

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN EL  
SOFTWARE QUICK HMI PARA EL MONITOREO Y OPERACIÓN DE LOS DOS  
CHILLER CENTRÍFUGO CON GENERACIÓN DE REPORTE ESTADÍSTICO EN  
EL HOTEL HILTON COLÓN GUAYAQUIL”

AUTORES:

EMILIO ERNESTO ORTEGA ORTIZ  
JOSHUE ARTURO TORRES POVEDA

TUTOR:

ING. PABLO ECHEVERRIA A.

GUAYAQUIL - ECUADOR

2019

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA

Nosotros, Emilio Ortega Ortiz y Joshue Torres Poveda declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestro proyecto de titulación; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestro derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, Marzo del 2019

(f) \_\_\_\_\_

Joshue Arturo Torres Poveda.  
C.I.0926351644

(f) \_\_\_\_\_

Emilio Ernesto Ortega Ortiz.  
C.I 0925994477

## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR

Nosotros, Emilio Ortega Ortiz y Joshue Torres Poveda con cédula de identidad Ortiz con cédula de identidad N.º 0925994477 y Joshue Arturo Torres Poveda con cédula de identidad N.º 0926351644, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial del actual proyecto de titulación con el tema “Diseñar e implementar un sistema Scada basado en el software Quick HMI para el monitoreo y operación de los chiller centrífugo con generación de reporte estadístico en el Hotel Hilton Colón Guayaquil.”

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual Del Ecuador, en mi condición de autor reservo los derechos morales de la obra anteriormente citada.

En concordancia, suscribo este documento en el momento que realice entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, Marzo del 2019

(f) \_\_\_\_\_

Joshue Arturo Torres Poveda.  
C.I.0926351644

(f) \_\_\_\_\_

Emilio Ernesto Ortega Ortiz.  
C.I 0925994477

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Pablo Echeverría A. declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación “Diseñar e implementar un sistema Scada basado en el software Quick HMI para el monitoreo y operación de los chiller centrífugo con generación de reporte estadístico en el Hotel Hilton Colón Guayaquil.” con resolución de aprobación de Consejo de Carrera RESOLUCION N° 610-021-2017-09-25 realizado por el estudiante Emilio Ernesto Ortega Ortiz con cédula de identidad N.º 0925994477 y Joshue Arturo Torres Poveda con cédula de identidad N.º 0926351644 obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y demás requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Guayaquil, Marzo del 2019

(f) \_\_\_\_\_

Ing. Pablo Echeverría A.

C.I. 0916893357

## DEDICATORIA

Este proyecto le dedico a Dios, a mis padres quienes han sido mis mayores ejemplos en la vida de entrega, lucha y sacrificio, y han sabido guiarme para nunca rendirme por más que sea la dificultad.

A mis hermanas que siempre han estado junto a mí, con su apoyo incondicional y que con ellas aprendí que cada esfuerzo en esta vida tiene su recompensa.

Al Ingeniero Pablo Echeverría, Director del proyecto de titulación por sus consejos y valioso tiempo entregado al proyecto.

(f) \_\_\_\_\_

Emilio Ernesto Ortega Ortiz.  
C.I 0925994477

## DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre me impulsaron a ser mejor persona y me demostraron esfuerzo, paciencia y dedicación en cada paso de la vida; quienes me forjaron a base de reglas y libertades pero todo con el fin de motivarme a cumplir mis sueños incluyendo este.

A mi abuelita que un día me enseñó que con paciencia todo se puede lograr.

Gracias a cada una de las personas que me apoyaron directa en indirectamente en la culminación de este proyecto

(f) \_\_\_\_\_

Joshue Arturo Torres Poveda.  
C.I 0926351644

## AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado del esfuerzo en conjunto con mi compañero y a todos que nos ayudaron especialmente en el trabajo como: Ing. Wilvir Murillo, Ing. Luis Jurado (Gerente del Departamento de Ingeniería), quien a lo largo de este tiempo han puesto a prueba nuestras capacidades y conocimiento en el desarrollo de este proyecto, el cual ha finalizado llenado todas las expectativas, también agradezco a nuestro Director de Tesis Ing. Pablo Echeverría por todo su apoyo.

A nuestros padres que con esfuerzo nos ha apoyado a lo largo de toda nuestra vida, para que podamos cumplir con nuestro sueño estando ahí estado apoyándonos y motivándonos en nuestra formación académica, a seguir adelante en todo momento.

A nuestros profesores quienes le debemos una gran parte de nuestro conocimiento, que nos servirá a lo largo de nuestra vida profesional, a la Universidad Politécnica Salesiana por convertirnos en personas de bien.

(f) \_\_\_\_\_

Joshue Arturo Torres Poveda.  
C.I.0926351644

(f) \_\_\_\_\_

Emilio Ernesto Ortega Ortiz.  
C.I 0925994477

## RESUMEN

Año	Titulo	Alumno/s	Tutor del Proyecto	Tema del Proyecto
2019	Ingeniero Electrónico Sistemas Industriales	Joshue Arturo Torres Poveda.  Emilio Ernesto Ortega Ortiz.	Ing. Pablo Echeverría	“Diseño e Implementación de un Sistema Scada basado en el Software Quick HMI para el Monitoreo y Operación de los dos Chiller Centrífugos con Generación de Reporte Estadístico en el Hotel Hilton Colon Guayaquil”

El presente proyecto de titulación trata del: “ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN EL SOFTWARE TRACER TU PARA EL MONITOREO Y OPERACIÓN DE LOS DOS CHILLER CENTRÍFUGO CON GENERACIÓN DE REPORTE ESTADÍSTICO EN EL HOTEL HILTON COLÓN GUAYAQUIL”, que contendrá un panel de control, que estará instalado en el área de monitoreo, donde será de mucha ayuda para los operadores ya que podrá visualizar y controlar el nuevo sistema de comunicación desde ahí.

El panel de control, consta con un controlador maestro Tracer SC, que se encarga de leer todas las señales de los sensores, bombas y chiller como: temperatura, presión del agua, refrigerante, etc. Y mostrarlo en una Interfaz Web donde el operador pueda visualizar y controlar el comportamiento de la planta, ya sea de un computador o remotamente.

El módulo UC600, es un controlador programable que está diseñado para trabajar con el módulo Tracer SC, mediante el sistema BACnet o MS/TP, el controlador UC600 comprende todas las entradas / salidas de la planta, para que esté informado el módulo Tracer Sc.

La necesidad de este proyecto surge para mejorar el sistema de enfriamiento del Hotel Hilton Colón, el sistema actual del hotel a medida que transcurre los años ha ido perdiendo la comunicación con algunos equipos, además posee un sistema Scada lento, la adquisición de datos no se lee en tiempo real, se maneja con un largo período de espera para realizar una ejecución, falta de confiabilidad en el sistema Scada actual, desconfiguración continuamente, falta de información con respecto a la alarma, por lo que ha llevado renovar el sistema.

El objetivo del presente proyecto de titulación, es sistematizar una planta de agua helada con la marca Trane, implementada para el Hotel Hilton Colón Guayaquil, con la ejecución de este proyecto se consigue obtener el registro, almacenamiento e impresión de todos los datos de operación de la planta de agua helada, mediante un sistema SCADA (Supervisory and Data Acquisition), el cual garantiza que el proceso cumpla con la normas técnicas de confiabilidad y seguridad, brindando al usuario la información necesaria que se desee del sistema.



## ABSTRACT

Year	Title	Students	Project Tutor	Topic
2019	Electronic Engineer  Industrial System	Joshue Arturo Torres Poveda.  Emilio Ernesto Ortega Ortiz.	Ing. Pablo Echeverría	“Design and Implementation of a System Scada based on the Quick HMI Software for the Monitoring and Operation of the two Chiller Centrifuges with Generation of Statistical Report at the Hilton Colon Guayaquil Hotel”

The present titration project deals with: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SCADA SYSTEM BASED ON THE TRACER TU SOFTWARE FOR THE MONITORING AND OPERATION OF THE TWO CENTRIFUGAL CHILLER WITH STATISTICAL REPORT GENERATION AT THE HOTEL HILTON COLÓN GUAYAQUIL", which will contain a panel of control, which will be installed in the monitoring area, where it will be of great help to the operators since it will be able to visualize and control the new communication system from there.

The control panel consists of a master SC controller, which is responsible for reading all the signals of the sensors, pumps and chiller such as: temperature, water pressure, refrigerant, etc. And show it in a Web Interface where the operator can visualize and control the behavior of the plant, either from a computer or remotely.

The UC600 module, is a programmable controller that is designed to work with the Tracer SC module, through the BACnet or MS / TP system, the UC600 controller includes all the inputs / outputs of the plant, so that the Tracer Sc module is informed.

The need for this project arises to improve the Hilton Colón Hotel's cooling system, the hotel's current system as the years go by has been losing communication with some equipment, it also has a slow Scada system, the data acquisition is not it reads in real time, it is handled with a long waiting period to carry out an execution, lack of reliability in the current Scada system, continual deconfiguration, lack of information regarding the alarm, which has led to the renewal of the system

The objective of this titling project is to systematize a frozen water plant with the Trane brand, implemented for the Hilton Colón Guayaquil Hotel, with the execution of this project it is possible to obtain the registration, storage and printing of all operating data of the ice water plant, through a SCADA system (Supervisory and Data Acquisition), which guarantees that the process complies with the technical standards of reliability and safety, providing the user with the necessary information that is desired of the system. Dedicatorias

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA.....	III
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR .....	IV
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN .....	V
D E D I C A T O R I A .....	VI
D E D I C A T O R I A .....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
RESUMEN IX	
ABSTRACT X	
NDICE GENERAL .....	XI
ÍNDICE ANEXOS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE .....	2
1.3 DELIMITACIÓN .....	2
1.3.1 Espacial .....	2
1.3.2 Temporal.....	2
1.3.3 Académica.....	3
1.4 EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.5 OBJETIVOS.....	3
1.5.1 Objetivos Generales .....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
2. ESTADO DEL ARTE.....	4
2.1 Chiller Centrífugo .....	4
2.2 Tipos de Chiller .....	4
2.3 Principios de Funcionamiento .....	5
2.3.1 Componentes Principales .....	5
2.3.2 Dispositivos y Controles.....	6
2.4 Controlador SC .....	7
2.4.1 Descripción .....	7
2.4.2 Características.....	7
2.4.3 Componentes del Módulo Trane SC .....	8
2.4.4 Numero de Módulo del Controlador SC.....	9
2.5 Controlador UC 600 .....	9
2.5.1 Descripción .....	9
2.5.2 Características .....	9
2.5.3 Especificaciones de Entrada y Salida .....	10
2.6 Módulo de Expansión Trane XM70 .....	11
2.6.1 Descripción del Módulo XM70.....	11
2.7 Protocolo BACnet .....	12
2.8 Programación Grafica Tracer (TGP2) .....	12
2.9 Sistema SCADA.....	12
2.9.1 Descripción .....	13
2.9.2 Función avanzada del Scada .....	14
2.10 Proceso Sistema de Agua Fría .....	14
2.10.1 Enfriadores de Agua .....	15
2.10.2 Bomba de agua de circuito primario.....	15
2.10.3 Bomba de agua de circuito secundario .....	15
2.10.4 Torres de Enfriamiento.....	16

2.11	Unidad Manejadora de Aire (UMA) .....	16
2.12	Principio de Transformador .....	17
2.13	Cable de bajo voltaje blindado .....	18
2.14	Tablero de Control .....	19
2.15	Relé Protección.....	19
2.16	Switch de Corriente.....	20
2.17	Componentes del Hardware.....	20
2.17.1	Controlador del sistema Tracer SC .....	21
2.17.2	Dimensiones del módulo Tracer SC.....	21
2.18	Módulo de Alimentación Eléctrica PM014 de Trane .....	23
2.19	Accesorio del Panel de Control .....	23
2.20	Parte de Panel de Control .....	24
2.21	Acceso remoto a un Tracer SC mediante el reenvío de puertos a través de un VPN.....	25
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO .....	26
3.1	Condiciones de Diseño .....	26
3.3	Esquema de Conexión del Sistema de Enfriamiento de Agua Fría. ....	28
3.4	Colocación de los controladores en de Panel de Control .....	29
3.4.1	Conexión de alimentación de los controladores en el Panel de Control ....	30
3.5	Prueba de funcionamiento de los controladores en el Panel de Control.....	31
3.6	Configuración de la Dirección IP del Módulo Tracer SC .....	32
3.7	Ingreso a la Interfaz Web mediante el controlador Tracer Sc.....	34
3.11	Panel principal de la Interfaz Web.....	34
3.12	Programación en Software TGP2 para la Planta de Agua Helada.....	35
4.	RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO .....	44
4.1	Enlace de Navegación de Equipo .....	45
4.1.1	Sobremando de un Punto .....	47
4.2	Enlace de Navegación de Alarma .....	50
4.3	Enlace de Navegación de Registro de Datos .....	54
4.4	Enlace de Navegación de Reporte.....	56
	CONCLUSIONES .....	58
	RECOMENDACIONES.....	59
	REFERENCIAS .....	60

## ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1: Empresa Beneficiada.....	61
Anexo 2: Abreviaturas.....	63
Anexo 3: Simbología.....	64
Anexo 4: Diagrama conexiones de la planta de agua helada .....	65
Anexo 5: Presupuesto del proyecto de titulación.....	71
Anexo 6: Proceso desmontaje y colocación del nuevo Chiller Centrifugo .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1: Chiller centrífugo marca Trane.....	4
Figura2: Parte principal de un chiller centrífugo.....	5
Figura3: Dispositivos de un chiller centrífugo.....	6
Figura4: Módulo Trane SC.....	7
Figura5: Módulo Trane SC.....	8
Figura6: Módulo Trane UC600.....	9
Figura7: Módulo de expansión XM70.....	11
Figura8: Arquitectura del protocolo BACnet.....	12
Figura9: Arquitectura de programación TGP2.....	12
Figura10: Sistema Scada actual en área de monitoreo.....	13
Figura11: Sistema Scada distribución de los salones meeting del hotel.....	14
Figura12: Bomba de agua fría de los Chillers.....	16
Figura13: Torre de enfriamiento del Chiller 1.....	16
Figura14: UMA de salones meeting.....	17
Figura15: Transformador de 24VAC.....	17
Figura16: Cable blindado de bajo voltaje.....	18
Figura17: Cable blindado de bajo voltaje.....	18
Figura18: Panel de control.....	19
Figura19: Relé de control.....	19
Figura20: Switch de corriente.....	20
Figura21: Componentes de módulo de control Tracer SC.....	21
Figura22: Puente de comunicación Tracer SC.....	21
Figura23: Pantalla del módulo Tracer SC.....	22
Figura24: Módulo de alimentación Tracer SC.....	23
Figura25: Colocación de los módulos en panel de control.....	24
Figura26: Arquitectura de conexión remota.....	25
Figura27: Puente de comunicación Tracer SC.....	25
Figura28: Diagrama de Diseño de la planta de agua helada de los Chillers.....	26
Figura29: Sistema de Conexión del Sistema de Enfriamiento de Agua Helada.....	27
Figura30: Modo de cableado para sistema de BACnet.....	27
Figura31: Conexión del terminador BACnet.....	28
Figura32: Colocación de los módulos de control.....	28
Figura33: Cableado de alimentación de los módulos de control.....	29
Figura34: Modo de cableado para el controlador UC600.....	29
Figura35: Prueba de funcionamiento de los módulos de control.....	30
Figura36: Ajuste de los terminales en el módulo UC600.....	30
Figura37: Configuración de la dirección ip.....	31
Figura38: Interfaces de la plataforma web de Trane.....	32
Figura39: Ingreso a la interfaz Web.....	33
Figura40: Arquitectura de conexión remota.....	33
Figura41: Venta de software TGP2.....	34
Figura42: Bloque de programación.....	34
Figura43: Variable y estados de comunicación.....	35
Figura44: Añadiendo bloque.....	36
Figura45: Añadiendo variable de estados.....	36
Figura46: Barra de Simulación.....	37
Figura47: Programación de adición de estado de BE1 para el chiller 1.....	37
Figura48: Programación de adición de estado de BP2 para el chiller 2.....	38
Figura49: Programación de arranque y paro BE1 para el chiller 1.....	39
Figura50: Programación de arranque y paro BE2 para el chiller 2.....	40
Figura51: Programación automática para arranque y paro del Chiller 1.....	41

Figura52: Configuración ID del Tracer UC600.....	42
Figura53 Configuración ID del Tracer SC.....	42
Figura54: Interfaz de usuario Tracer SC.....	43
Figura55: Enlace de navegación de equipos.....	44
Figura56: Datos de operación del Chiller 1.....	45
Figura57: Sobremando de bomba BS2.....	46
Figura58: Sobremando usuario de la bomba BS2.....	47
Figura59: Sobremando temporal de la bomba BS2.....	48
Figura60: Eventos de alarma del sistema Trane.....	49
Figura61: Opción de exportar del evento de alarma.....	50
Figura62 Selección de descargar información de la enfriadora.....	51
Figura63: Aviso de evento de alarma.....	52
Figura64: Evento de registro de datos.....	53
Figura65: Estado histórico y actual de funcionamiento del Chiller 1-2.....	54
Figura66: Reporte de funcionamiento del Chiller 1.....	55
Figura67: Diseño en 3D de la planta de agua helada .....	56
Figura68: Equipo de trabajo del Hotel Hilton Colón.....	61
Figura69: Diagrama de conexiones del módulo UC600.....	64
Figura70: Diagrama de conexiones del módulo XM70.....	65
Figura71: Diagrama de conexiones del módulo XM32.....	65
Figura72: Diagrama de conexiones del módulo SC .....	66
Figura73: Diagrama de conexiones del Chiller 1.....	67
Figura74: Diagrama del esquema de funcionamiento del Chiller.....	68
Figura75: Diagrama de conexión de sensores.....	69
Figura76: Preparación para el desmontaje del chiller.....	71
Figura77: Proceso de desmontaje del chiller.....	71
Figura78: Colocación de los ganchos para ser removido el chiller.....	72
Figura79: Proceso del sacado del chiller del cuarto del bomba.....	72
Figura80: Chillers fue extraído del cuarto de bomba.....	73
Figura81: Chillers fue trepado en un tráiler para ser trasladado a bodega.....	73
Figura82: Nuevo chiller centrífugo.....	74
Figura83: Desfundado nuevo chiller centrífugo.....	74
Figura84: Colocación del nuevo chiller en el cuarto de bomba.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes del controlador Tracer SC.....	9
Tabla 2: Componentes del controlador Tracer SC.....	10
Tabla 3: Número del controlador Tracer SC.....	10
Tabla 4: Características generales de la tarjeta PCB controladora.....	12
Tabla 5: Módulo de expansión XM70 de Trane.....	13
Tabla 6: Sistema de agua fría de Hotel Hilton Colón Guayaquil.....	17
Tabla 7: Led de indicación de actividad del módulo UC600.....	27
Tabla 8: Partes del panel de control.....	29
Tabla 9: Configuración E/S para bloques.....	37
Tabla 10 Archivo descargado de Evento de Alarma.....	51
Tabla 11: Descripción de los elementos.....	66
Tabla 12: Presupuesto de trabajo.....	71

## INTRODUCCIÓN

El sistema Scada fue desarrollado para optimizar y dar soluciones a procesos industriales, que al pasar el tiempo se ha vuelto una herramienta indispensable para las empresas que maneja procesos, ya que puede monitorear y controlar equipos en tiempos real, desde un computador u otros dispositivos móvil.

El presente proyecto técnico se desarrolló en el Hotel Hilton Colón Guayaquil, con la finalidad de modernizar el sistema de Enfriamiento de Agua Helada actualmente, que al pasar los años se ha ido perdiendo la comunicación con algunos equipos, Sistema Scada lento, la adquisición de datos no es en tiempo real, largo período de espera para una ejecución, falta de confiabilidad en sistema Scada actual, desconfiguración continuamente, falta de información con respecto a alarma etc. Con el nuevo sistema Scada se pretende solucionar todo ese problema que tiene ahorita el Hotel y darle al operador de estar más informado de la planta.

En la sección I, se dará a conocer los motivos por el cual se llevó a cabo este proyecto de titulación donde; Se plantea el problema del proyecto, se justifica el motivo del proyecto de titulación, se define los objetivos tanto generales como específicos y los métodos como beneficio e impacto.

En la sección II, se presenta todas las bases teóricas del proyecto como: conceptos específicos de cada elemento de los chiller y comunicaciones utilizado en el proyecto. En la sección III, se explicará detalladamente las diferentes etapas de ejecución e implementación para el correcto funcionamiento del proyecto, se dará a conocer el tratamiento que tiene el sistema SCADA.

En la sección IV, se dará a conocer los resultados de nuevo sistema Scada, y los beneficios que tendrán los operadores con el nuevo sistema.



## **1. EL PROBLEMA**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El Hotel Hilton Colón Guayaquil, se ha caracterizado por ser unos de los mejores hoteles de calidad y liderazgo en servicios, sus huéspedes se sienten asistidos, valorados y respetados, a pesar de la fortaleza de su infraestructura y servicios, no cuenta con sistema de enfriamiento de agua helada moderna que satisfaga la demanda de sus clientes, ya que al pasar los años su sistema se ha vuelto antiguo para la actualidad, y al aumento progresivo de la demanda como eventos, salones, habitaciones y restaurantes, el hotel se ha visto en la necesidad de solucionar la problemática.

Por tal motivo el Hotel Hilton Colón Guayaquil, se planificó y ejecutó el proyecto de modernizar toda su planta de enfriamiento de agua helada, con el fin de solucionar su demanda en el Hotel.

### **1.2 IMPORTANCIA Y ALCANCE**

El diseño e implementación de un nuevo sistema Scada en el Hotel Hilton Colón Guayaquil, se realizará para mejorar la operatividad continua de la Planta de Enfriamiento del hotel, el sistema Scada hoy en día se ha vuelto una herramienta importante para el monitoreo y control en tiempo real de una planta.

Debido a la necesidad de los operadores, puede supervisar, monitorear y analizar todos los dispositivos que conforman a los Chiller, que esté operando correctamente el sistema, desde un computador o de forma remota de cualquier dispositivo App, además constará con una base de datos donde se guardará el tiempo de operación, CFM (Cantidad de flujo de aire por minuto), voltaje, alarma etc. que puede descargar el operador.

### **1.3 DELIMITACIÓN**

Este proyecto de titulación se implementó en un período comprendido entre el año 2018 y 2019, que se enfoca en desarrollar un sistema Scada para el sistema de climatización de Hotel Hilton Colón Guayaquil, que comprende de dos Chiller Centrífugos, con los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra Carrera de Ingeniería Electrónica.

#### **1.3.1 Espacial**

El proyecto de titulación fue implementado en el Hotel Hilton Colón Guayaquil ubicado en la Av. Francisco Orellana Manzana 111 y Víctor H. Sicouret para el área de Control y Monitoreo.

#### **1.3.2 Temporal**

El proyecto tuvo un tiempo de desarrollo de 1 año 7 meses y su culminación fue en el mes de diciembre del año presente.

### **1.3.3 Académica**

El proyecto se basa en la simulación de un interfaz web para el control y monitoreo de una planta de enfriamiento, mediante el diseño de un panel de control.

La presentación de este trabajo de titulación será por medio de una demostración práctica del sistema de enfriamiento realizada por medio de un panel de control y su enlace de Tracer SC, el cual la interfaz web llevará la supervisión y control de los estados de chiller.

Los módulos a emplear en el tablero de control son de marca Trane el cual brinda múltiples alternativas para el campo de la automatización de la planta de enfriamiento, por su facilidad de programación con sus equipos.

## **1.4 EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA**

El sistema de la planta de enfriamiento de agua helada del Hotel Hilton Colón Guayaquil, está generando problemas por causa del sistema Scada que se encuentra deteriorado por el intervalo de los años, surgiendo inconvenientes como: confiabilidad de datos, retraso en la ejecución, desconfiguración imprevista, lectura de datos en tiempo tardío, ningún reporte de alarma etc.

Dependiendo de una adecuada observación del operador para que se encuentre funcionando correctamente la planta, pero en algunas ocasiones la ausencia del operador, provoca que la planta genere dificultades como: temperatura elevada, falla de equipos, etc.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivos Generales**

Diseñar e implementar un sistema Scada basado en el software Quick HMI para el monitoreo y operación de los chiller centrífugo con generación de reporte estadístico en el Hotel Hilton Colón Guayaquil.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar e implementar un sistema de monitoreo en el cual busque supervisar el manejo de todos los equipos.
- Estudiar y conocer los estándares de software para implementar sistema Scada.
- Programar un interfaz mediante el software Quick HMI para el sistema.
- Desarrollar una base de datos de reporte de funcionamiento de acuerdo a la necesidad de los operadores.
- Realizar pruebas y evaluar el funcionamiento del sistema de monitoreo desarrollado.
- Efectuar correcciones que se requiera al sistema para un mejor desempeño.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Chiller Centrífugo

La palabra chiller proviene del inglés “chill” que significa helar, el chiller es un enfriador industrial de agua, anticongelante o salmuera la cual se usa en procesos de enfriamiento posteriores. La idea principal es la de extraer el calor generado en un proceso determinado por medio del contacto con el fluido frío, la cual retorna al chiller para reducir su temperatura y ser enviado nuevamente al proceso. [1]

Es un procedimiento completo de refrigeración que incluye condensador, evaporador, compresor, válvula de expansión (evaporación), refrigerante, cañerías y accesorios, además de una bomba de impulsión de agua para recirculación del agua, y garantizar el permanente flujo de masa entre los dos sistemas.



Figura 1 Chiller centrífugo marca Trane [2]

### 2.2 Tipos de Chiller

#### 2.2.1 Enfriadores por aire:

En el área de refrigeración se condensa el refrigerante antes de ser llevado a la válvula de expansión, el refrigerante que circula mediante los serpentines del condensador es enfriado con un ventilador de flujo forzado de aire. Estos chillers que poseen condensadores enfriados por aire son situados en el exterior. [2]

#### 2.2.2 Enfriadores por agua:

Usan el agua para condensar el refrigerante, en vez de la circulación del refrigerante por medio del serpentín como el caso del enfriador anterior, éstos utilizan un intercambiador de calor de placas o casco y tubos de flujo contracorriente, de un lado del intercambiador ingresa el refrigerante y por el otro lado circula el agua, el calor del refrigerante pasa agua, la cual se debe enfriar para retornar al condensador.

### 2.2.3 Aplicaciones del Chiller

Existen varias industrias que usan este sistema de refrigeración para diferentes aplicaciones, entre las más destacadas tenemos:

- Hotelería.
- Industrias de tratamientos de aguas.
- Inyección o soplado en las industrias de plásticos.
- Torres de enfriamiento.
- Industria alimenticia, como la pasteurización de productos lácteos.
- Industrias vinícolas, para la fermentación de vinos.
- Industria de petroquímica.

### 2.3 Principios de Funcionamiento

Mediante el refrigerante el Chiller cumple su función principal que es extraer la temperatura del agua. Los refrigerantes más comunes son el CFC y HCFC.

#### 2.3.1 Componentes Principales

**2.3.1.1 El compresor.-** En este se realiza el proceso más importante del sistema, el cual es hacer que el refrigerante se esparza por todo el sistema del Chiller. El compresor asimila a baja presión y temperatura el refrigerante y luego realiza el proceso de comprimirlo aumentando con esto la presión y temperatura. Antes que el refrigerante llegue al condensador se lo hace pasar por las líneas de descarga de gas caliente donde lo harán fluir a alta presión y temperatura. [3]

**2.3.1.2 El evaporador.-** En El evaporador tendremos un área para realizar el intercambio de calor del líquido por enfriar al refrigerante en saturación. El refrigerante recorre a baja presión mediante una línea de succión y es aquí el calor que posee el agua es transferido al refrigerante.

**2.3.1.3 El condensador.-** La función principal de condensador es proporcionar un área o superficie para poder realizar la transferencia de calor en donde pase el calor del refrigerante caliente al medio condensante. [3]

**2.3.1.4 La válvula termostática.-** La válvula termostática realiza la parte de control del suministro de líquido del refrigerante a evaporar, también reduce la presión del refrigerante de manera que se evapore a una temperatura deseada.

