 100°C. Utilizando la ley de Ohm para la corriente que recorre la resistencia de 500 ohm.

$$V = I \times R$$

Ec. 11. Ley de Ohm

$$V_{4mA} = 4mA \times 500 \Omega$$

$$V_{4mA} = 2V$$

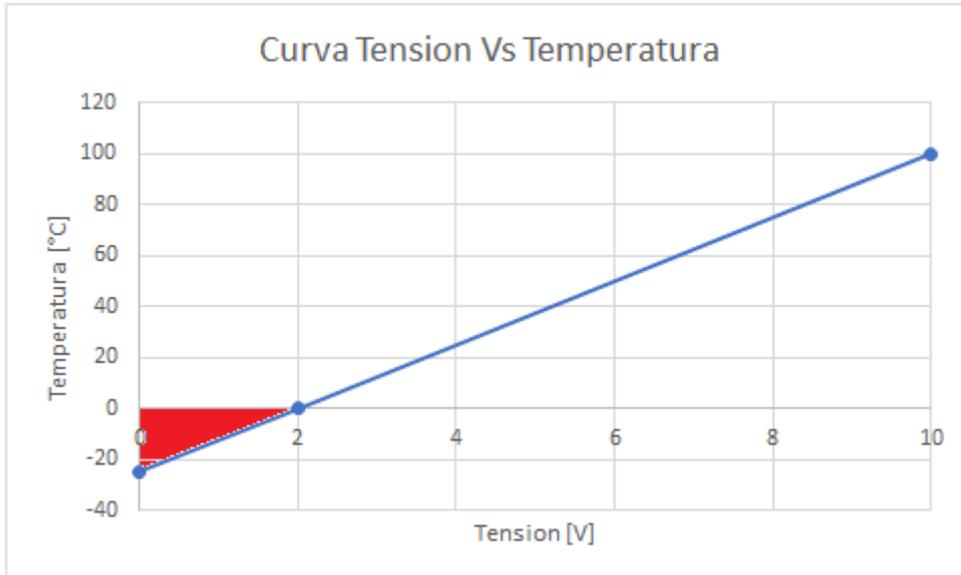
$$V_{20mA} = 20mA \times 500 \Omega$$

$$V_{4mA} = 10V$$

Realizando la conversión se obtiene que para una corriente de 4 mA corresponde 2V y para 20 mA corresponde 10 V. Donde se obtiene la siguiente curva relacionando la tensión en la entrada analógica con respecto a la temperatura. Esto se muestra en la figura 14.

Figura 14

Curva tensión vs temperatura



Nota. La grafica muestra curva acondicionada del transmisor que relaciona la señal de tensión vs temperatura. Fuente: Elaboración Propia

Las señales menores a 2V en la entrada analógica correspondería a un fallo del sensor o de un cable roto en el circuito sensor - transmisor. El rango de lectura de temperatura correspondiente es para 0°C corresponde a 2V y 100°C corresponde a 10V.

d. SENSOR DE TEMPERATURA.

El sensor utilizado es de tipo PT100, utilizado ampliamente en sistemas de refrigeración por la linealidad que esta posee.

e. PARÁMETROS ANALÓGICOS PARA EL CONTROLADOR

Para el escalo de la señal analógica es necesario determinar la ganancia y el offset que se ingresara en el bloque amplificador del programa del PLC.

GANANCIA

La ganancia es el factor por el que se multiplica el valor de entrada analógico para normalizar los parámetros que pueda procesar el PLC.

Para que el PLC interprete el valor escalado, un valor máximo de 10V se normalizará a 1000 y un valor de 2V se normalizará a 200.

$$Gain = \frac{Sensor_{valor\ max} - Sensor_{valor\ min}}{Normalizado_{valor\ max} - Normalizado_{valor\ min}}$$

Ec. 12. Guanacia del comparador analógico

Donde:

Gain: Ganancia

Sensor_{valor max}: Máximo valor a sensar

Sensor_{valor min}: Mínimo valor a sensar

Normalizado_{valor max}: máximo valor normalizado

Normalizado_{valor min}: Mínimo valor normalizado

Siendo:

Sensor_{valor max}: 100 °C

Sensor_{valor min}: 0 °C

*Normalizado*_{valor max}: 1000

*Normalizado*_{valor min}: 200

$$Gain = \frac{100 - 0}{1000 - 200}$$

Gain = 0.125

OFFSET

El Offset también llamado decalaje del origen es el valor de desplazamiento del punto de origen sobre el eje de ordenadas.

$$Offset = Sensor_{valor\ min} - (Gain \times Normalizado_{valor\ min})$$

Ec. 13. Decalaje del origen

Donde:

Offset: Desplazamiento del punto de origen

*Sensor*_{valor min}: Mínimo valor a sensar

Gain: Ganancia

*Normalizado*_{valor min}: Mínimo valor normalizado

Siendo:

$Sensor_{valor\ min}: 0^{\circ}C$

$Gain: 0.125$

$Normalizado_{valor\ min}: 200$

$$Offset = 0 - (0.125 \times 200)$$

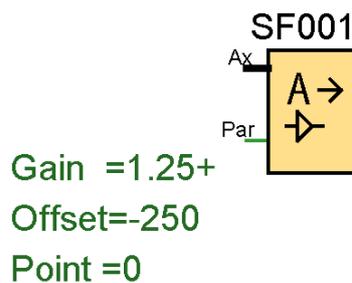
$$Offset = -25$$

AMPLIFICADOR ANALÓGICO

El amplificador analógico es el bloque que posee el PLC Logo para parametrizar valores analógicos. En la figura 15 se muestra el bloque del amplificador analógico.

Figura 15

Bloque comparador analógico



Nota. La figura muestra el bloque comparador del PLC LOGO

Fuente: Elaboración Propia

Los parámetros obtenidos son el Gain = 0.125 y el Offset = - 25. Para conseguir una mayor precisión es necesario que los parámetros obtenidos sean los mismos que se registran en el amplificador. En este caso, el amplificado posee como parámetro mínimo en la ganancia

es del formato 0.00, es decir 0.12 o 0.11. Como estrategia para lograr el parámetro deseado se realiza una doble parametrización.

El primer Amplificador analógico se registra los parámetros de ganancia = 1.25 y Offset = -250 y el segundo amplificador analógico con ganancia = 0.1 y Offset = 0. De esta manera se logra registrar la ganancia y offset requerido. En la figura 16 se muestra los parámetros del primer amplificador analógico.

Figura 16

Parámetros del bloque comparador analógico 1

SF001 [Amplificador analógico]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Sensor

Sensor: 0 ... 10 V

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: -250

Máximo: 1000

Parámetro

Gain: 1,25

Offset: -250

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. La figura muestra los parámetros del bloque comparador del PLC LOGO para el primer escalado. Fuente: Elaboración Propia

En la figura 17 se muestra los parámetros del segundo amplificador analógico.

Figura 17

Parámetros del bloque comparador analógico 2

SF002 [Amplificador analógico]

Parámetros Comentario

Parámetro

Nombre de bloque:

Sensor

Sensor: 0 ... 10 V

Configuración analógica

Rango de medida

Mínimo: 0

Máximo: 100

Parámetro

Gain: 0,10

Offset: 0

Posiciones decimales

Decimales en el texto de aviso: 0 +12345

Otros

Protección activa

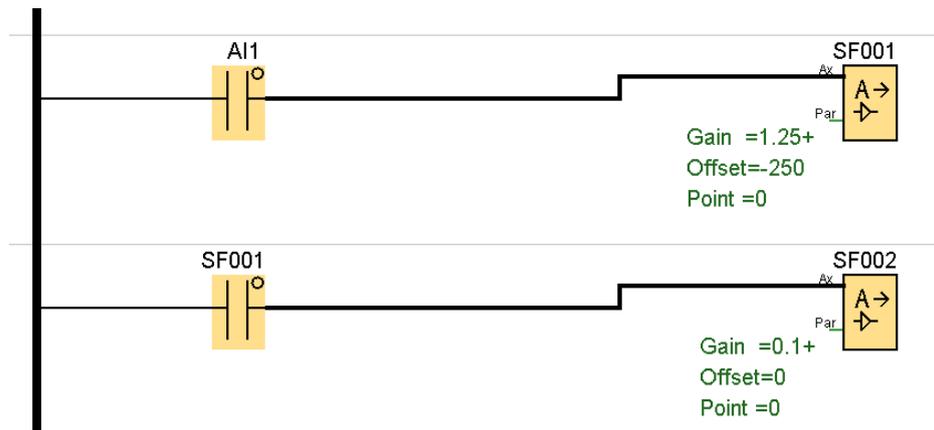
Aceptar Cancelar Ayuda

Nota. La figura muestra los parámetros del bloque comparador del PLC LOGO para el segundo escalado. Fuente: Elaboración Propia

En la figura 18 se muestra el parte del programa donde se aprecia la doble parametrización para obtener los parámetros calculados.

Figura 18

Parametrización doble para el escalado analógico



Nota. La figura muestra la doble parametrización del escalado para el PLC LOGO

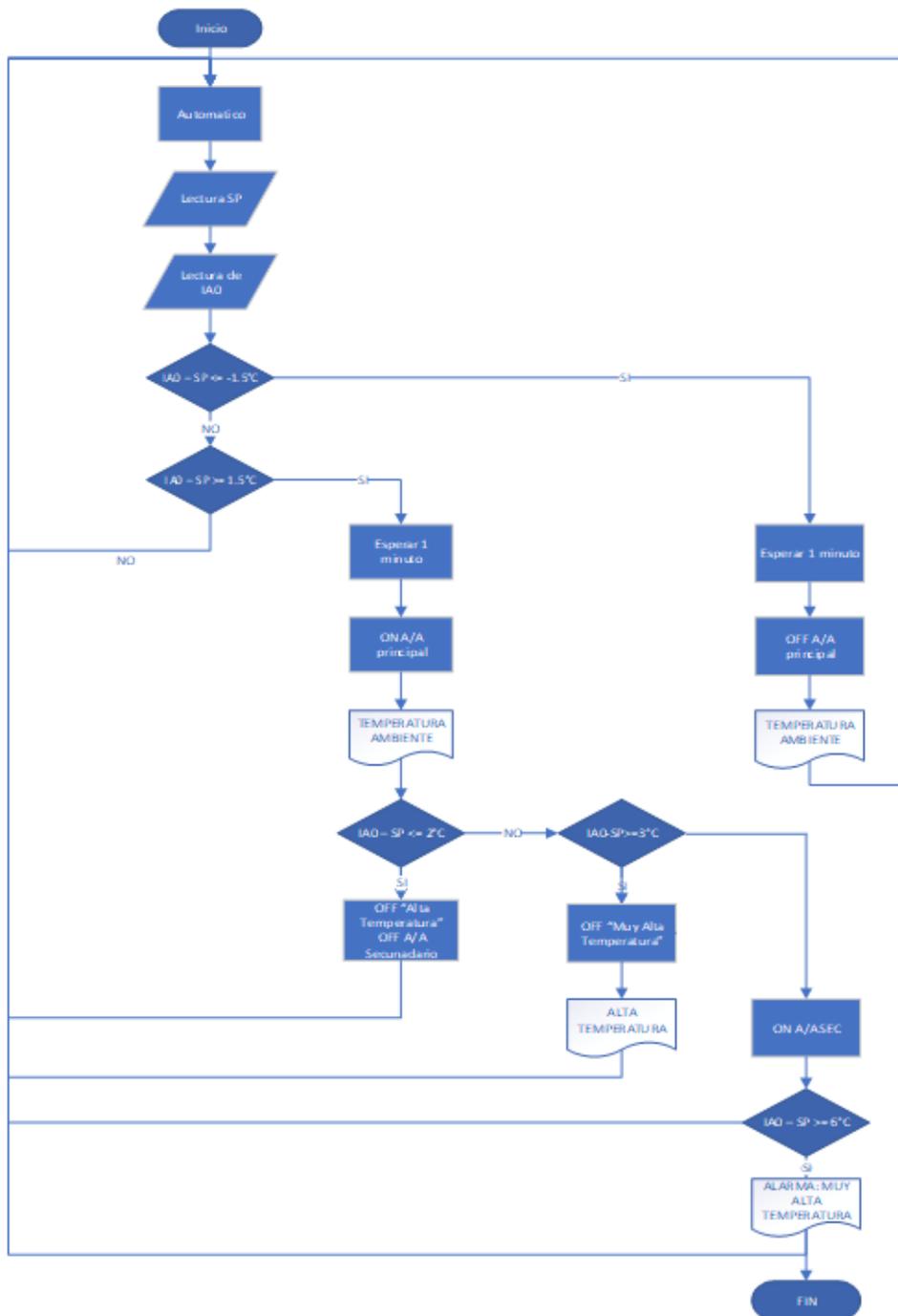
Fuente: Elaboración Propia

f. PROGRAMA PRINCIPAL

En la figura 19 se muestra el diagrama de flujo del programa para el PLC en funcionamiento automático. El desarrollo del programa del PLC Logo se muestra en el anexo

Figura 19

Diagrama de flujo de la programación de PLC



Nota. La grafica muestra el programa principal para el control automático.

Fuente: Elaboración Propia

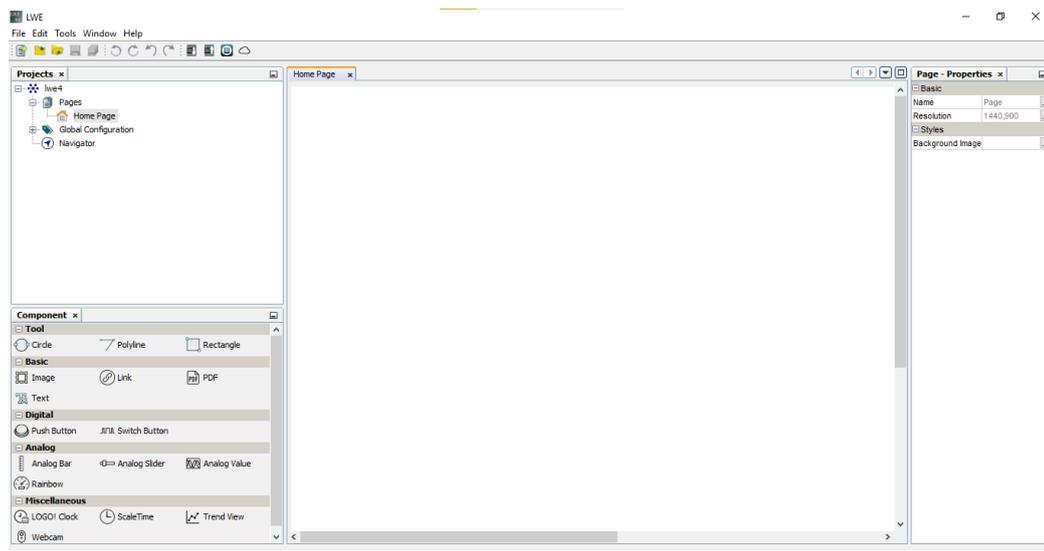
g. SCADA

El sistema de monitoreo consiste en un sistema Scada desarrollador a través del software Logo Web Editor para el PLC LOGO V8.3 y visualizado pro el servidor Logo Web Server de manera online.

En la figura 20 se muestra la ventana de desarrollo del Logo Web Editor.

Figura 20

Ventana de desarrollo Logo Web Editor



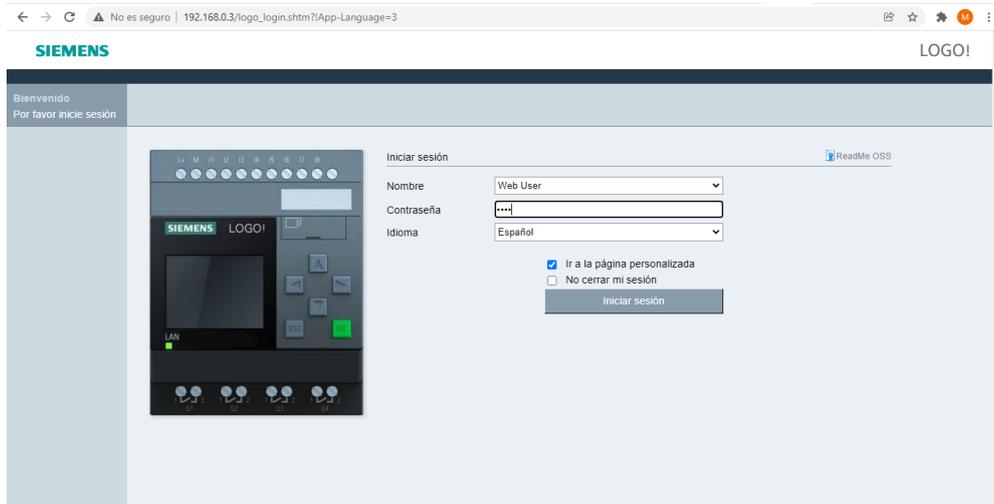
Nota. La figura muestra la ventana de trabajo para el software LWE

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 21 se muestra la pantalla del Servidor Logo Web Server para acceder al PLC Logo a través de la web.