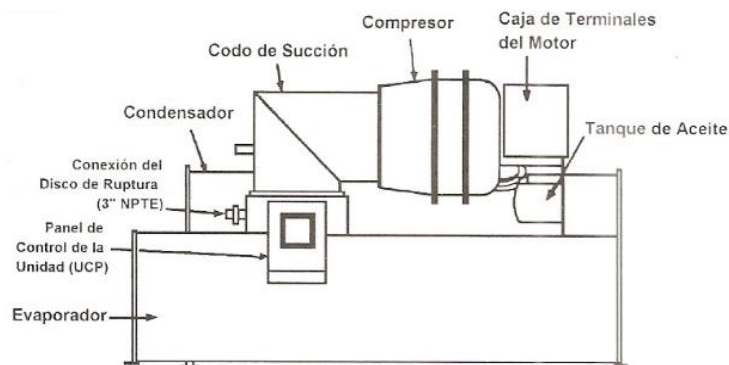


Figura 2 Parte Principal de un Chiller centrífugo [5]

## 2.3.2 Dispositivos y Controles

Para que un equipo pueda trabajar autónomamente, deberá contar con dispositivos electrónicos que puedan controlar temperatura, presión y otros aspectos que otorgar una climatización adecuada. [3]

**2.3.2.1 Termostatos.-** Cumplen la función similar de un switch pero con la diferencia que estos actúan con el cambio de temperatura; un ejemplo sería el cerrar un circuito cuando la temperatura aumenta y que se mantenga abierto cuando la temperatura sea baja. [3]

**2.3.2.2 Presostato de baja presión.-** Conectado en la parte de succión del compresor que opera cuando exista una baja presión en el sistema. El Presostato se comporta como control de seguridad al tener un incremento de presión por encima del nivel normal; este puede ocurrir por oclusión en el condensador, temperaturas elevadas en el área de enfriamiento, mal funcionamiento de los abanicos, atasco en la línea de líquido o desajuste en la válvula de expansión. [3]

**2.3.2.3 Calefactor de cárter.-** Calienta el aceite del compresor para que al iniciar la operación éste tenga las condiciones correctas de viscosidad; cuando el compresor se detenga, el calefactor se energiza y elimina cualquier residuo de refrigerante líquido en el cárter mediante evaporación, al arrancar la unidad se quita la alimentación automáticamente.

**2.3.2.4 Filtro deshidratador (succión).-** Está instalado en la línea de succión y el objetivo es absorber la humedad que tenga el refrigerante, de igual manera con cualquier partícula que vaya hacia el compresor. [3]

**2.3.2.5 Filtro deshidratador (líquido).-** Instalado en la línea de líquido, su función es atraer la humedad que exista en el refrigerante y detener cualquier partícula extraña que viaje hacia el compresor. [3]

**2.3.2.6 Indicador de líquido.-** Permite el control visual de la cantidad de carga de refrigerante y que éste se mantenga seco. [3]

**2.3.2.7 Refrigerante.-** Extrae el calor del medio y lo disipa a exteriores. [3]

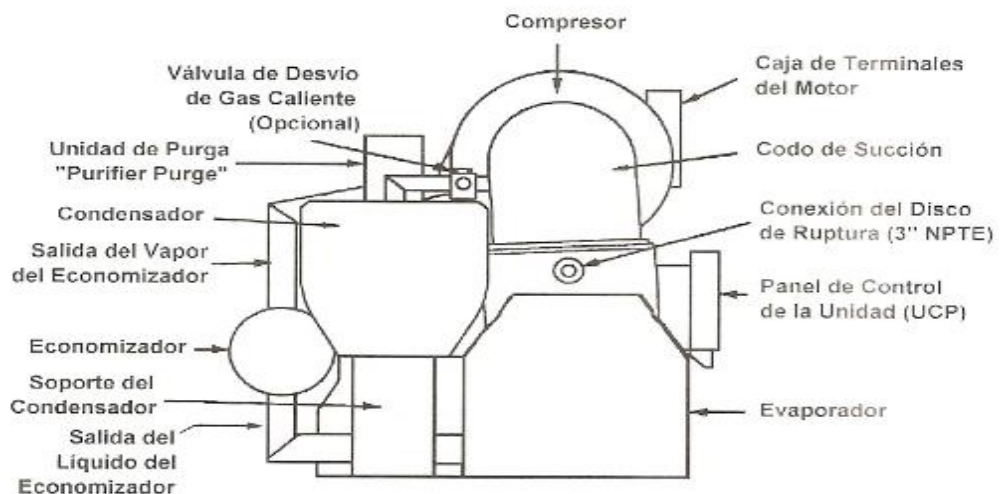


Figura 3 Dispositivos de un Chiller centrífugo [5]

## 2.4 Controlador SC

### 2.4.1 Descripción

Este controlador es el núcleo principal del sistema Tracer, la principal función consiste en comunicar los diferentes dispositivos conectados al sistema mediante el protocolo de comunicación BACnet MS/IP, el cual permite al usuario u operador controlar y visualizar el funcionamiento total de los equipos mediante una interfaz web. [4]



Figura 4 Módulo Trane SC [2]

### 2.4.2 Características

- Unidades de volumen de aire variable (VAV) de ducto sencillo o doble.
- Unidades fan coil.
- Unidades de ventilación.
- Manejadoras de aire tipo fan coil.
- Bombas de calor enfriadas por agua (WSHP). [4]

Almacenamiento	
Temperatura:	-67°F a 203°F (-55°C a 95°C)
Humedad Relativa:	Entre 5% a 95% (no-condensable)
Operación	
Temperatura:	-40°F a 158°F (-40°C a 70°C)
Humedad:	Entre 5% a 95% (no-condensable)
Fuerza:	20.4–27.6 Vac (24 Vac, ±15% nominal) 50 o 60 Hz, 24 VA (24 VA más cargas de salida binaria para un máximo de 12 VA para cada salida binaria)
Peso de montaje del controlador:	Superficie de montaje debe soportar .80 lb. (.364 kg)
Clasificación ambiental (caja):	NEMA 1
Altitud:	6,500 pies máximo (1,981 m)
Instalación:	UL 840: Categoría 3
Contaminante	UL 840: Grado 2

Tabla 1 Componentes del controlador Tracer SC [2]

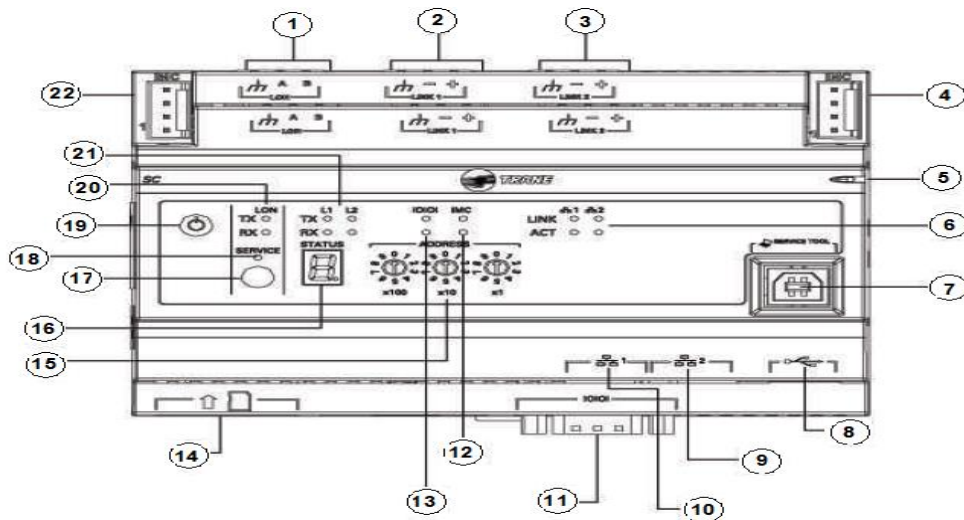


Figura 5 Módulo Trane SC [2]

### 2.4.3 Componentes del Módulo Trane SC

Número de llamada en la figura	Descripción de los componentes de Tracer SC
1	LonTalk LINK
2	BACnet MS/TP or Modbus RTU LINK 1
3	BACnet MS/TP or Modbus RTU LINK 2
4, 22	Conexiones IMC
5	LED de estado
6	Ethernet LEDs
7	Puerto de herramienta de servicio USB
8	Host USB (futuro)
9	Conexión de red Ethernet 2 (compatible con TCP / IP, recomendado para conexión directa a PC)
10	Conexión de red Ethernet 1 (admite Modbus TCP, BACnet y TCP / TP; recomendado para la creación de conexiones de red)
11	Conexión serial EIA-232
12	IMC LEDs
13	EIA-232 LEDs
14	Puerto de tarjeta SD (futuro)
15	Interruptores rotativos
16	Pantalla de 7 segmentos
17	17 pin de servicio LonTalk
18	Servicio LonTalk LED
19	Botón de encendido
20	LonTalk LEDs

Tabla 2 Componentes del controlador Tracer SC [2]

#### 2.4.4 Numero de Módulo del Controlador SC

Tipo de Comunicación	Tracer SC simple	Tracer SC múltiple
Interfaz de comunicaciones inalámbricas Air-Fi	Hasta 120 dispositivos	Hasta 240 dispositivos
BACnet/MSTP	Hasta 120 dispositivos	Hasta 240 dispositivos
BACnet/IP	Hasta 240 dispositivos	Hasta 240 dispositivos
COMM 3/4/LON	Hasta 120 dispositivos	Hasta 120 dispositivos

Tabla 3 Número del controlador Tracer SC [2]

### 2.5 Controlador UC 600

#### 2.5.1 Descripción

Este tipo de controlador es programable y está diseñado para poder trabajar con Trane SC™ o sistemas terciarios como BACnet MS/TP. El Controlador UC600 tiene las entradas / salidas y el tamaño adecuado para satisfacer las necesidades de control de aplicaciones de alta densidad de puntos como lo es el manejo de aire, plantas centrales entre otros. También puede ser aplicado con una programación de campo en general o solicitado específicamente a equipos en opción FMC (Factory Mounted Controls). [4]



Figura 6 Módulo Trane UC600

#### 2.5.2 Características

- BAC net MS/TP.
- Configurable y completamente programable.
- Total de 19 terminaciones para accesorios de cómputo de entrada/salida (I/O).
- Expandible hasta 120 terminaciones para accesorios de cómputo.
- Registro de datos—25,000 muestras.
- Conectores removibles, montaje en riel DIN, múltiples conexiones para herramienta de servicio.
- Protocolo abierto.
- Se basa en la arquitectura de las 4 capas del modelo OSI.
- Protocolo que permite enviar datos binarios y analógicos.



### 2.5.3 Especificaciones de Entrada y Salida

Tipos Entrada/Salida	Cantidad	Tipos	Rango	Notas
Entrada Universal	8	Termistor	10kΩ – Type II, 10kΩ –Type 2252Ω – Type II, 20kΩ – Type IV, 100 kΩ	El UC600 está limitado a 10 entradas y/o salidas combinadas 0–20 mA
		Resistivo (punto ajuste)	100Ω – 1MΩ	
		RTD	Balco™ (Ni-Fe), 1kΩ; 375-1kΩ	
		Corriente	0–20 mA (lineal)	
		Voltaje	0–20 Vdc (lineal)	
		Binario	Contacto seco	
		Acumulador de Pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado	
Entrada Universal / Salida Analógica	Configurar usando cualquier combinación de entradas analógicas o binarias/salidas analógicas			
Entradas	6	Termistor	10kΩ – Type II, 10kΩ –Type 2252Ω – Type II, 20kΩ – Type IV, 100 kΩ	
		Resistivo (punto ajuste)	100Ω – 1MΩ	
		RTD	Balco™ (Ni-Fe), 1kΩ; 375 1kΩ	
		Corriente	0–20 mA (lineal)	
		Voltaje	0–20 Vdc (lineal)	
		Binario	Contacto seco	
		Acumulador de Pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado	
Salidas		Corriente	0–20 mA @16 V	
		Voltaje	0–10 Vdc @20 mA	
		Pulso	12.5ms a 1 segundo (12.5ms resolución), 1 segundo a 60 segundos (0.5 segundo resolución)	
Salida Binaria	4	Relevador (forma A) húmedo	24 VAC, 0.5A máximo	Rangos se dan por cada contacto
Entrada Presión	1	3-cables	0–5 in H2O	Entrada de presión suministrada con 5 Vdc.

Tabla 4 Características generales de la tarjeta PCB controladora [2]

## 2.6 Módulo de Expansión Trane XM70

El módulo de expansión XM70 es el que proporciona entradas y salidas a los módulos de control Tracer UC400 y UC600, el XM70 tiene un total de 19 terminaciones: 8 entradas universales, 4 salidas de los relés, 1 entrada de presión y 6 terminaciones de salidas analógicas/entradas universales. [4]



Figura 7 Módulo de expansión XM70 [2]

### 2.6.1 Descripción del Módulo XM70

Tipo de entrada / salida	Cantidad	Los Tipos	Distancia
Entrada universal	8	Termistor	10k $\Omega$ – Type II, 10k $\Omega$ –Type III, 2252 – Type II, 20k $\Omega$ – Type IV, 100 k $\Omega$
		Resistivo (Setpoint)	100 $\Omega$ – 1M $\Omega$
		RTD	1kW; 385 platinum, Balco™ or 672 nickel
		Corriente	0–20 mA (linear)
		Voltaje	0–20 Vdc (linear)
		Binario	Dry contact
		Acumulador de ancho de pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado.
Entradas	6	Termistor	10k $\Omega$ – Type II, 10k $\Omega$ –Type III, 2252 – Type II, 210k $\Omega$ – Type IV, 100 k $\Omega$
		Resistivo (Setpoint)	100 $\Omega$ –1M $\Omega$
		RTD	1k $\Omega$ ; 385 platinum, Balco™ or 672 nickel
		Corrientes	0–20 mA (linear)
		Voltaje	0–20 Vdc (linear)
		Binario	Dry contact
		Acumulador de ancho de pulso	Mínimo 20 ms, abierto o cerrado.