Figura 21

Logo web Server

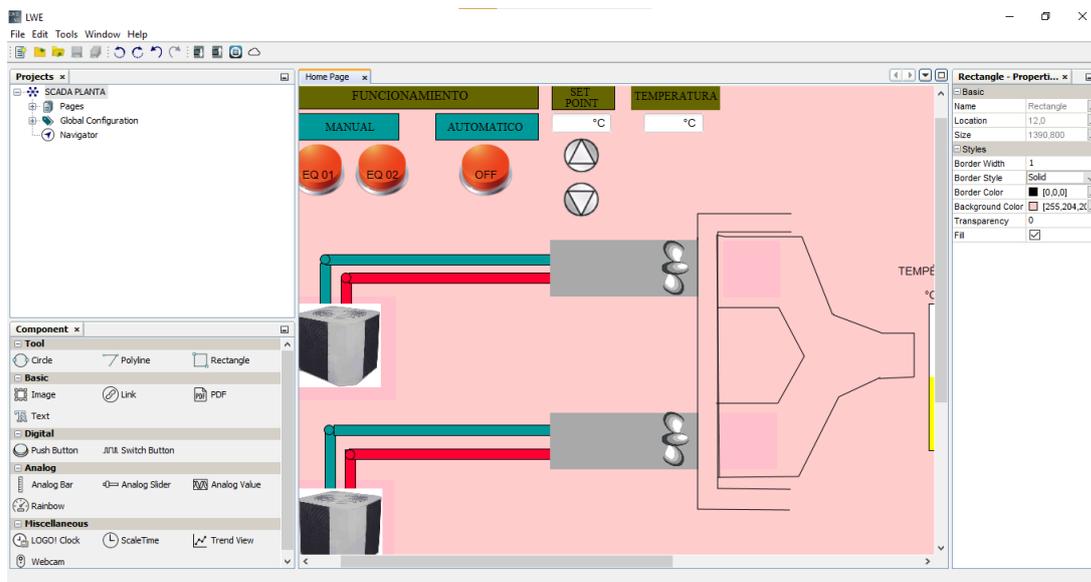


Nota. La figura muestra la pantalla para el acceso al servidor Logo Web Server.

En la figura 22 se muestra el Scada desarrollado para el sistema de climatización.

Figura 22

Scada desarrollado



Nota. La figura muestra el proceso de desarrollo del Scada para el PLC Logo a través del LWE. Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO 4

RESULTADOS

En este capítulo se mostrará los resultados obtenidos con la implementación del sistema propuesto.

4.1 RESULTADOS

Luego de implementar el sistema de control de temperatura se verifica el funcionamiento del sistema de control, para lo cual se ingresa la consigna y se selecciona el modo de funcionamiento automático.

Datos iniciales del centro de transformación

Temperatura: 36°C

Humedad relativa: 78%

Datos ingresados al PLC

Consigna: 22°C

4.2 FUNCIONAMIENTO

Para el modo de funcionamiento manual, se selecciona el equipo a través del selector y este permanecerá encendido hasta que sea desactivado desde el selector.

Para el modo de funcionamiento automático, el sistema acciona el primer equipo de aire acondicionado, iniciando con el accionamiento del evaporador N°01, después de un minuto enciende el condensador N°01. La temperatura comienza a descender, pero aún está muy lejos de la consigna, Después de un minuto enciende el equipo N°02, iniciando por el evaporador n°01 y después de un minuto enciende el condensador N°02. En ese momento ambos equipos de aire acondicionado se encuentran en funcionamiento. La temperatura desciende más rápido, después de media hora el sistema está a dos grados de la consigna, desactiva el equipo de aire acondicionado N°02 dejando solo el funcionamiento el equipo N°01

Después de una hora el sistema se encuentra estable, alcanzando la consigna y solo manteniendo la temperatura deseada con un equipo de aire acondicionado en funcionamiento. El otro equipo se encuentra en reserva por el sistema de control.

Se verifica el funcionamiento y accionamiento a y través del sistema Scada.

4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE AUTOMATIZACIÓN.

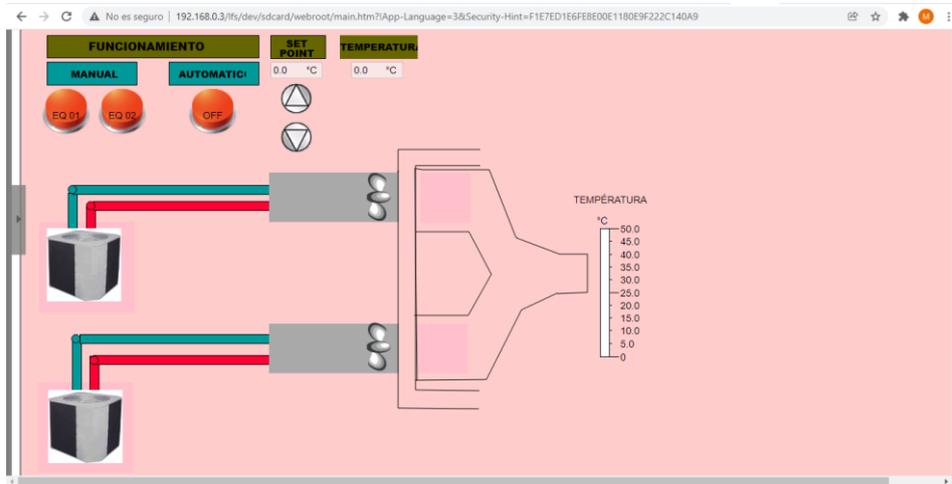
A continuación, se muestran las imágenes de la implementación del producto del proyecto.

4.4 MONITOREO

El monitoreo del sistema Scada se logró realizar a través de la web del servidor Logo Web Server como se muestra en la figura 23 y figura 24 sistema Scada.

Figura 23

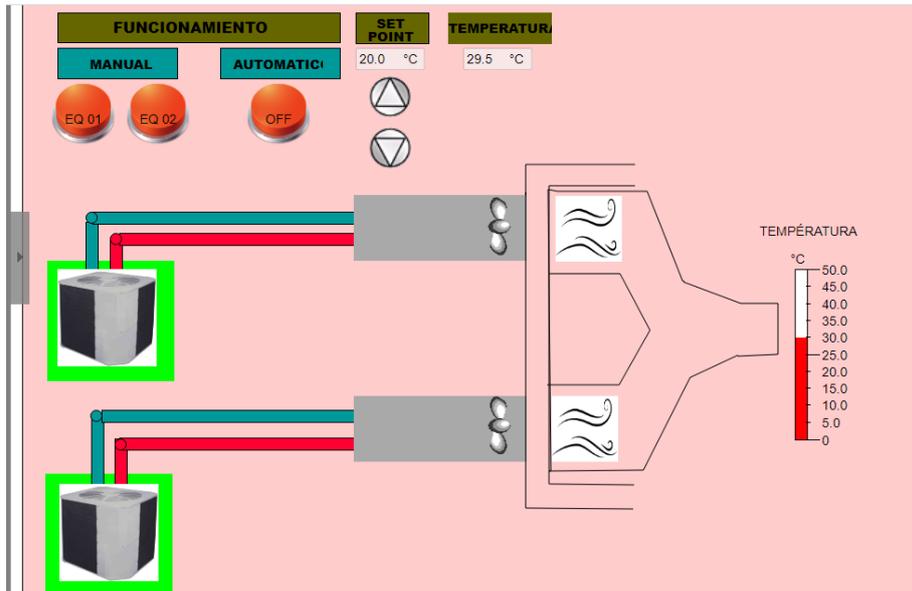
Monitoreo por el servidor Logo Web Server



Nota. La figura muestra el monitoreo a través de la web del sistema de climatización desactivado. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24

Monitoreo por el servidor Logo Web Server accionado



Nota. La figura muestra el monitoreo a través de la web del sistema de climatización activado. Fuente: Elaboración Propia

4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se logro realizar las estimaciones de carga térmica y el dimensionamiento del sistema de climatización. Con esta información se realizó el dimensionamiento e implementación del sistema eléctrico. Se logro desarrollo el automatismo para el sistema de climatización

Se realizaron pruebas del monitoreo a través de la web dentro la empresa.

Solo se logró el monitoreo del sistema desde la red ethernet de la empresa. A los usuarios conectados desde la red interna.

No se logró la comunicación desde una red externa, al sistema.

El sistema de comunicación Scada a través de la web del servidor es prometedor porque se es gratuito y puede ser implementado en sistemas que se desee monitorear desde la misma la red interna.

Existe un riesgo de vulnerabilidad con a la información. La comunicación ethernet es la utilizada. Para tener Acceso se debe liberar el puerto 80 o 8080, esto puertos son de utilizados para pruebas de aplicaciones web.

CONCLUSIONES

Se logro cumplir con los objetivos trazados.

Para el dimensionamiento del sistema eléctrico es recomendable utilizar guías normativas que garanticen un dimensionamiento adecuado y evitar poner en riesgo la instalación.

La utilización de la tecnología que el proveedor de PLC Siemens brinda, facilita la incursión a la tecnología industria 4.0, Actualmente el servicio de la nube que ofrece Siemens para su PLC Logo es utilizando los servicios de Amazon Web Services AWS, que generan una vinculación económica al tener que registrarse con una tarjeta de crédito. Pero para solución simple la utilización del servidor web server puede ser suficiente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda poner en práctica proyectos que permitan el monitoreo a distancia y evitar exponerse a contagios por lo visto en la pandemia Covid.

BIBLIOGRAFÍA

Albiño A. y Pisco J. (2020), *Estudio de un sistema remoto para el control y supervisión de los sistemas de climatización, seguridad e iluminación*. Ecuador.

Bernal A., Morales J., Moreno I. y Serracín J. (2019). *Sistema de Automatización de Acondicionadores de Aire y Luminarias para Edificios utilizando sensores de Bajo Costo*. Pereira, Colombia.

Bolton W. (2017) *Mecatrónica sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica*, sexta Edición. Editorial Alfaomega. México 2017

Carrier Air Conditioning Company. (1980). *Manual de aire acondicionado Carrier*. (5a ed). Marcombo.

Cosme J., Lagos M., Salgado G., Sánchez F., Tapia V. y Vega J. (2020). *Red de monitorización para automatizar el sistema de enfriamiento de un centro de datos*. Ingenius. Revista de ciencia y tecnología, 87-96.

Choque Alave, J. C. L., & Encalada Quiroz, J. M. (2020). *Diseño de un sistema de control y supervisión para unidades de tratamiento de aire en sistemas de climatización aplicando control difuso*.

Fraile Mora, J. (2003). *Maquinas Eléctricas*. España: McGRAW-HILL.

García A., Jalomo J. y Zaragoza J. (2017). *Control para un sistema de aire acondicionado, empleando un desarrollo electrónico embebido con aplicación de técnicas de control difuso PD+I y control PID clásico*.

Mayorga. Chimborazo, Ecuador. D., Castro L., Perez J., Pineda E. y Ullauri A. *Diseño, automatización e instalación de un sistema de ambiente controlado bajo la norma iso/iec 17025 para la bodega del laboratorio de equipos de metrología de la facultad de Mecánica – ESPOCH*. Chimborazo, Ecuador

Ramos Bravo, L. (2018). *Automatización de una instalación de aire acondicionado*.

Siac Company (20 de 11 de 2021), Siac Company, obtenido de Siac Company (<https://siaccompany.com/2018/11/10/principales-componentes-del-sistema-de-aire-acondicionado/>)

Sosa M. y Sosa E. (2017). *Internet de las cosas en Entorno Académicos. Caso de éxito en la Universidad de Misiones*. Posadas, Argentina.

ANEXOS

ANEXO 1

CONTROL DE VERSIONES					
VERSION	REALIZADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	FECHA	CALIDAD
1.0	JP	JM	GO		ORIGINAL

1. ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO	
PROYECTO	Diseño e Implementación del sistema de climatización automatizado del centro de transformación eléctrica.
PATROCINADOR	Gerente de Operaciones
JEFE DEL PROYECTO	Jefatura de Proyectos
ASESORIA	Jefe de Mantenimiento

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO (¿qué?, ¿quién?, ¿Cómo?, ¿Cuándo? Y ¿Dónde?)
<p>El proyecto de Implementación del sistema de climatización automatizado del centro de transformación eléctrica.” consiste en proponer un sistema de climatización para el enfriamiento de los dos transformadores buscando mantener la vida útil de los mismos.</p> <p>El proyecto será desarrollado por el área de proyectos, encargado de la toma de datos, recopilación de información, elaboración de planos, planos finales y los entregables. Se contará con apoyo del área de mantenimiento para brindar el soporte cuando este se requiera.</p>

El proyecto se considera para tener una vida de 100 días calendarios. Iniciando las labores en el mes de julio del presente año.

El proyecto se realiza para el centro de transformación eléctrica de la empresa industrial en la localidad de Lima – Perú.

3. BREVE DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO (características, funcionalidades, soporte, entre otros)

El sistema de climatización consiste dos equipos de aire acondicionado de 48000 BTU cada uno, el evaporador de tipo ducto Split acoplado al sistema de ductos de ventilación que mantendrá a los transformadores que se encuentran dentro de la bóveda donde la temperatura ambiente se mantendrá por debajo de los 40 °C que permita la disipación de calor producto de la operación de los transformadores. El PLC Logo de la marca Siemens será el controlador que gobernará a los equipos de aire acondicionado: principal y secundario en función de la temperatura ambiente. Así mismo contará con un sistema alternado y podrá ser monitoreado a distancia a través del servidor Logo Web Server

4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

COSTO	Cumplir con el presupuesto asignado para el proyecto.
TIEMPO	Entregar el proyecto en el plazo establecido.

ALCANCE	<p>El presente proyecto tiene como alcances los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamiento del sistema de climatización. • Dimensionamiento e implementación del sistema eléctrico para el sistema de climatización. • Dimensionamiento e implementación del sistema de protección. • Diseño e implementación de la Automatización del sistema de climatización
CALIDAD	Cumplir con las normativas.

5. PREMISAS INICIALES

SUPUESTOS	RESTRICCIONES
Se cumplirán los tiempos de entrega de información.	Fechas de entrega de avances definidas.
Se cumplirán las actividades según el cronograma.	Transmisión de información utilizando los canales establecidos.
Disponibilidad de productos y servicios localmente.	

6. LISTA DE DISTRIBUCION DEL ACTA DE CONSTITUCION

(Quien recibe el Acta de Constitución)

El acta de constitución se presenta a los siguientes interesados:

- Gerente de Operaciones
- Jefatura de mantenimiento

7. INTERESADOS CLAVE

(Persona u organización que esta participando en el proyecto o cuyos intereses pueden estar afectados positiva o negativamente por la ejecución del proyecto)

1. Gerencia de operaciones
2. Área de proyectos
3. Área de mantenimiento
4. Área de producción
5. Clientes
6. Proveedores

8. CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO

HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO	FECHA PROGRAMADA
Recopilación de información, datos y requerimientos.	Del 01/06/21 al 08/06/21
Esbozo inicial del proyecto.	Del 09/06/21 al 15/06/21
Diseño de la solución propuesta.	Del 16/06/21 al 22/06/21
Elaboración de planos iniciales.	Del 23/06/21 al 29/06/21
Dimensionamiento y selección de equipos.	Del 29/06/21 al 06/07/21
Presentación y aprobación de la solución propuesta.	Del 07/07/21 al 13/07/21
Implementación de la solución propuesta	Del 15/07/21 al 20/08/21
Elaboración de planos finales	Del 21/08/21 al 31/08/21
Elaboración de entregables finales	Del 01/09/21 al 07/09/21
Fin del Proyecto	Del 08/09/21 al 09/09/21

9. PRINCIPALES AMENZAS DEL PROYECTO

- No cumplir con el tiempo establecido para el proyecto por la pandemia COVID-19, falta de personal por enfermedad, descanso médico o aislamiento.
- No cumplir con el presupuesto establecido a causa de la variación económica que el Perú sufre por la pandemia COVID-19.
- No contar con los suministros necesarios para la realización del proyecto a causa de la pandemia COVID-19.

10. PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO

Existe posibilidades de implementar un proyecto similar en otras empresas que presenta similares problemas.

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO S/.
02	Equipo 48000 BTU/H YORK R410A ECOLOGICO TIPO FAN COIL DUCTO TRIFASICO	12.400,00
02	INSTALACION DE EQUIPO DE 48000 BTU/H <ul style="list-style-type: none">• Fabricación de base metálica para condensador.• Montaje de la unidad condensadora.• Montaje de unidad evaporadora.• Tendido de tubería de cobre.• Aislamiento de tubería de cobre con manguera aislante.	4.000,00

	<ul style="list-style-type: none"> • Soldado de tuberías de cobre. • Presurizado del sistema de refrigeración con nitrógeno (500 psi). • Secado del sistema con bomba de vacío. • Prueba de vacío con vacuómetro. • Interconexión eléctrica entre condensador y evaporador. • Carga de refrigerante. 	
02	FABRICACION Y MONTAJE DE DUCTOS FIERRO GALVANIZADO.	2.500,00
02	CABLEADO ELECTRICO	500,00
01	TABLERO ELECTRICO 300X300X200	200,00
01	PLC LOGO V8.3 SIEMENS 24VDC	600,00
04	RELE ENCAPSULADO 24VDC	100,00
02	TUBERIA Y ACCESORIOS EMT CONDUIT GALVANIZADA	200,00
	INVERSION	S/.20,500,00