Tabla 5 Módulo de expansión XM70 de Trane [2]

## 2.7 Protocolo BACnet

BACnet es un sistema de comunicación para el control de edificios, este sistema o protocolo empezó en 1987, pero en 2006 la Asociación de BACnet internacional dieron un giro en las especificaciones del protocolo. [5]

El fin de actualizar las normas es definir los servicios y protocolos de comunicación de datos para equipos informáticos que son utilizados para la automatización y control de servicio. [5]

Ahora con este protocolo podemos enviar datos binarios, analógicos y alfanuméricos completos entre diferentes dispositivos como: información de horario, información de alarmas, eventos y lógica de control. [5]

BACnet se basa en la arquitectura de las 4 capas del modelo OSI (capas físicas, de enlace de datos, de red de aplicación del modelo OSI) como se muestra en la figura. [5]

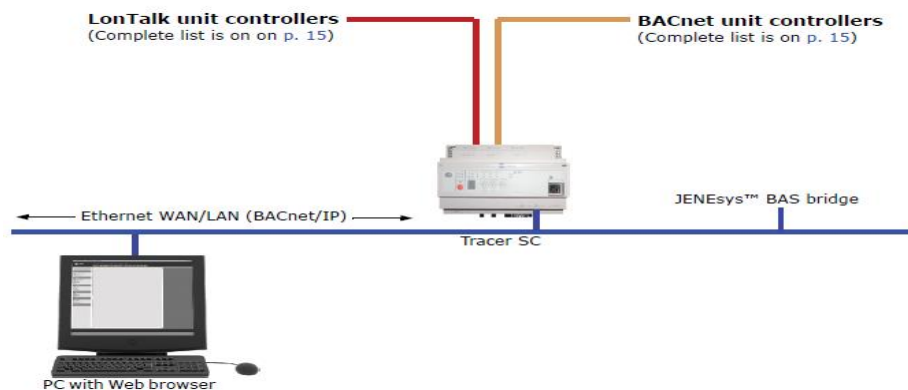


Figura 8 Arquitectura del protocolo BACnet [2]

## 2.8 Programación Grafica Tracer (TGP2)

La programación gráfica de Tracer (TGP2), es un programador gráfico que ayuda a personalizar las aplicaciones del sistema y cargarlo en el controlador UC600, existen algunas rutinas que son usadas naturalmente para el control de secuencia de equipos (bombas, sensores), cálculo de valores y ejecución de secuencias de desconexión.

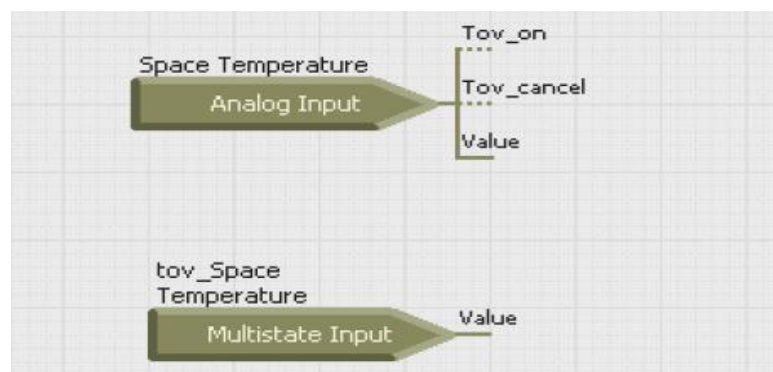


Figura 9 Arquitectura de programación TGP2 [2] 2.9 Sistema SCADA

## 2.9.1 Descripción

Supervisión, Control y Adquisición de Datos (Supervisory Control And Data Acquisition) es un sistema que permite por medio de ordenadores el control y supervisión a distancia de cualquier proceso (químico, industrial, textil, entre otros).

Hoy en día es fácil encontrarse con sistema Scada, ya se realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles o simplemente supervisando algún proceso por parte del operador. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo supervisando, controlando calidad y producción, almacenamiento de datos, etc. y permite su gestión e intervención. [6]

Para determinar si un sistema o proceso necesita un sistema SCADA se deben cumplir con los siguientes parámetros:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso esta geográficamente distribuido.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo.
- La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como toma de decisiones, tanto operacionales como gerenciales.
- La complejidad y velocidad del proceso. [6]

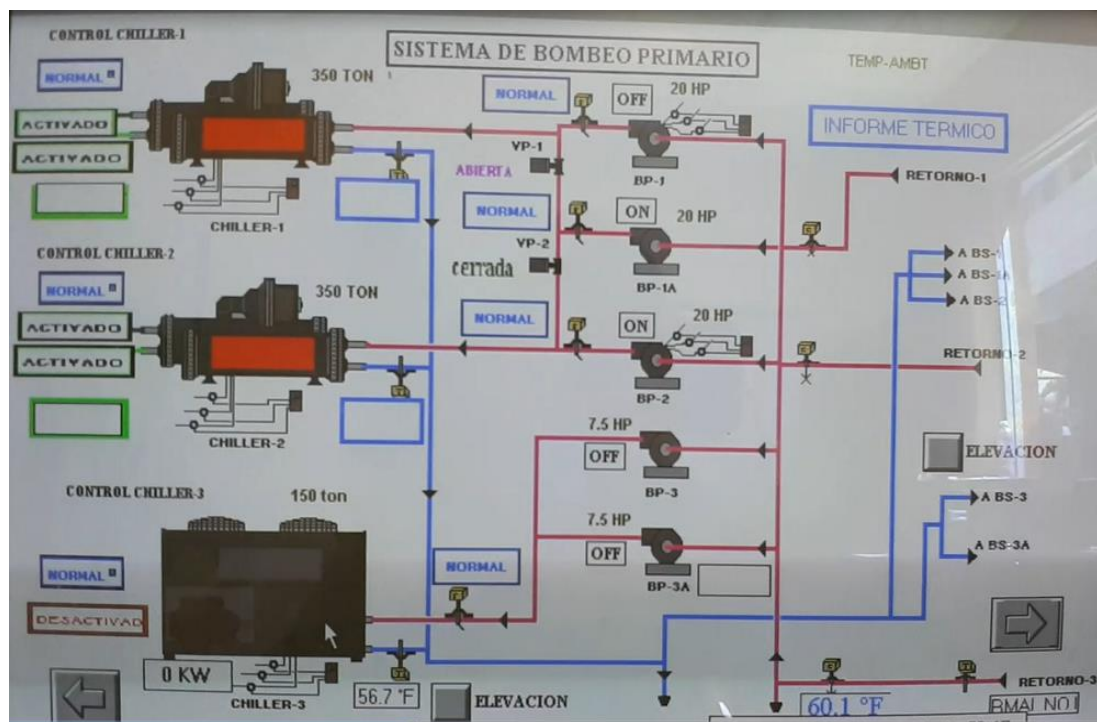


Figura 10 Sistema Scada actual en área de monitoreo

## 2.9.2 Función avanzada del Scada

Derivan de la potencia de cálculo de la PC y corresponden a tareas del nivel de supervisión.

- Pasarela: Integración vertical de la información. Transmisión entre dispositivos de campo y niveles de gestión.
- Base de datos: Gestión de una base de datos con señales obtenidas del proceso.
- Representación gráfica de datos: Se representan la tendencia de las señales mediante gráficas que permiten una mejor comparación entre datos y así permitiendo acciones predictivas. Generación de históricos de señal de planta.
- Explotación e interpretación de datos: Módulos para Gestión de Calidad, Control Estadístico, Gestión Administrativa y Financiera. (herramientas externas al SCADA + Base de datos flexible)
- Gestión de alarmas: Paneles de alarmas sonoras o lumínicas, que necesitan la presencia del usuario u operador para visualizar el daño o situación del equipo, con registro de incidencias y de los eventos asociados a la alarma.
- Rutinas de control: programación en lenguajes superiores de operaciones de control no críticas en tiempo, modificación de consignas y programas de PLCs y/o cálculo numérico de elevada resolución. [8]

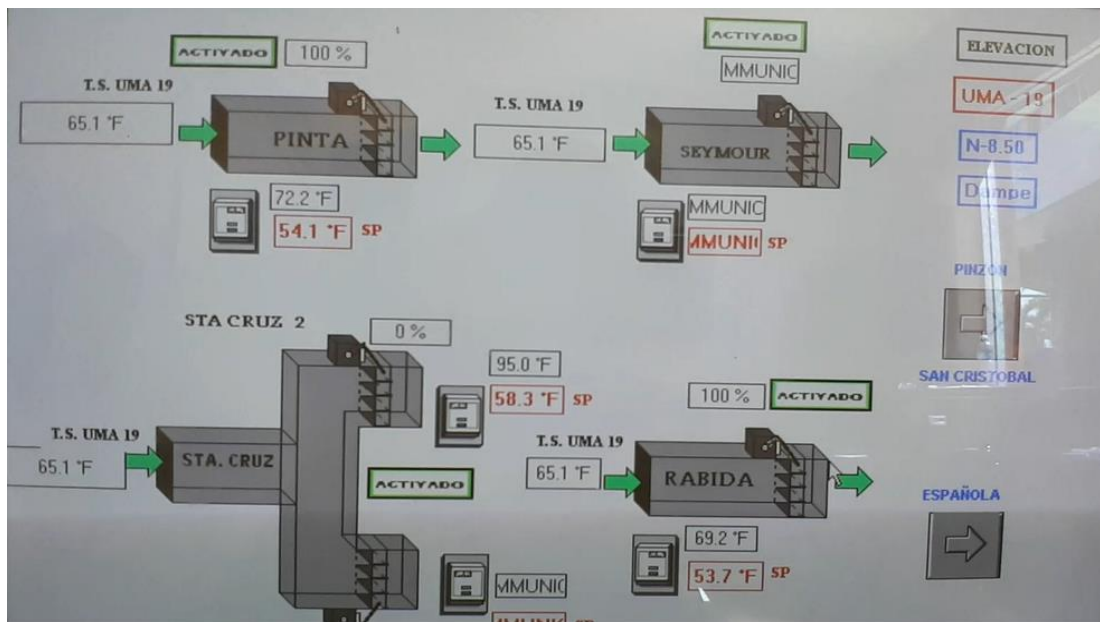


Figura 11 Sistema Scada distribución de los salones meeting

## 2.10 Proceso Sistema de Agua Fría

Formada por 2 torres de enfriamiento, 5 bombas centrífugas en el circuito primario (3 para los 3 chiller y 2 de respaldo), 5 bombas centrífugas en el circuito secundario (que comprende Plataforma, Salones y Habitaciones). En la tabla 2.1 se indican los nombres de cada uno de los equipos de la planta enfriadora de agua.

NOMBRE	EQUIPO
TE-1 TE-2	Ventilador de torre de enfriamiento del Chiller 1. Ventilador de torre de enfriamiento del Chiller 2.
<b>CIRCUITO PRIMARIO</b>	
BP-1 BP-2 BP-3 BP-1A BP-3A	Bomba de agua fría para Chiller 1. Bomba de agua fría para Chiller 2. Bomba de agua fría para Chiller 3. Bomba de respaldo para Chiller 1 y Chiller 2. Bomba de respaldo para Chiller 3.
<b>CIRCUITO SECUNDARIO</b>	
BS-1 BS-1A BS-2 BS-3 BS-3A	Bomba de agua fría para Plataforma. Bomba de respaldo para Plataforma y Salones. Bomba de agua fría para Salones. Bomba de agua fría para Habitaciones. Bomba de respaldo para Habitaciones.

Tabla 6 Sistema de agua fría de Hotel Hilton Colón Guayaquil

### 2.10.1 Enfriadores de Agua

Cada enfriador posee dos bombas del circuito primario, una bomba de agua enfriada y otra de agua caliente, además de una torre de enfriamiento. [7]

### 2.10.2 Bomba de agua de circuito primario

En el circuito primario siempre el volumen de agua que manejan las bombas es constantes. Donde se dividen:

- Tres bombas de este circuito son para agua enfriada y
- Tres para agua caliente.

De estos dos grupos de tres bombas siempre una permanece como respaldo; en caso de que alguna de las bombas principales falle. Las acciones de control aplicadas a este equipo son:

- Encendido y apagado automático.
- Monitoreo del estado de funcionamiento de cada bomba desde el cuarto de control (computadora central).

### 2.10.3 Bomba de agua de circuito secundario

En el circuito secundario todas las bombas manejan un volumen de agua que varía de acuerdo a la necesidad de cada uno de éstos. Donde se dividen en cuatro grupos que distribuyen el agua fría por todo el hotel las manejadoras de aire. Así mismo se deja una bomba en caso el sistema principal falle. [7]





Figura 12 Bomba de agua fría de los Chillers

#### 2.10.4 Torres de Enfriamiento

Captan el agua de las bombas de agua de la torre (BAC) y eliminan el calor mediante paneles de transferencia de calor y un ventilador.



Figura 13 Torre de enfriamiento del Chiller 1

#### 2.11 Unidad Manejadora de Aire (UMA)

Son equipos que casi llegan a cumplir el mismo funcionamiento que los Chillers. Este equipo es el que se encarga de climatizar las diferentes áreas del hotel, existen 18 unidades manejadoras de aire ubicadas en todo el hotel que manejan un volumen constante de aire climatizado de acuerdo a la necesidad. [7]



Figura 14 UMA de salones meeting

## 2.12 Principio de Transformador

Un transformador constituye un dispositivo electromagnético, utilizado para la conversión de corriente alterna de un voltaje, en corriente alterna de otro voltaje a la misma frecuencia, el transformador tiene un enrollado primario 1, al cual se le introduce la energía eléctrica y un enrollado secundario 2, del cual la energía se envía a los consumidores (carga). [8]

La transferencia de energía de un enrollado al otro, transcurre mediante la inducción electromagnética para aumentar el acoplamiento electromagnético entre los enrollados, los últimos, usualmente se disponen de un núcleo ferromagnético cerrado. [8]

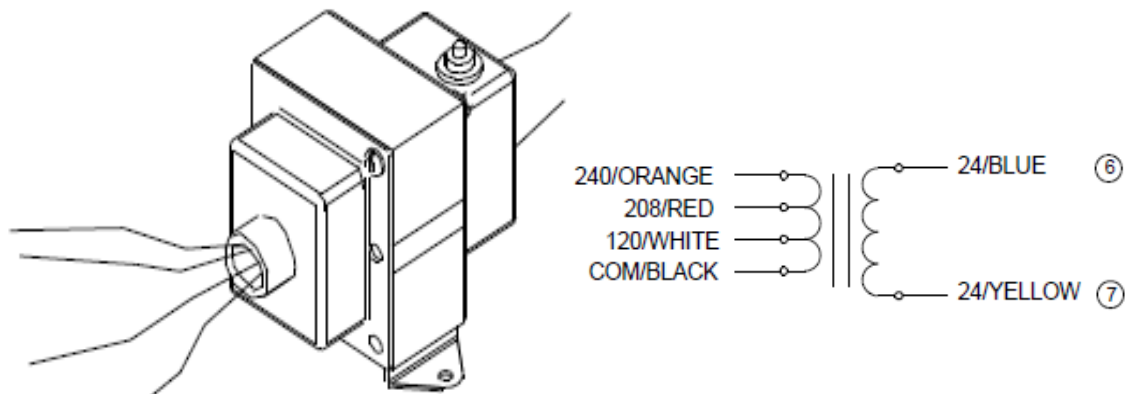


Figura 15 Transformador de 24VAC



### 2.13 Cable de bajo voltaje blindado

Los cables blindados de baja impedancia son frecuentemente utilizados para la parte de instrumentación y control, ya que reúnen características específicas en diseño y tecnología que proporcionan un excelente comportamiento técnico en condiciones normales y extremas de operación. Los cables para instrumentación, son cables multiconductores que transportan señales eléctricas de baja energía entregadas por un transductor o sensor hasta el proceso de control o analizador. [9]

Los cables para control, son cables multiconductores que transportan señales eléctricas, usadas para monitorear o controlar sistemas eléctricos de potencia y sus procesos asociados, como: transformadores de corriente, transformadores de potencial, relés interruptores, equipos de medición, entre otros.