ANEXO 2

IDENTIFICACION DE INTERSADOS

TABLA 6

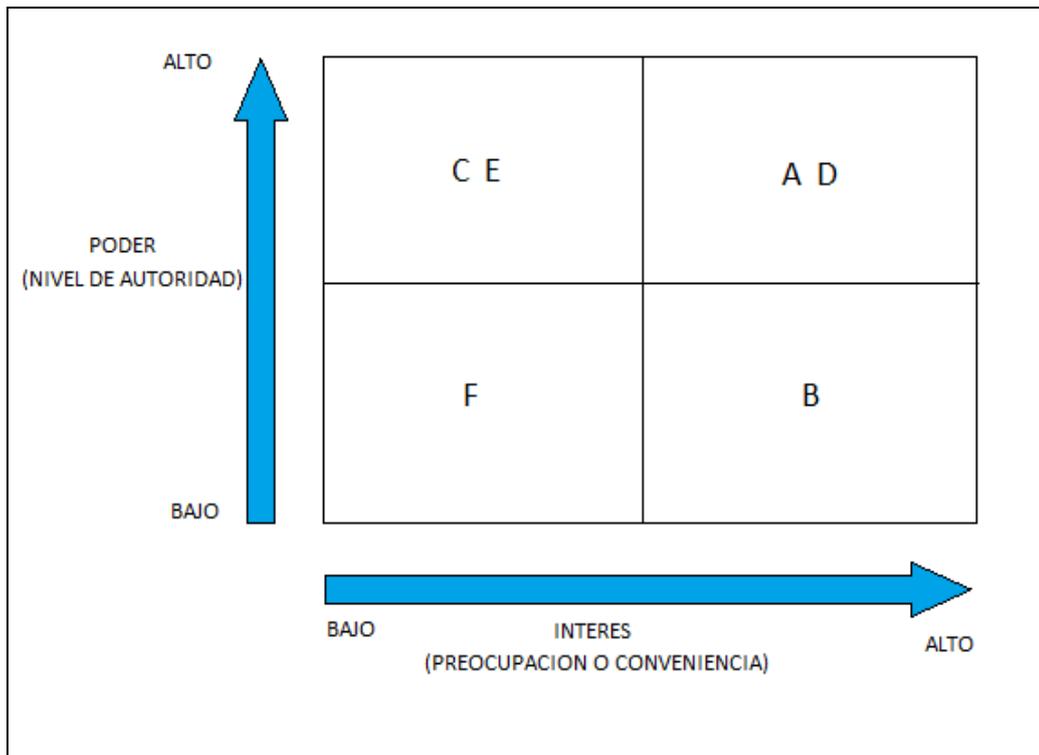
REGISTRO DE STAKEHOLDERS

REGISTRO DE STAKEHOLDERS		
ID	INTERESADOS	RELACION CON EL PROYECTO
A	Gerencia de operaciones	Colaborador
B	Área de proyectos	Colaborador
C	Área de mantenimiento	Beneficiario
D	Área de producción	Beneficiario
E	Clientes	Beneficiario
F	Proveedores	Beneficiario

TABLA 7

MATRIZ DE PODER – INTERÉS

REGISTRO DE STAKEHOLDERS	
ID	INTERESADO
A	Gerencia de operaciones
B	Área de proyectos
C	Área de mantenimiento
D	Área de producción
E	Clientes
F	Proveedores



Fuente propia

TABLA 8

MATRIZ DE INVOLUCRAMIENTO DE INTERESADOS

REGISTRO DE STAKEHOLDERS						
ID	INTERESADO	PODER	INFLUENCIA	INTERES	IMPACTO	EVALUACION
A	Gerencia de operaciones	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Líder
B	Área de proyectos	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Líder

C	Área de mantenimiento	Alto	Muy Alto	Alto	Alto	Apoyo
D	Área de producción	Muy Alto	Alto	Medio	Medio	Reticente
E	Clientes	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Neutral
F	Proveedores	Muy Bajo	Muy Bajo	Alto	Alto	Neutral

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3

PLANIFICACION DEL PROYECTO

PLAN DE GESTION DEL ALCANCE

PROCESO DE DEFINICION DEL ALCANCE

La gestión del alcance del proyecto será responsabilidad del jefe de proyecto, siendo esta aprobada por el gerente de operaciones.

La definición del alcance se generará en función de los objetivos trasados para el proyecto. Se deberá presentar informes de rendimientos semanales de trabajo y Check List de los entregables.

ROLES Y RESPONSABILIDADES

CARGOS	FUNCIONES
Gerente de operaciones	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del proyecto.• Facilitar los recursos financieros para la ejecución del proyecto.• Aprobar o rechazar las solicitudes de cambio.
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Responsable del proyecto.• Planificación del proyecto, definición de objetivos.• Verifica y valida el alcance del proyecto.• Estimación del presupuesto.• Dirigir y gestionar la dirección del proyecto.• Responsable de las adquisiciones.• Control del presupuesto.• Control de órdenes de compra.

Jefe de Mantenimiento (asesor)	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar información necesaria que contribuya al éxito del proyecto. • Brindar soporte técnico al proyecto cuando este lo requiera.
Supervisor de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorear y controlar la ejecución del proyecto. • Ejecutar la solicitud de cambio aprobado. • Reportar los avances del proyecto y entregables. • Realizar tareas asignadas por el jefe de proyectos.
Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar actividades establecidas en el proyecto

VERIFICACION DEL ALCANCE

REVISION Y APROBACION DE ENTREGABLES

1. Semanalmente se realizará reunión presencial u online (según se disponga) donde se comunicará los avances y ejecución de los entregables.
2. El jefe de proyectos revisara los entregables y si cumple con lo solicitado, solicitara la aprobación al gerente de operaciones.

CAMBIOS EN EL ALCANCE

Los cambios o modificaciones en el proyecto serán presentados al jefe de proyectos quien evaluara lo solicitado y de proceder será puesto en conocimiento del gerente de operaciones quien tomara la decisión final.

Las personas responsables de aceptar y aprobar los entregables serán el Gerente de operaciones y el jefe de proyectos.

Todo cambio implica modificaciones de costo y tiempo para el proyecto.

Los medios a emplear para el cambio o modificación del alcance serán:

Solicitud de cambio de alcance: Emitido por el supervisor y jefe de mantenimiento.

Evaluación de cambio o modificación del alcance: Realizado por el jefe de proyectos.

Aprobación de cambio o modificación del alcance: Realizado por el gerente de operaciones.

ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
Diseño e Implementación del sistema de climatización automatizado del centro de transformación eléctrica.	DISCACT

ALCANCE DEL PRODUCTO	
REQUISITOS	CARACTERISTICAS
Mantener la temperatura ambiente de los transformadores inferior a 40 °C.	El sistema compuesto por dos equipos de aire acondicionado poseerá un controlador donde se ingresará el valor de

específicamente comprendidos entre valores de 22°C a 25°C. El control de humedad no será considerado.	consigna para el funcionamiento automático. La humidificación del aire ser por aportación del aire húmedo del exterior.
Funcionamiento Automático	Presentará dos modos de funcionamiento: Automático y manual, local y a distancia. El modo automático dependerá del valor de consigna.
Monitoreo online	Podrá ser monitoreado de manera online a través del servidor Logo web Sever
Evitar condensación por punto de rocío	El controlador No permitirá el ajuste para valores inferiores que generen condensación.
Cumplimiento de las normativas	Cumplir con lo establecido por ASHRAE, el Código Nacional Eléctrico, Norma técnica,

CRITERIOS DE ACEPTACION DEL PRODUCTO	
CONCEPTOS	CRITERIOS DE ACEPTACION
1. TÉCNICOS	Lo estipulado en el diseño, tales como temperatura, modo de operación, etc.
2. DE CALIDAD	Cumplir con las normativas.
3. ADMINISTRATIVOS	Conformidad del gerente de operaciones y jefe de mantenimiento
4. COMERCIALES	No aplica.

5. SOCIALES	No aplica.
-------------	------------

DESCRIPCION DEL ALCANCE DEL PROYECTO
<p>El proyecto consiste en la implementación de un sistema de enfriamiento para el centro de transformación de la empresa en la localidad de Lima – Perú. Se busca reducir la temperatura de funcionamiento de los transformadores de distribución brindando una temperatura ambiente inferior a los 40°C que permita la disipación correcta de los transformadores. Así mismo evitar la condensación por el punto de rocío. El sistema poseerá un funcionamiento automático y podrá ser monitoreado a distancia a través del servidor Logo Web Server de manera online. El sistema aplicado debe cumplir con las normativas establecidas.</p>

FASES DEL PROYECTO	
FASE 1 ANALISIS	Se inicia con la recolección de información y datos, características de lugar de estudio, generación de ideas, selección de alternativas, etc.
FASE SINTESIS	Esta fase comprende las especificaciones técnicas, características principales del producto, diseño, los cálculos, estimaciones, elaboración de planos, dimensionamientos, lista de materiales, etc.

FASE MATERIALIZACION	Esta fase comprende la implementación del producto, programación, según el alcance establecido.
FASE DE PRUEBAS	Esta fase comprende las pruebas técnicas de funcionamiento del producto y las pruebas de usuario.

ENTREGABLES DEL PROYECTO	
FASE 1 ANALISIS	Especificaciones generales del producto. Especificaciones del centro de transformación.
FASE SINTESIS	<ul style="list-style-type: none"> • Planos iniciales. • Fichas técnicas de equipos seleccionados.
FASE MATERIALIZACION	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de avance
FASE DE PRUEBAS	<ul style="list-style-type: none"> • Planos finales. • Manual de operación.

ANEXO 4

DICCIONARIO DE LA EDT

ACTIVIDAD	DESCRIPCION
Sistema de climatización	Circuito cerrado comprendido por uno o más equipos de refrigeración que mantienen un ambiente a una temperatura deseada.
Carga térmica	Calor que se desea evacuar de un ambiente a otro
Control	Capacidad de estabilizar una o más variables
Planos	Documentos donde se muestra la representación gráfica, características y posición de los elementos que lo conforman.
PLC	Controlador electrónico inteligente con capacidad de guardar instrucciones que posteriormente son ejecutadas.
Manual de operación	Documento que contine las características del equipo, funcionamiento y mantenimiento.,

ANEXO 5

RESUMEN DE HITOS DEL PROYECTO

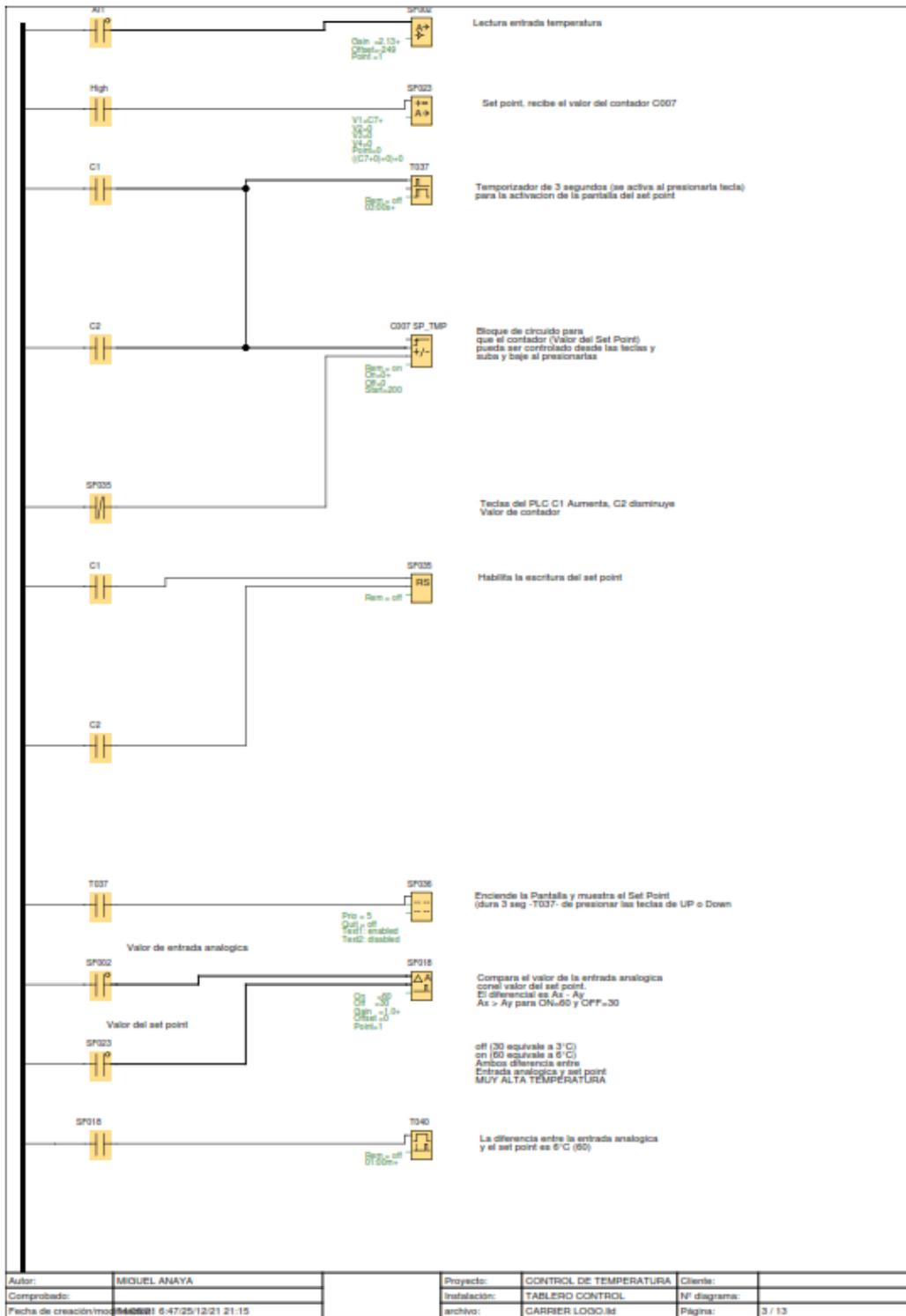
RESUMEN DE HITOS DEL PROYECTO	
HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO	FECHA PROGRAMADA
Recopilación de información, datos y requerimientos.	Del 01/06/21 al 08/06/21
Esbozo inicial del proyecto.	Del 09/06/21 al 15/06/21
Diseño de la solución propuesta.	Del 16/06/21 al 22/06/21
Elaboración de planos iniciales.	Del 23/06/21 al 29/06/21
Dimensionamiento y selección de equipos.	Del 29/06/21 al 06/07/21
Presentación y aprobación de la solución propuesta.	Del 07/07/21 al 13/07/21
Implementación de la solución propuesta	Del 15/07/21 al 20/08/21
Elaboración de planos finales	Del 21/08/21 al 31/08/21
Elaboración de entregables finales	Del 01/09/21 al 07/09/21
Fin del Proyecto	Del 08/09/21 al 09/09/21