Figura 16 Cable blindado de bajo voltaje

Este tipo de apantallamientos, se caracteriza por una cinta de poliéster aluminizado de aplicación helicoidal, con un conductor desnudo de cobre estañado en contacto directo con la parte de aluminio de la cinta (denominado conductor de drenaje), cuyo objetivo es garantizar la continuidad eléctrica de la pantalla a lo largo de todo el conductor y facilitar el proceso de conexión física de la pantalla a tierra.

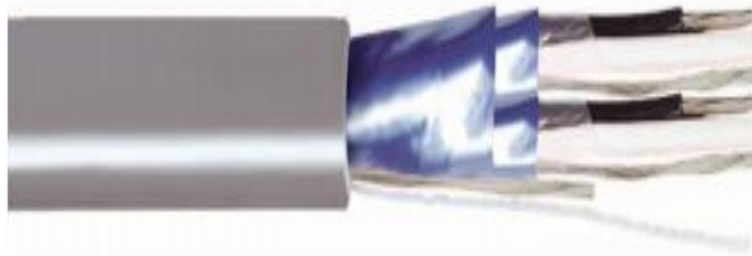


Figura 17 Cable blindado de bajo voltaje [10]

## 2.14 Tablero de Control

Un tablero de control es un panel en el cual se encuentran instalados elementos eléctricos, controladores y módulos que interactúan para la operación de un sistema, estos son:

- Circuito de control.
- Módulo (Tracer SC, UC600 y XM700).
- Fuente de Alimentación.



Figura 18 Panel de control

## 2.15 Relé Protección

Los relés son los encargados de ordenar la correcta ejecución de operación de los elementos o componentes de un sistema para evitar o disminuir daños en los equipos por fallas del mismo. Durante el funcionamiento normal un relé es el de mantener ciertas características de operación como por ejemplo: La tensión, la corriente, la frecuencia, mientras que otros permanecen vigilantes, listos para actuar en casos de fallas y de esta forma evitar daños o reducirlos, existen tres clases de prevenciones. [10]



Figura 19 Relé de control

Existe una gran variedad de relés, puesto que estos se fabrican con diferentes características para cumplir con requerimientos específicos derivados de los diversos problemas que pueden aparecer en la operación de un sistema de potencia, por su principio de operación se pueden clasificar en: Electromecánicos, Estáticos (electrónicos analógicos) y Numéricos o Digitales (incorporan microprocesadores) [11]

## 2.16 Switch de Corriente

El sensor switch de corriente o (Sensor Hall) se usa para la conmutación de posicionamiento en modo ON/OFF por ejemplo bomba, motores etc. poseen tres terminales positivo, negativo y señal el cual se alimenta con 5V de corriente continua. [11]



Figura 20 Switch de corriente

## 2.17 Componentes del Hardware

Los componentes que conforman el sistema de control, de la Planta de Agua Helada del Hotel Hilton Colón Guayaquil son:

- Módulo de Control Tracer SC.
- Módulo de alimentación eléctrica PM014 de 24VAC.
- Terminador Tracer BACnet.
- Módulo TBT de Tracer.
- Módulo de UC600.
- Módulo de Expansión XM70.
- Módulo de Expansión XM32.
- Panel de control.

## 2.17.1 Controlador del sistema Tracer SC

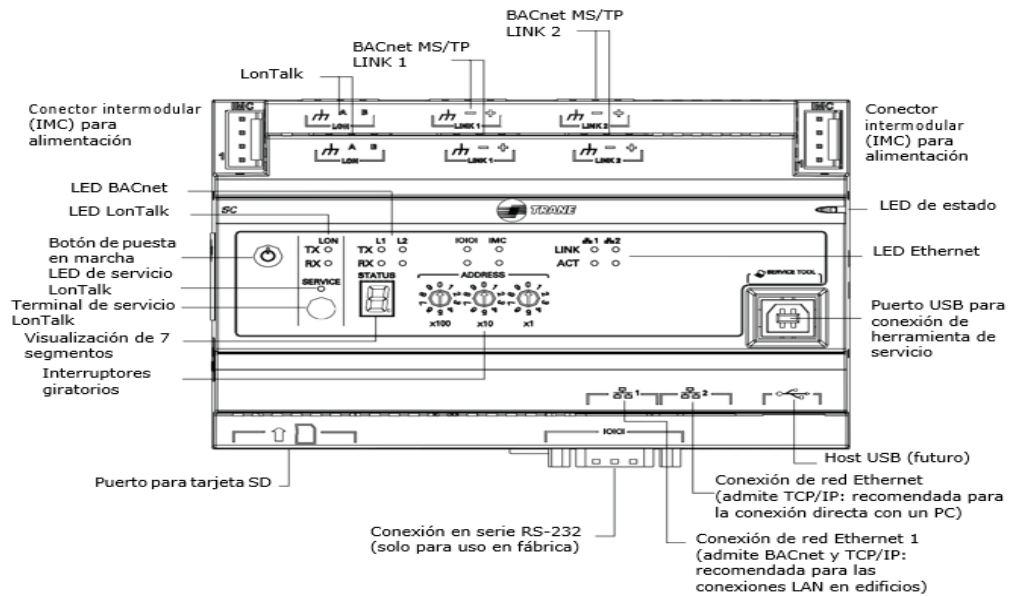


Figura 21 Componentes de módulo de control Tracer SC [2]

## 2.17.2 Dimensiones del módulo Tracer SC

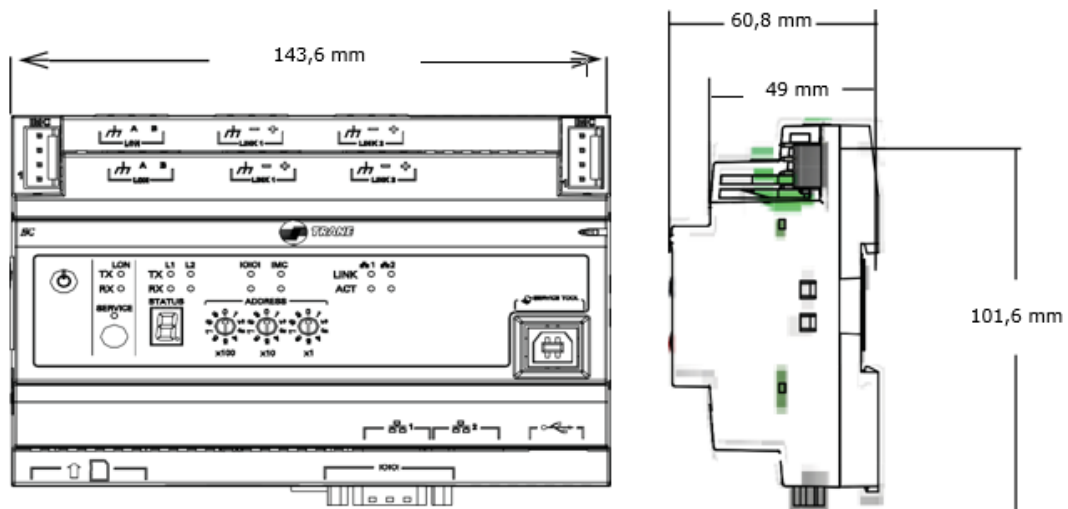


Figura 22 Puente de comunicación Tracer Sc [2]

## 2.17.3 Luces Led y pantalla de 7 segmentos del módulo Tracer SC

Las luces led y la pantalla de 7 segmentos en el módulo UC600, indica el estado de operación y comunicación del sistema de la planta de agua helada, en caso de algún problema con un equipo inmediatamente el estado de la led cambiara a rojo parpadeando indicando alarma en un equipo.

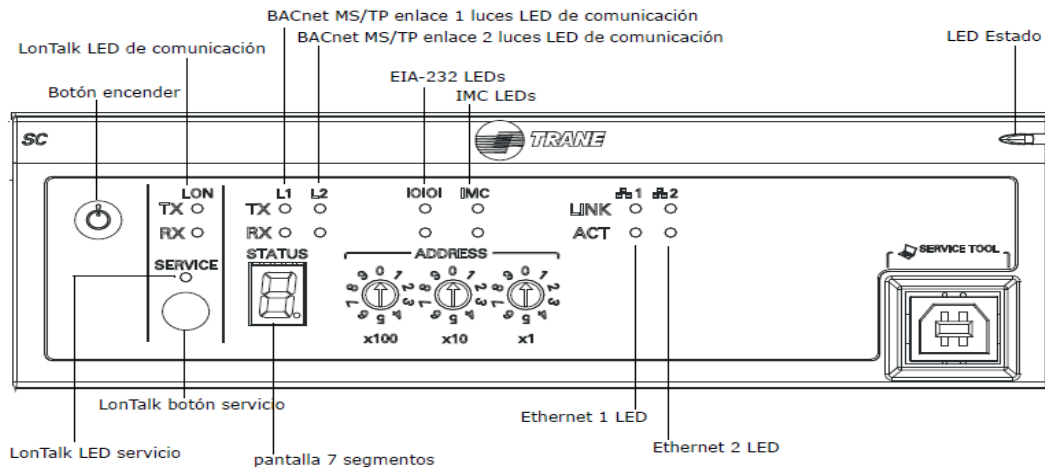


Figura 23 Pantalla del módulo Tracer SC [2]

LED tipo	LED actividad	Indica...
Estado	Encendido constante (verde)	En estado energizado
	Parpadeo (rojo), y aparece una letra "F" en la pantalla de 7 seg seguida de un código	Error fatal, Servicio requerido
	Parpadeo (rojo), y aparece una letra "H" en la pantalla de 7 seg seguida de un código	Falla de accesorio, Probablemente se requiera el reemplazo del SC
Enlace comunicación 1	L1 TX destello (verde)	Transmisión de datos
	L1 RX destello (amarillo)	Recepción de datos
Enlace comunicación 2	L2 TX destello (verde)	Transmisión de datos
	L2 RX destello (amarillo)	Recepción de datos
LonTalk comunicación	Lon TX destello (verde)	Transmisión de datos
	Lon RX destello (amarillo)	Recepción de datos
LonTalk servicio	Encendido constante (rojo)	El botón de servicio LonTalk ha sido oprimido
IOIOI [EIA-232 conexión serial]	IOIOI TX (verde)	Transmisión de datos
	IOIOI RX (amarillo)	Recepción de datos
IMC	IMC TX (verde)	Transmisión de datos
	IMC RX (amarillo)	Recepción de datos

Tabla 7 Led de indicación de actividad del módulo Tracer Sc [2]

## 2.18 Módulo de Alimentación Eléctrica PM014 de Trane

El módulo de alimentación eléctrica PM014 de Trane, suministra 24 V CC para los buses de comunicaciones intermodulares (IMC) de Trane. Los buses IMC se emplean en algunos componentes de los sistemas de automatización de edificios de Trane, incluido el controlador del sistema Tracer SC.

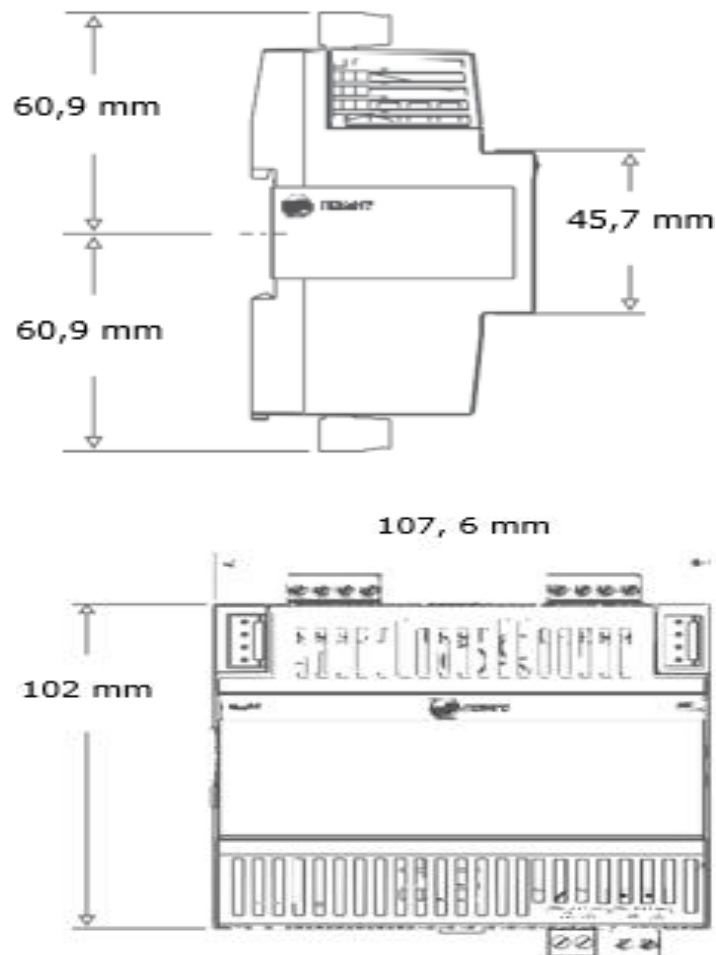


Figura 24 Módulo de alimentación Tracer SC [5]

## 2.19 Accesorio del Panel de Control

El panel está instalado en el área de monitoreo (cuarto de control) y su principal función es brindar a los operadores una interfaz (sistema SCADA) para poder visualizar y controlar el nuevo sistema de comunicación, mediante los controladores programables; como son los Chiller Centrífugos, bombas de enfriamiento y la UMAF que son del Chiller 3 tipo tornillo que se encuentran ubicados en la terraza del Hotel, además tendrá una ejecución de reporte, alarma y detector de falla del equipo o alguna parte del mismo.