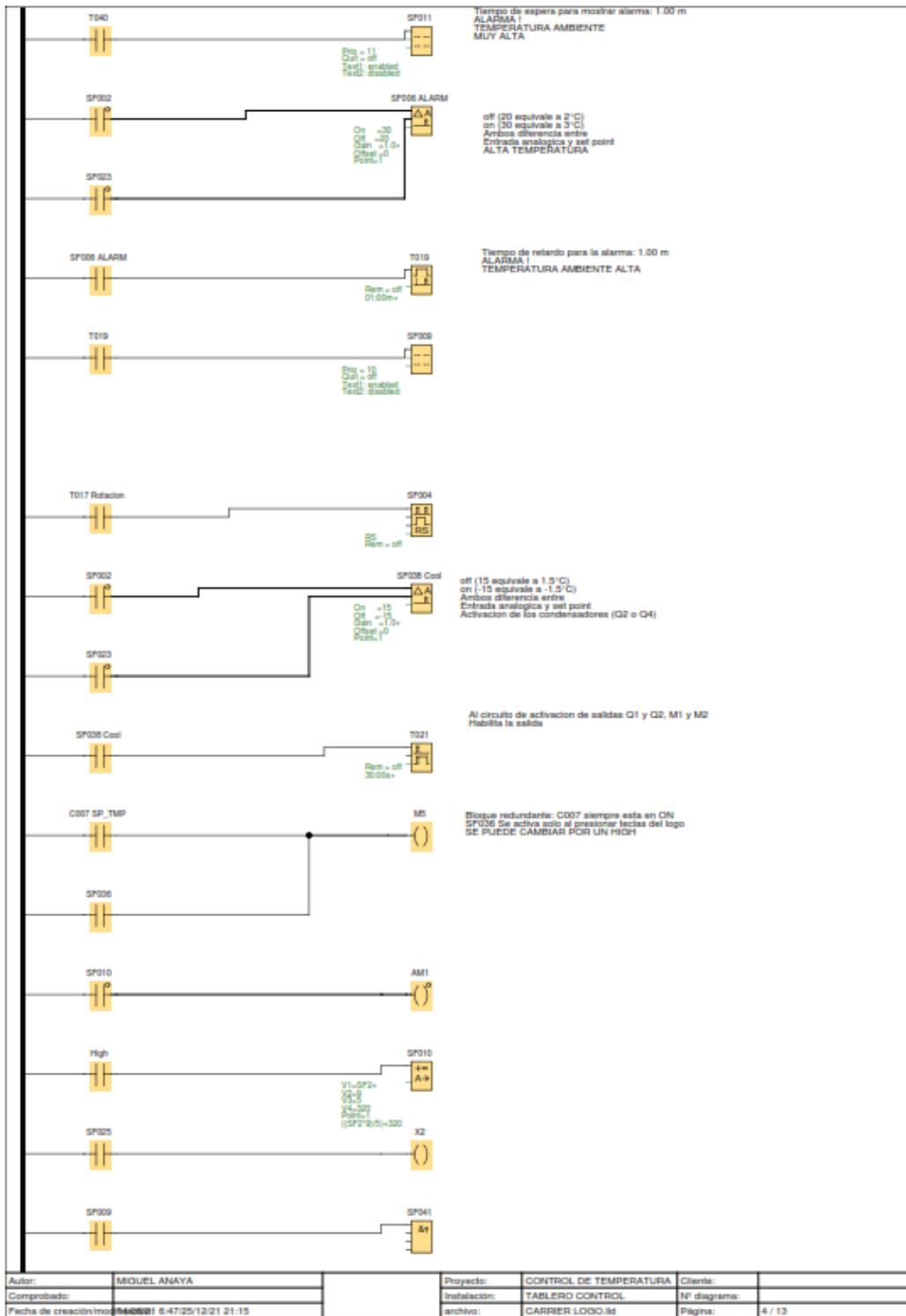
ANEXO 6

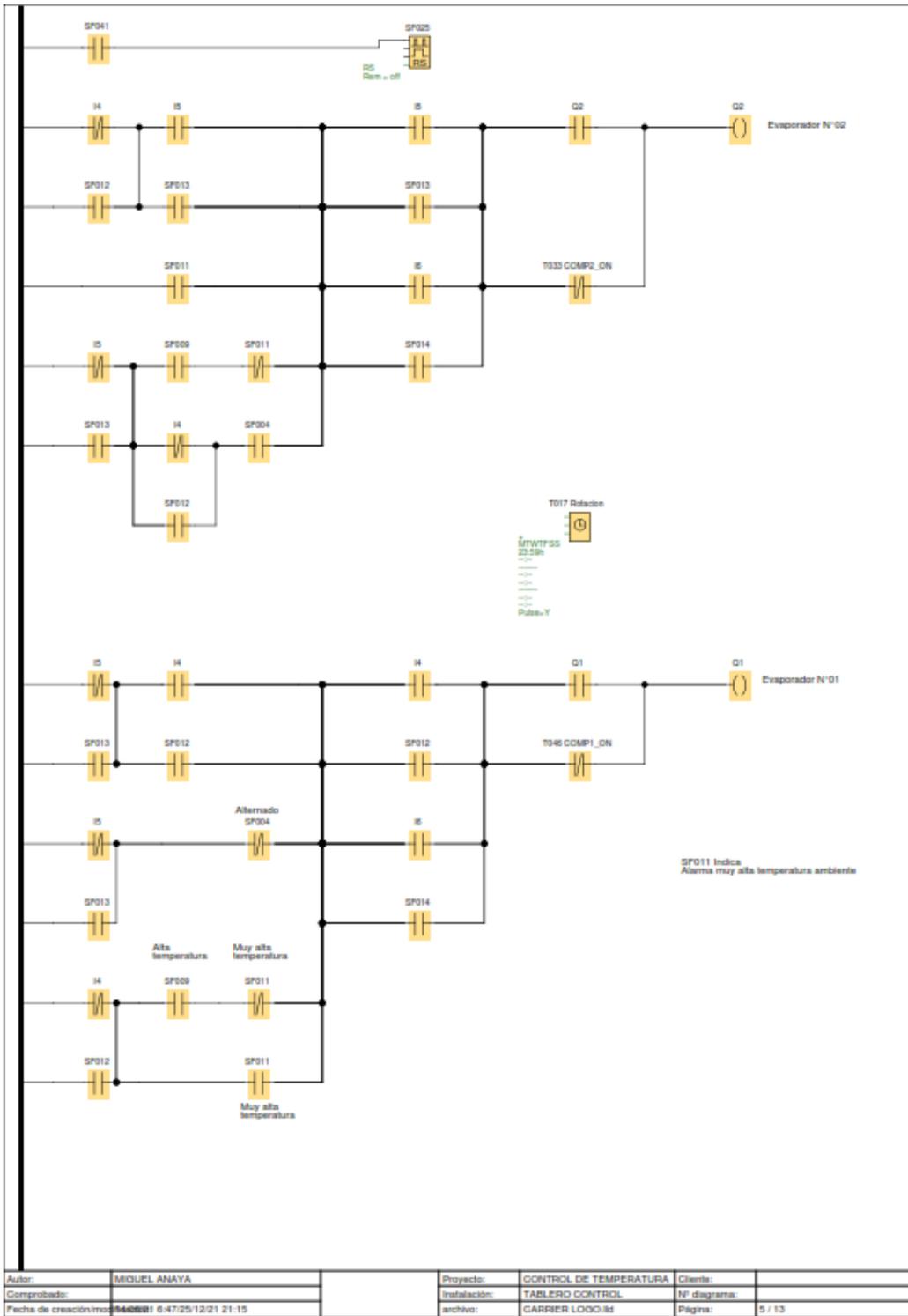
PROGRAMA PLC

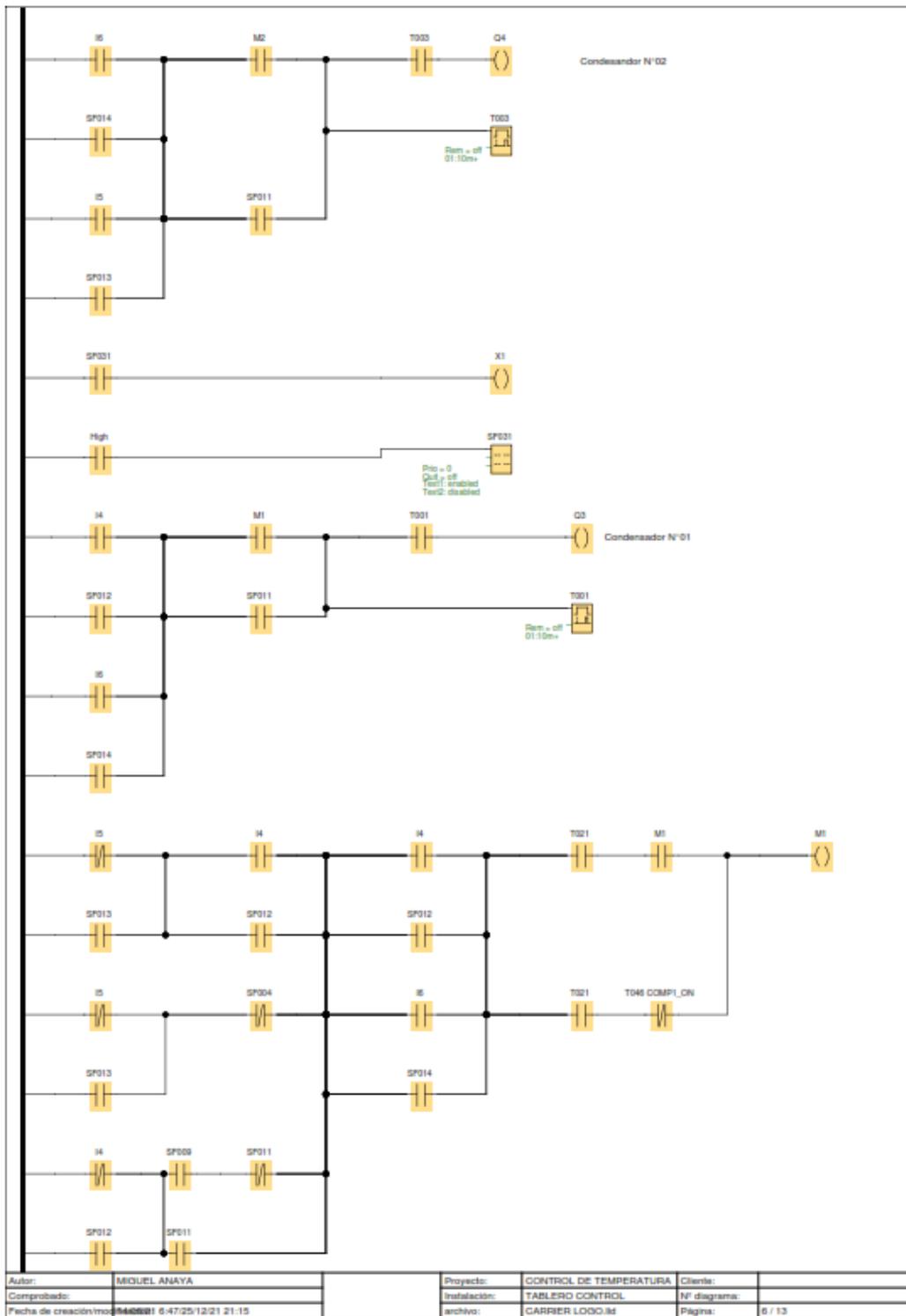
Mapeando parámetro VM					
ID	Bloque	Parámetro			
1	SF002 [Amplificador analógico]	Ax, amplificado			
2	SF038 Cool [Comparador analógico]	Ay, amplificado			