## 2.20 Parte de Panel de Control

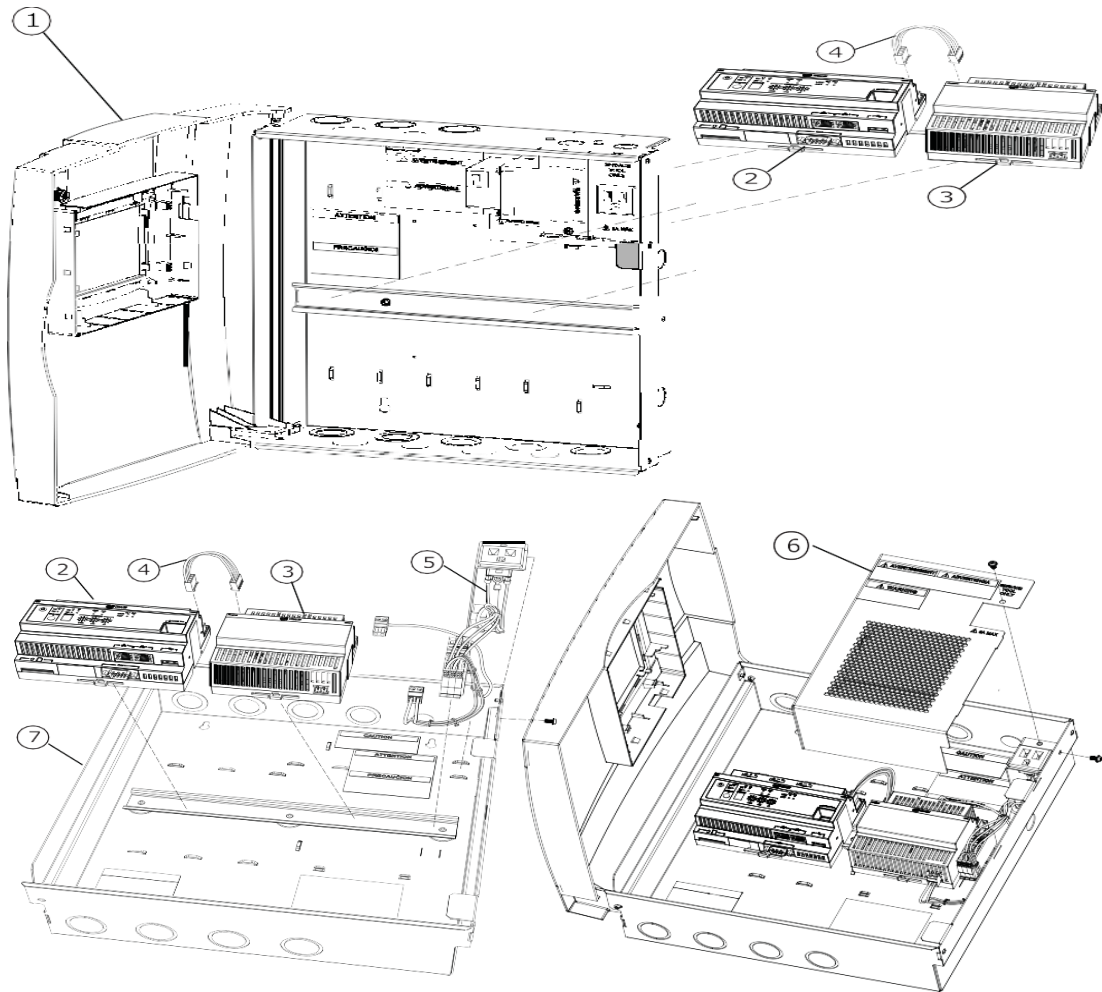


Figura 25 Colocación de los módulos en panel de control [2]

Número	Descripción
1	Gabinete para controladores de montaje DIN (120 VAC, con salida)
2	Módulo Tracer SC
3	Módulo alimentador (energía eléctrica)
4	IMC cable de fuerza
5	Juego conjunto de cableado/terminal modular con salida U.S.
6	Cubierta del panel de control (para modelos con salida U.S.)
7	Gabinete

Tabla 8 Partes del Panel de Control [2]



## 2.21 Acceso remoto a un Tracer SC mediante el reenvío de puertos a través de un VPN

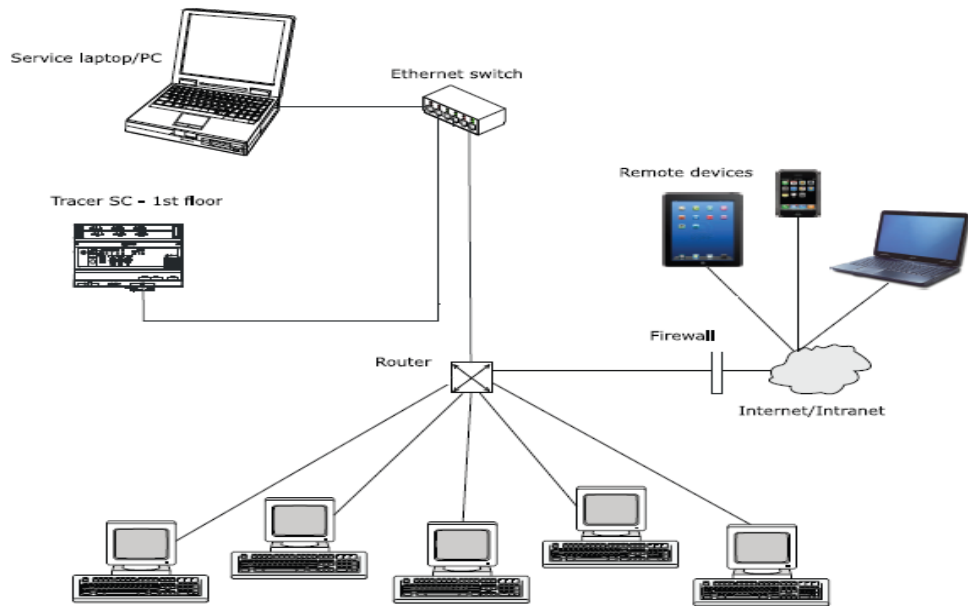


Figura 26 Arquitectura de conexión remota [2]



### 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

#### 3.1 Condiciones de Diseño

El sistema de control y monitoreo de climatización del Hotel Hilton Colón Guayaquil, se maneja por tarjeta Microzone, que al pasar los años se ha caído en algunos puntos de comunicación con la tarjeta, provocando que los operadores tengan que manipular manualmente la unidad manejadora de aire (UMA), extractores, etc., pero con la nueva red de control se podrá manejar de forma remota a través de dos Chiller Centrífugo con la capacidad de expansión.

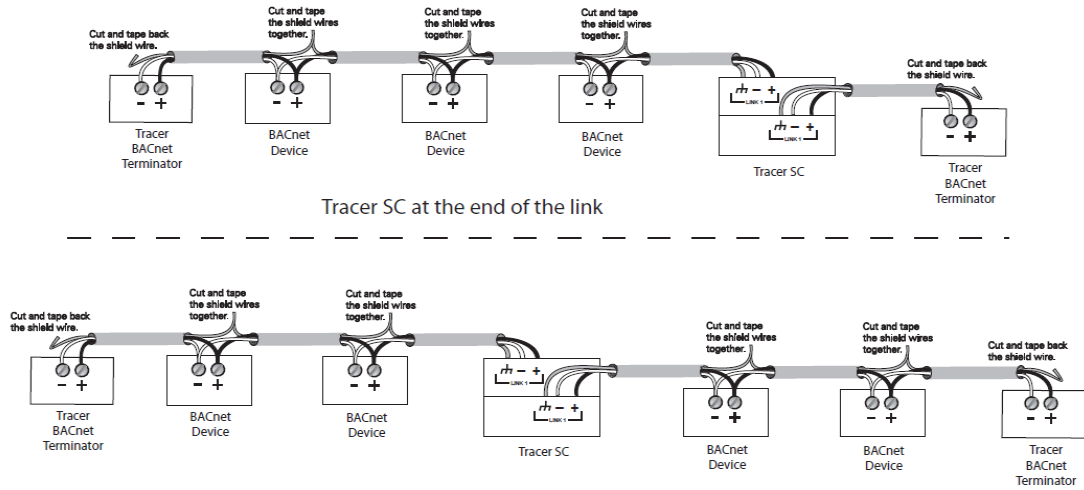


Figura 27 Puente de comunicación Tracer SC [5]

### 3.2 Diagrama Unifilar de la planta de agua helada

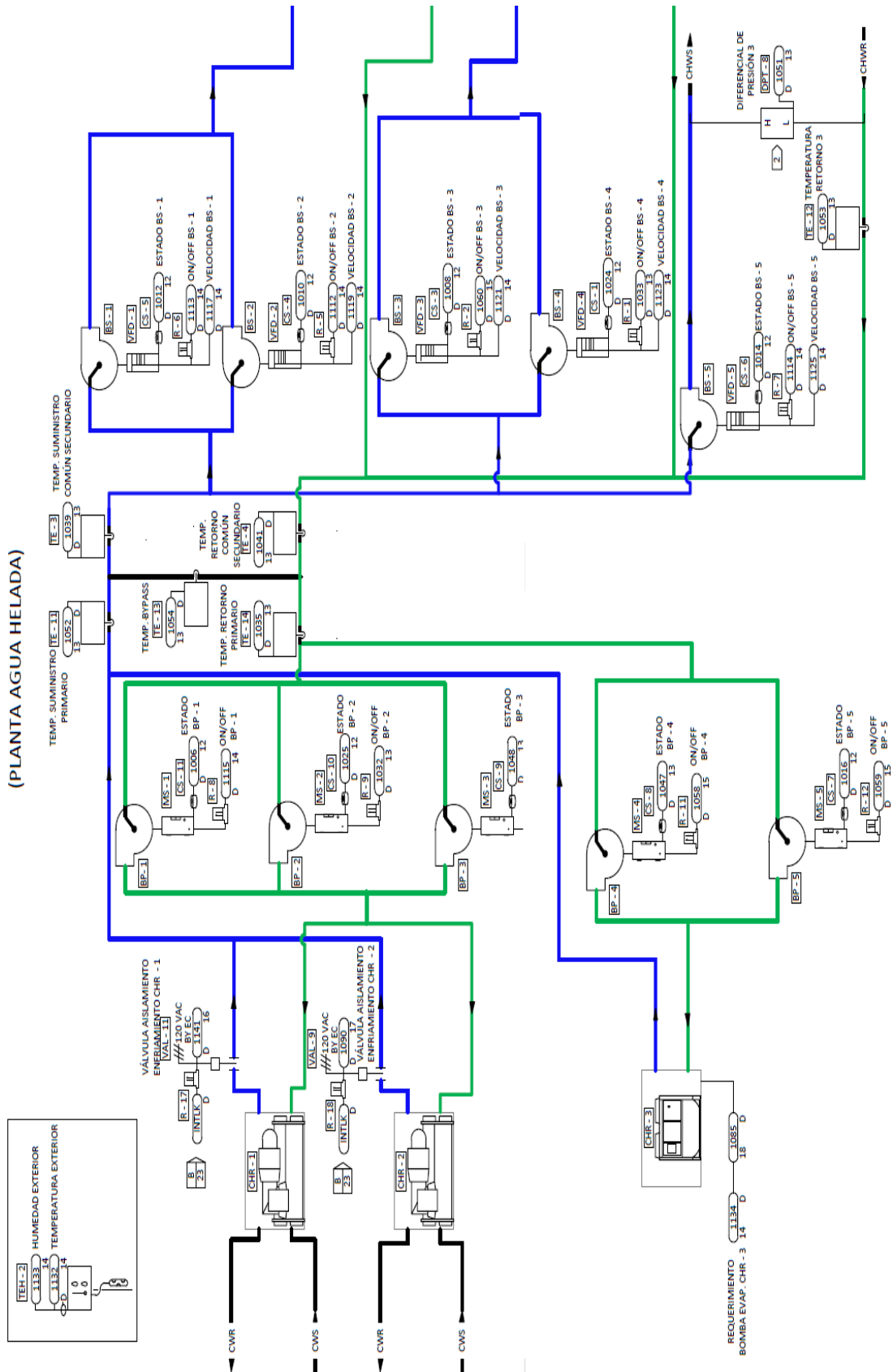


Figura 28 Diagrama de Diseño de la planta de agua helada de los Chillers

### 3.3 Esquema de Conexión del Sistema de Enfriamiento de Agua Fría.

El esquema de conexión del Sistema de Enfriamiento de Agua Helada, comprende de un controlador maestro que es el Módulo Tracer SC, encargado de agrupar toda la información del sistema mediante lazos. Los lazos son la unión de los equipos mediante conexiones que se llaman Margarita como se puede observar en la Figura 22, tenemos un lazo donde comprende los siguientes equipos: El Módulo UC600, el módulo de expansión XM70, el módulo de expansión XM32, planta HMI y los dos Chiller Centrífugos.

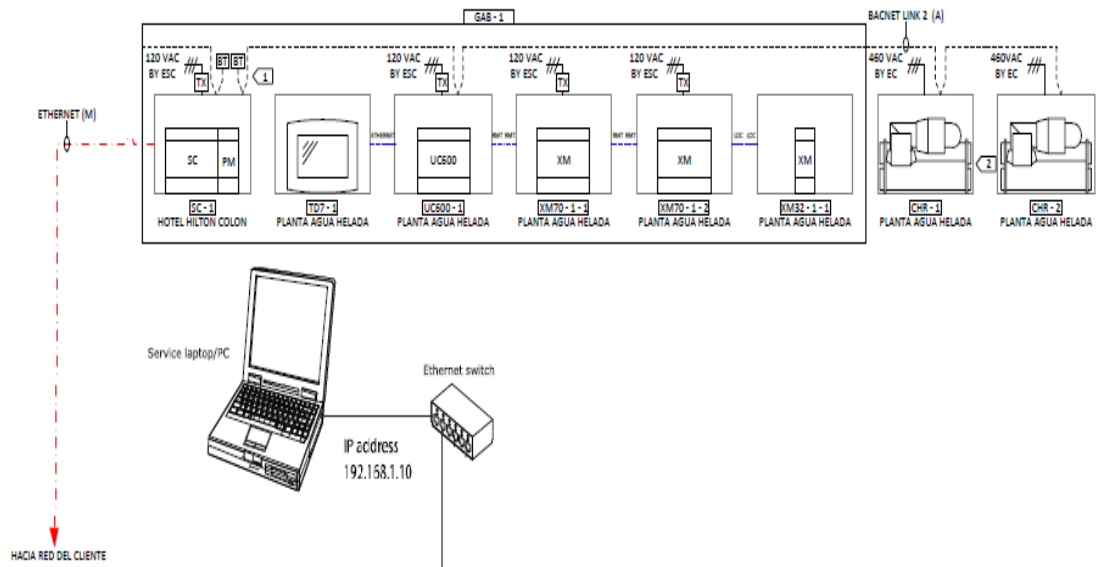


Figura 29 Sistema de Conexión del Sistema de Enfriamiento de Agua Helada

En la figura 23, tenemos el modo de conexión de los dispositivos para la comunicación BACnet, mediante lo que se llama lazo o margarita, es muy importante utilizar cable 18 blindado de baja capacitancia, trenzado y cobre estañado para una buena comunicación.

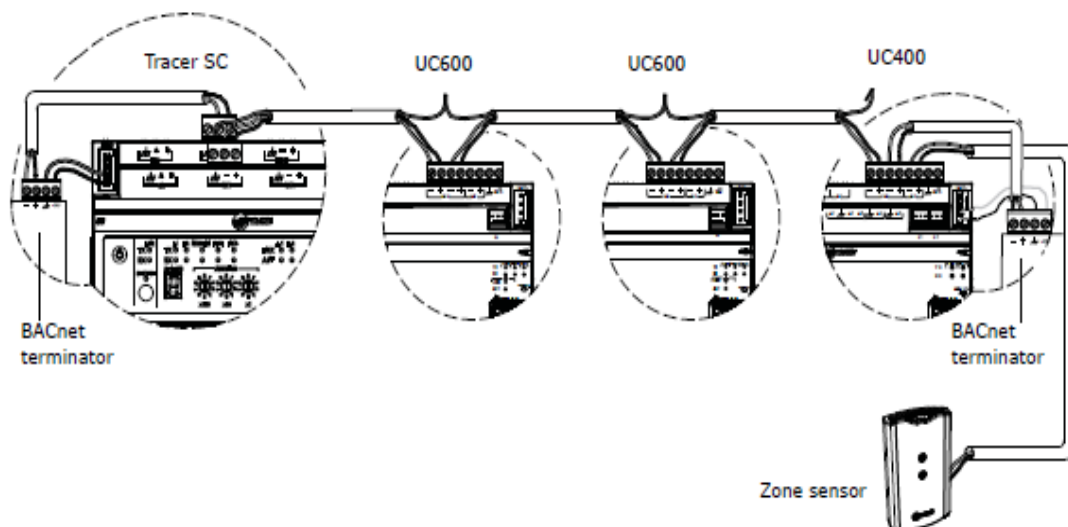


Figura 30 Modo de cableado para sistema de BACnet [5]

En la figura 30, pueden distinguir el modo de colocar los terminales que se conecta al inicio y final de cada lazo o margarita, para reducir la degradación de la señal de comunicaciones entre los dispositivos de control.

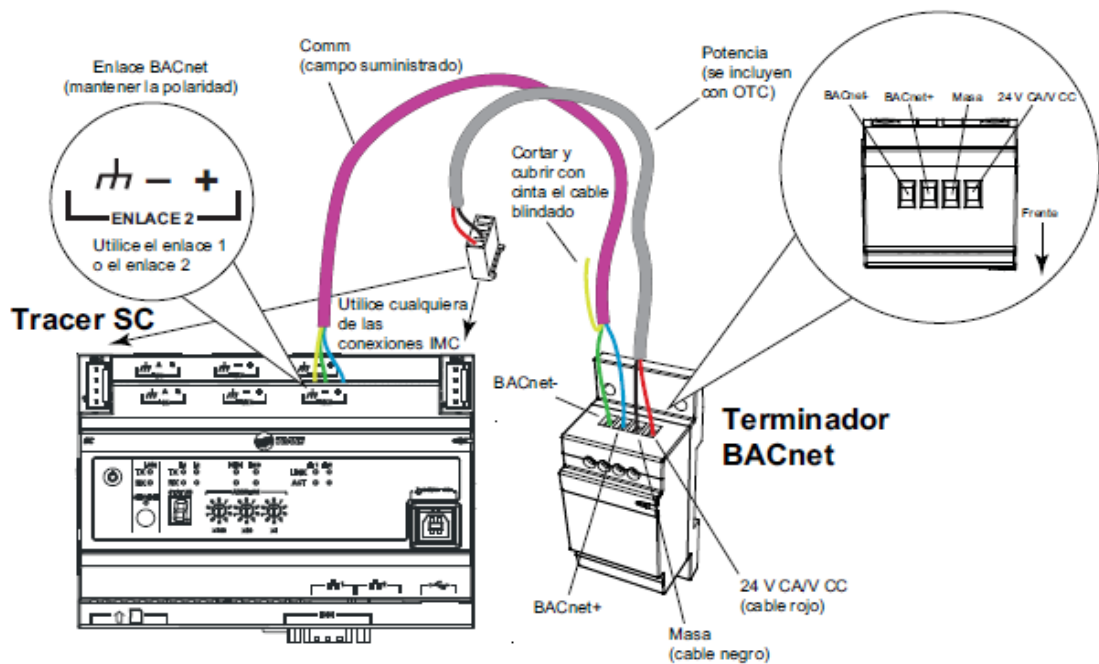


Figura 31 Conexión del terminador BACnet [5]

### 3.4 Colocación de los controladores en de Panel de Control

Se colocan los transformadores de 24VAC, para la alimentación de los controladores Tracer SC y el módulo UC600 para el control de la planta de enfriamiento de agua helada.

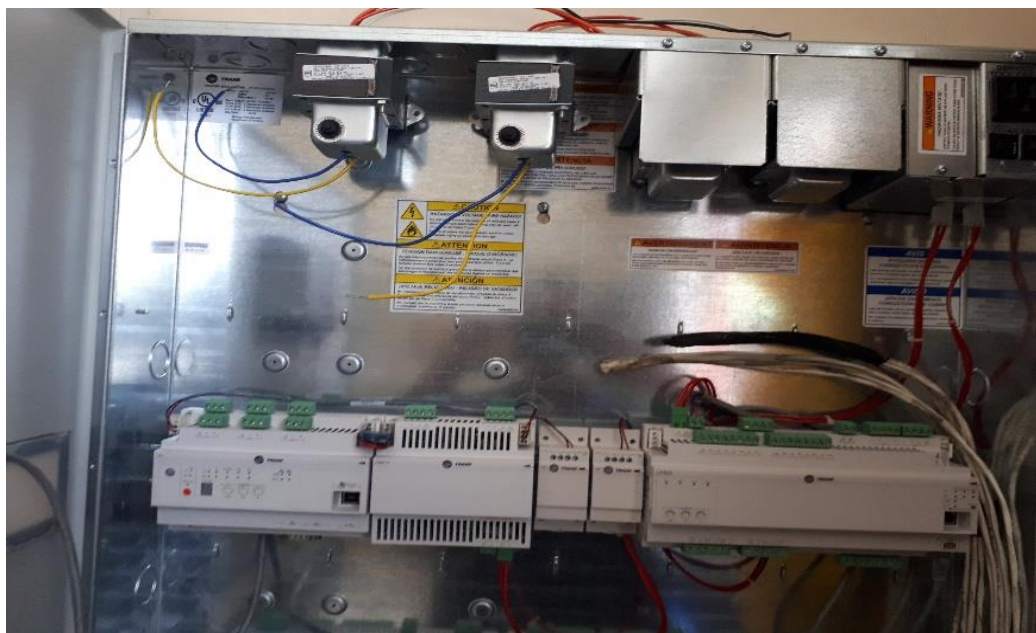


Figura 32 Colocación de los módulos de control

### 3.4.1 Conexión de alimentación de los controladores en el Panel de Control

Se deja conectado los controladores Tracer SC, UC600 y los módulos de expansión XM70 y XM32.



Figura 33 Cableado de alimentación de los módulos de control

En la figura 33, se muestra el modo de conexión de alimentación y salida binaria del controlador UC600.

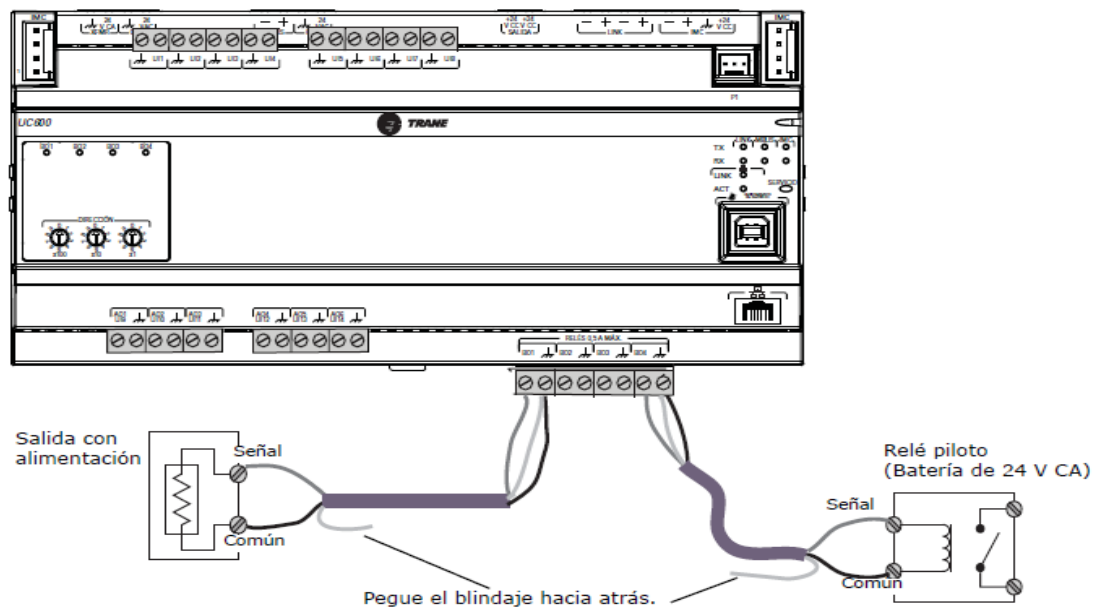


Figura 34 Modo de cableado para el controlador UC600 [5]



### 3.5 Prueba de funcionamiento de los controladores en el Panel de Control

Se enciende el panel de control, para hacer la prueba del correcto funcionamiento del estado conectividad entre los controladores, que me permita ver al usuario mediante la interfaz web.

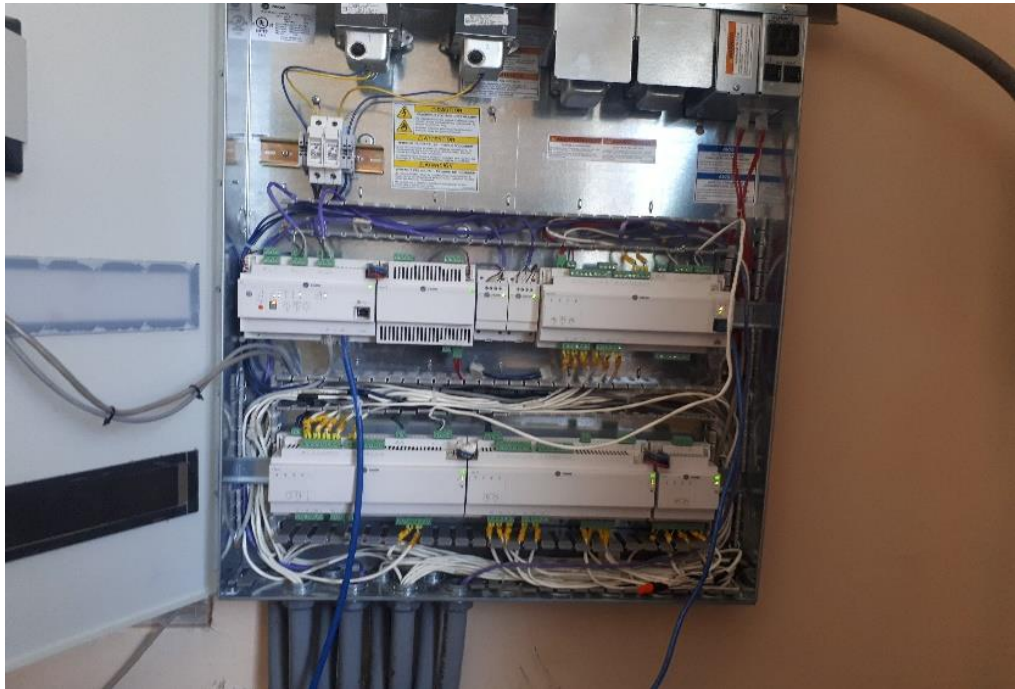


Figura 35 Prueba de funcionamiento de los módulos de control



Figura 36 Ajuste de los terminales en el módulo UC600

### 3.6 Configuración de la Dirección IP del Módulo Tracer SC

Cuando estemos en la Interfaz Web, nos dirigimos a la opción de dispositivos, dirección IP y colocamos la dirección IP, la Máscara, el DNS y Gateway ya asignados por el servidor.

Nombre de terminal central: E16L92204

**Puerto de red Ethernet 1**

Realice sus selecciones para esta dirección IP. Haga clic en **Guardar** en la parte inferior de la página.

Obtener la dirección IP automáticamente mediante DHCP

Utilice la siguiente dirección IP

Dirección IP: 192 . 168 . 26 . 80

Máscara de subred: 255 . 255 . 252 . 0

Gateway Predeterminado: 192 . 168 . 25 . 244

**Puerto de red Ethernet 2**

Realice sus selecciones para esta dirección IP. Haga clic en **Guardar** en la parte inferior de la página.

Habilitar la conexión Ethernet para Puerto de Red Ethernet 2

Obtener la dirección IP automáticamente mediante DHCP

Utilice la siguiente dirección IP

Dirección IP: 192 . 168 . 2 . 10

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Gateway Predeterminado: . . .

**Métrica**

Seleccione el Puerto de Red primario. El Tracer SC utilizará este puerto para el DNS y la puerta de enlace predeterminada.

Puerto de red Ethernet 1

Puerto de red Ethernet 2

**Configuración de DNS**

Verifique que el DNS está configurado correctamente y haga clic en **Guardar**.