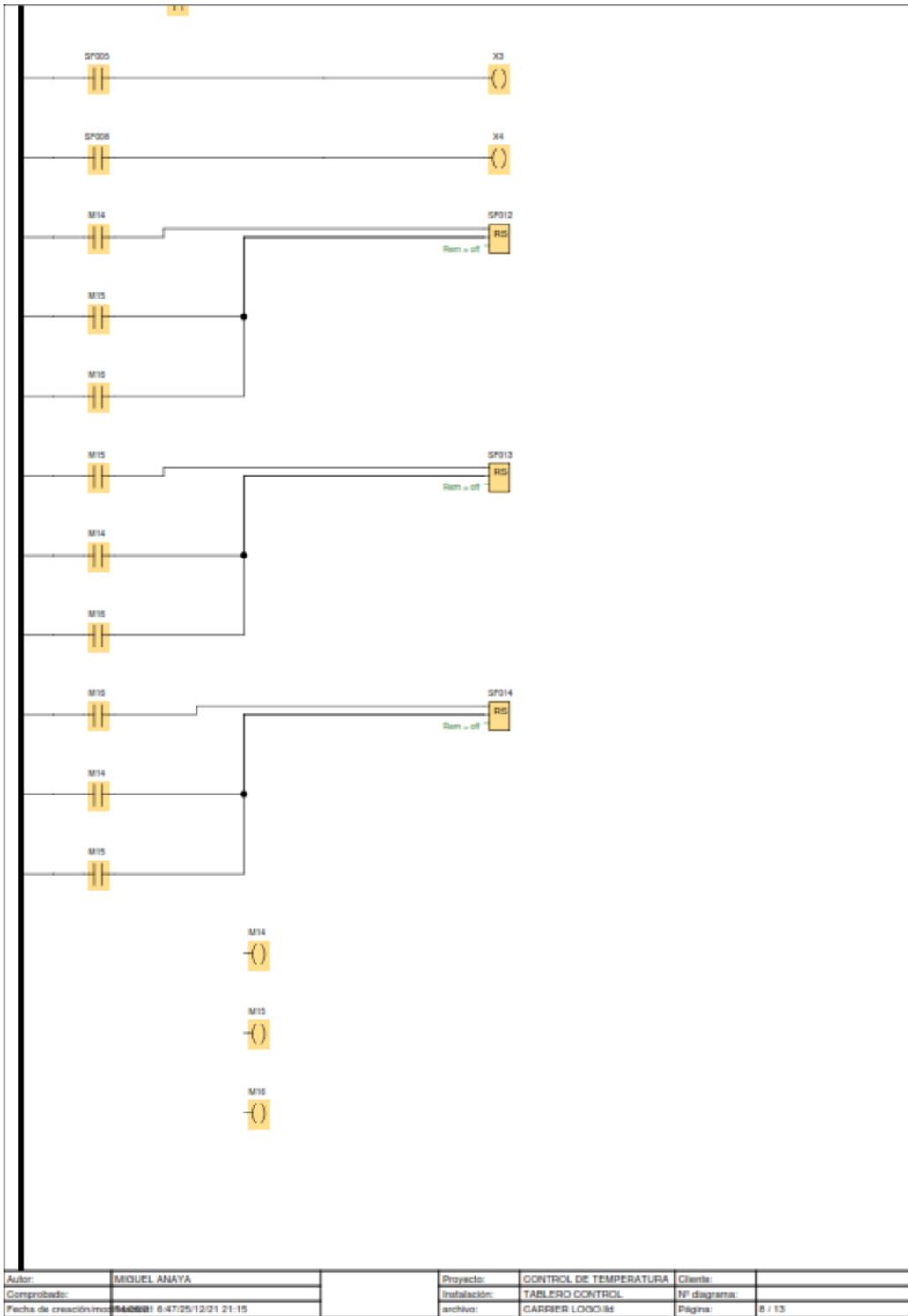
Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:	
Fecha de creación/mod:	14/08/11 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOCO.lid	Página:	2 / 13



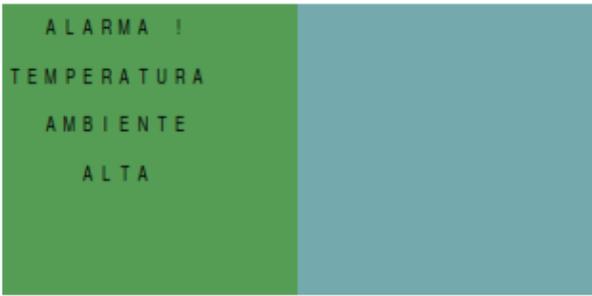


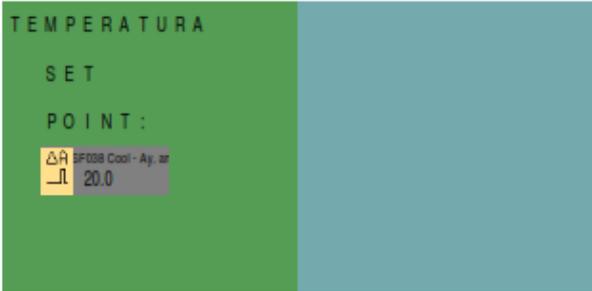






Número de bloque (tipo)	Parámetro												
C007 SP_TMP(Contador adelante/atrás) :	Rem = on On=3+ Off=0 Start=200												
SF002(Amplificador analógico) :	Gain =2.13+ Offset=-248+ Point =1												
SF004(Relé de impulsos) :	RS Rem = off												
SF005(Texto de aviso) :	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>Line5.1 SF005-EnableTime Line6.1 SF005-EnableDate</p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> Prio = 1 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - C30 - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Display de LOGO! </pre> </div> </div>												
SF006 ALARM(Comparador analógico) :	On =30 Off =20 Gain =1.0+ Offset =0 Point=1												
SF008(Texto de aviso) :	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>Line5.1 SF008-EnableTime Line6.1 SF008-EnableDate</p> </div> <div style="width: 50%;"> <pre> Prio = 2 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - C30 - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Display de LOGO! </pre> </div> </div>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Autor:</td> <td style="width: 25%;">MIQUEL ANAYA</td> <td style="width: 25%;">Proyecto:</td> <td style="width: 25%;">CONTROL DE TEMPERATURA</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td>TABLERO CONTROL</td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/mc:</td> <td>14/02/21 6:47:25/12/21 21:15</td> <td>archivo:</td> <td>CARRIER LOGO.M</td> </tr> </table>		Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Fecha de creación/mc:	14/02/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOGO.M
Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA										
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL										
Fecha de creación/mc:	14/02/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOGO.M										

Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
SF009(Texto de aviso) : 	Prio = 10 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - C&B - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Ambos																		
SF010(Instrucción aritmética) :	V1=SF2+ V2=9 V3=9 V4=320 Point=1 $((SF2*9)/9)+320$																		
SF011(Texto de aviso) : 	Prio = 11 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - C&B - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Ambos																		
SF012(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
SF013(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
SF014(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
SF018(Comparador analógico) :	On =60 Off =30 Gain =1.0+ Offset =0 Point=1																		
SF023(Instrucción aritmética) :	V1=C7+ V2=0 V3=0 V4=0 Point=0 $((C7+0)+0)+0$																		
SF025(Relé de impulsos) :	RS Rem = off																		
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>MIQUEL ANAYA</td> <td>Proyecto:</td> <td>CONTROL DE TEMPERATURA</td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td>TABLERO CONTROL</td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/mc:</td> <td>14/08/21 6:47:25/12/21 21:15</td> <td>archivo:</td> <td>CARRIER LOOD.M</td> <td>Página:</td> <td>10 / 13</td> </tr> </table>		Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:		Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:		Fecha de creación/mc:	14/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	10 / 13
Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:															
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:															
Fecha de creación/mc:	14/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	10 / 13														

Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
SF031(Texto de aviso) :  <p>Line3.5 SF002-Ax Line3.12 Line4.5 SF038 Cool-Ay Line4.12</p>	Prlo = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Ambos																		
SF035(Relé autoenclavador) :	Rem = off																		
SF036(Texto de aviso) :  <p>Line4.3 SF038 Cool-Ay Line4.10</p>	Prlo = 5 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N - Line5: N - Line6: N Destino de aviso - Ambos																		
SF038 Cool(Comparador analógico) :	On =15 Off =-15 Gain =-1.0+ Offset =0 Point=-1																		
T001(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:10m+																		
T003(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:10m+																		
T017 Rotacion(Temporizador semanal) :	+ MTWTFSS 23:59h ---:-- ---:-- ---:-- ---:-- ---:-- ---:-- Pulse=Y																		
T019(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00m+																		
T021(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 30:00s+																		
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>MIQUEL ANAYA</td> <td>Proyecto:</td> <td>CONTROL DE TEMPERATURA</td> <td>Cliente:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Instalación:</td> <td>TABLERO CONTROL</td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/mc:</td> <td>04/08/21 6:47:25/12/21 21:15</td> <td>archivo:</td> <td>CARRIER LOOD.M</td> <td>Página:</td> <td>11 / 13</td> </tr> </table>		Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:		Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:		Fecha de creación/mc:	04/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	11 / 13
Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:															
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:															
Fecha de creación/mc:	04/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	11 / 13														

Número de bloque (tipo)	Parámetro				
T033 COMP2_ON(Retardo a la desconexión) :	Rem = on 01:00m+				
T037(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 03:00s+				
T040(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00m+				
T046 COMP1_ON(Retardo a la desconexión) :	Rem = on 01:00m+				
Autor:	MIGUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:	
Fecha de creación/mc:	14/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	12 / 13

Conector	Rotulación				
A11					
C1					
C2					
I1					
I2					
I4					
I5					
I6					
AM1					
M1					
M2					
M3					
M4					
M5					
M14					
M15					
M16					
Q1					
Q2					
Q3					
Q4					
X1					
X2					
X3					
X4					
Autor:	MIQUEL ANAYA	Proyecto:	CONTROL DE TEMPERATURA	Cliente:	
Comprobado:		Instalación:	TABLERO CONTROL	Nº diagrama:	
Fecha de creación/mc:	14/08/21 6:47:25/12/21 21:15	archivo:	CARRIER LOOD.M	Página:	13 / 13