Obtener la dirección del servidor DNS automáticamente

DNS está deshabilitado

Usar las siguientes direcciones de servidor DNS

Servidor DNS Primario: 192 . 168 . 25 . 2

Servidor DNS Secundario: . . .

Servidor DNS Terciario: . . .

**Enrutamiento**

Seleccione **Agregar ruta** para especificar rutas fijas para que los datos sigan en la red IP.

Acciones... + Agregar Ruta

Dirección	Máscara de red	Puerta de Enlace	Métrica	Puerto
-----------	----------------	------------------	---------	--------

Figura 37 Configuración de la dirección IP

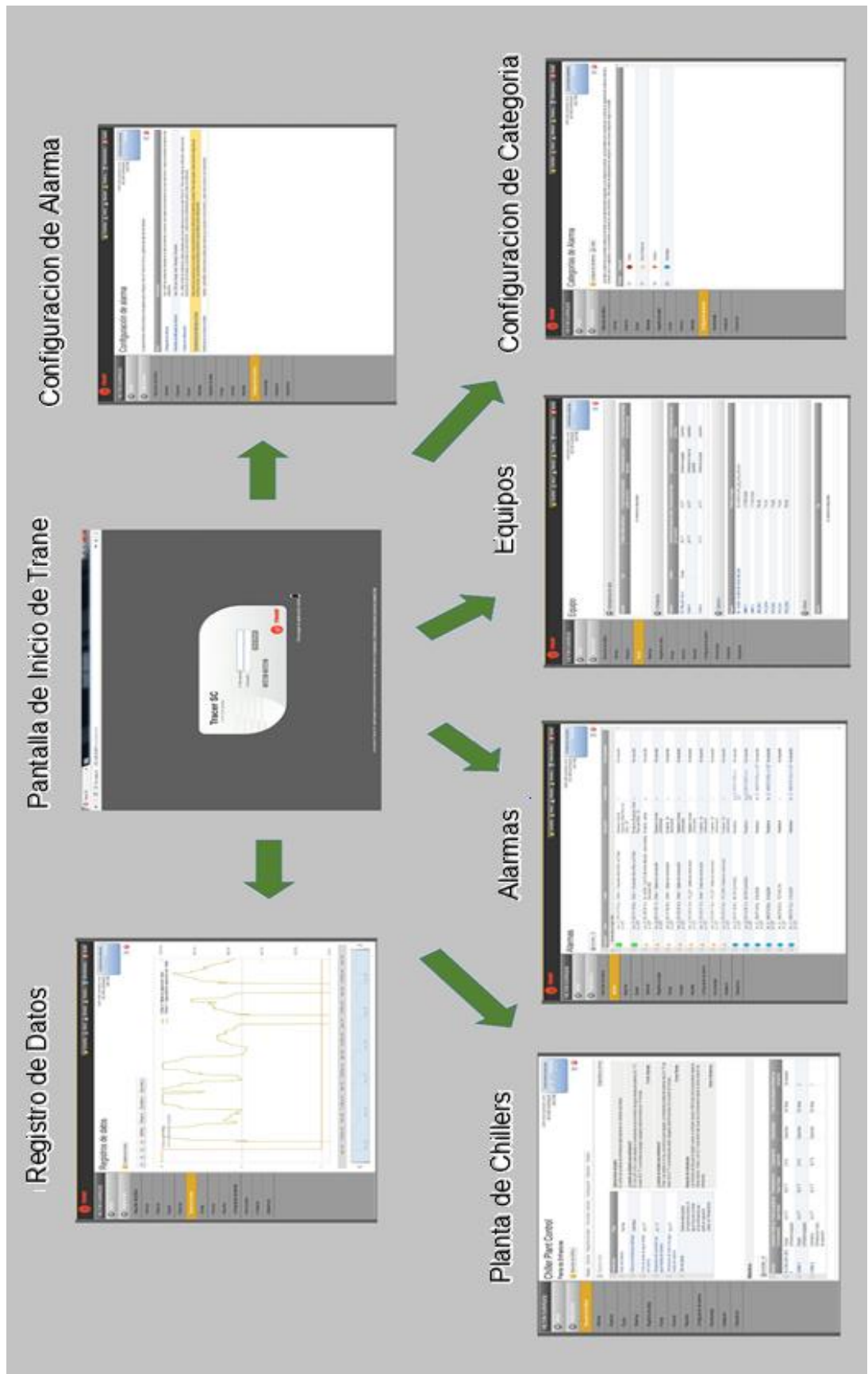


Figura de la plataforma Web de Trane 38 Interfaces



### 3.7 Ingreso a la Interfaz Web mediante el controlador Tracer Sc

Se abre cualquier navegador y se ingresa la dirección IP, ya configurada en el sistema para la planta de enfriamiento.

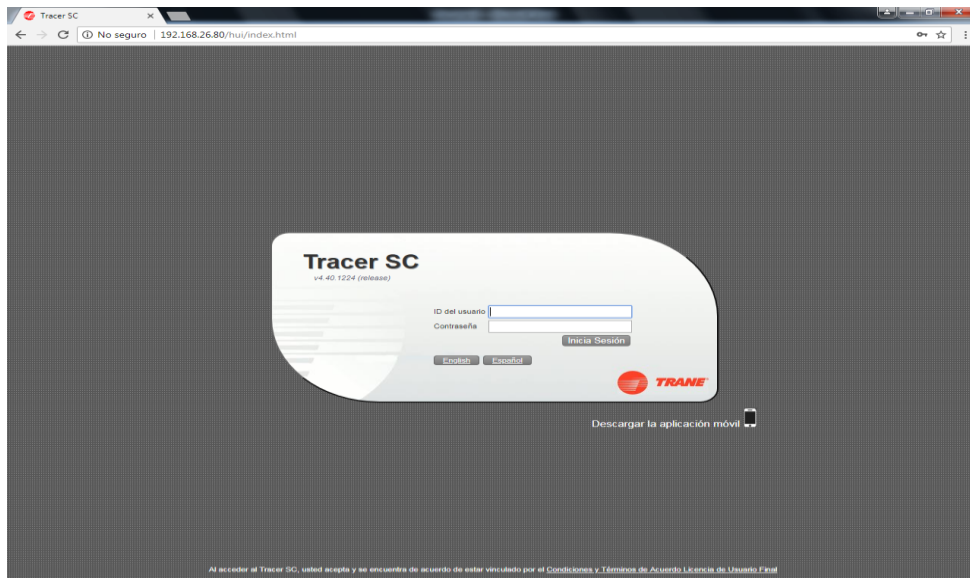


Figura 39 Ingreso a la interfaz Web

### 3.11 Panel principal de la Interfaz Web

En el panel principal de la Interfaz Web, se observa el menú de aplicaciones que ofrece el software de Trane como: alamar, sistema de la planta, registro de datos, etc.

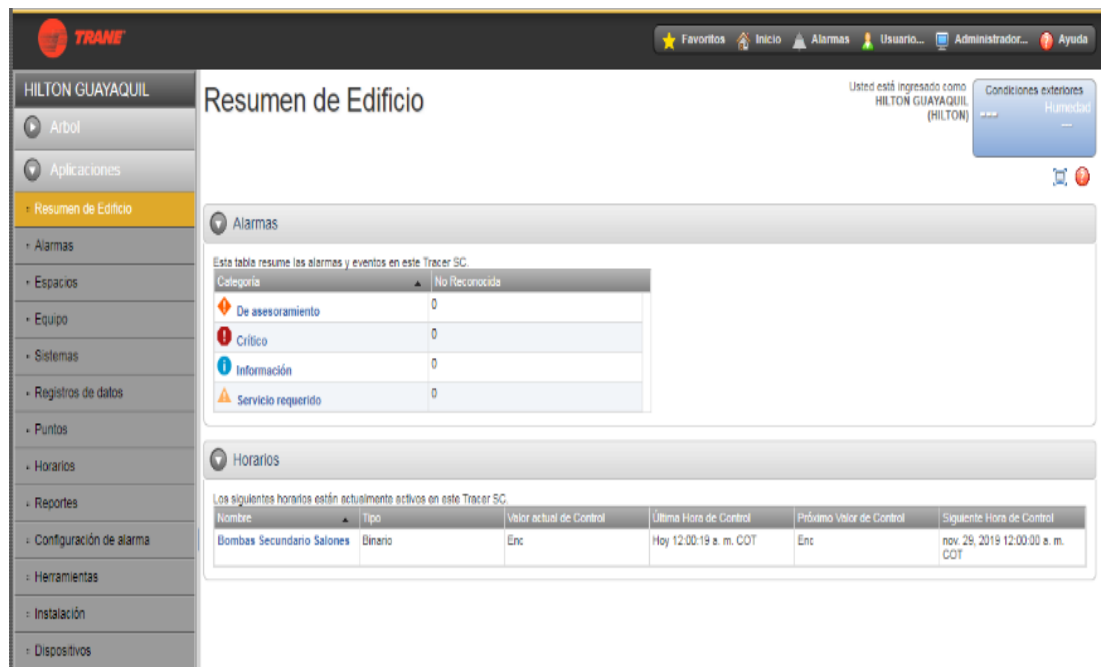


Figura 40 Arquitectura de conexión remota

### 3.12 Programación en Software TGP2 para la Planta de Agua Helada

Ventana del programa TGP2, donde puede crear programas mediante la opción de bloques, no si ante configurar los estados deseada por el programador como:

- Nombre.
- Intervalo mínimo y máximo.
- Referencia.
- Dimensionalidad.
- Crear un asociado.

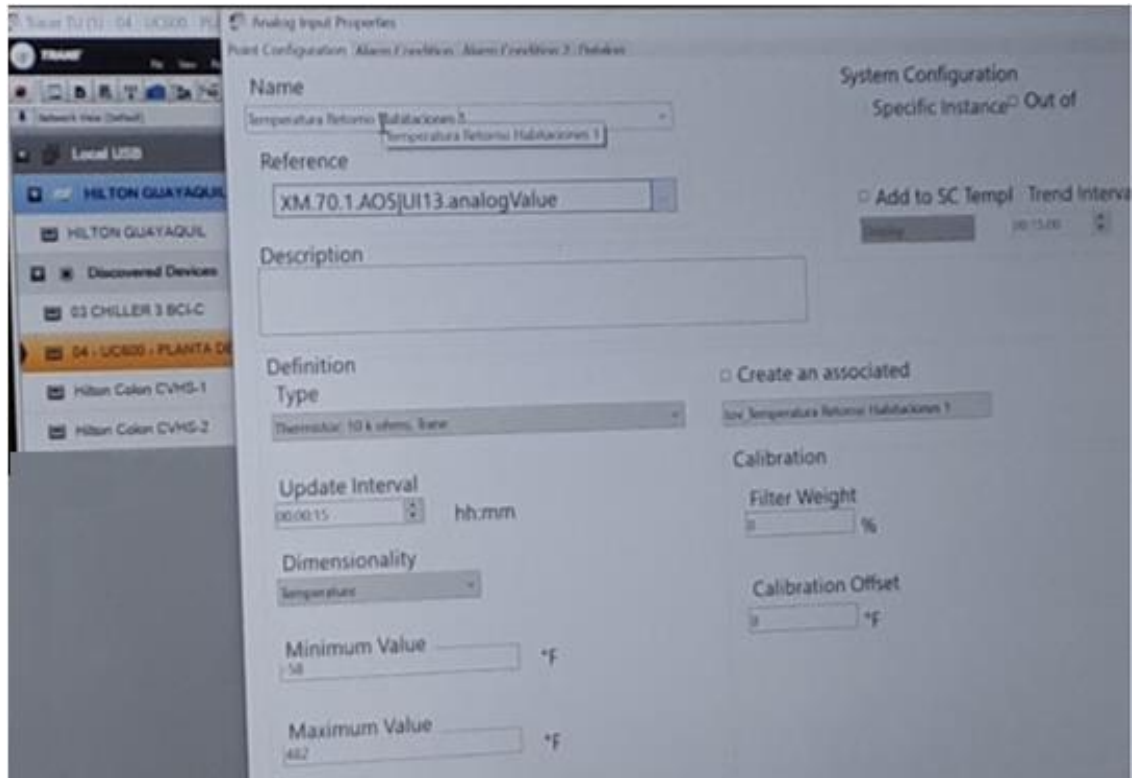


Figura 41 Venta de software TGP2

### Bloques

Los bloques en la programación gráfica TGP2, son los objetos fundamentales utilizados para escribir un programa, su propósito específico es conectar con los demás bloques para realizar una tarea lógica. La estructura básica de un bloque de programación gráfica está estructurado, a la izquierda por puertos de entrada y a la derecha por puertos de salida.

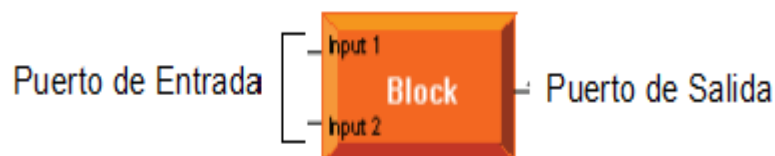


Figura 42 Bloque de programación

Ante de que el usuario pueda programar, se debe crear todos los estados que necesitará para la programación en el programa TPG2 de diseño diagrama de bloques como podemos observar en la figura 42, acorde a la necesidad de la planta.

- Entrada Binaria.
- Entrada Analógica.
- Salida Binaria.
- Salida Analógica.
- Válvula Analógica.
- Alarma.

Ins.	Name	Value	Reference	Sta.
<b>Binary Input</b>				
1	Estado Bomba Condensacion BE1A	Apagado	UI1.binaryValue	Normal
2	Estado Bomba Condensacion BE1	Apagado	UI2.binaryValue	Normal
3	Estado Torre de Enfriamiento 1	Apagado	UI3.binaryValue	Normal
4	Estado Torre de Enfriamiento 2	Apagado	UI4.binaryValue	Normal
5	Estado Bomba Condensacion BE2	Apagado	UI5.binaryValue	Normal
6	Estado Bomba Secundario BS1A	Apagado	UI7.binaryValue	Normal
7	Estado Bomba Primario BP1A	Encendido	UI8.binaryValue	Normal
8	Estado Bomba Primario BP1	Apagado	AO1/UI09.binaryValue	Normal
9	Estado Bomba Secundario BS2	Encendido	AO2/UI10.binaryValue	Normal
10	Estado Bomba Secundario BS3	Apagado	AO3/UI11.binaryValue	Normal
11	Estado Bomba Secundario BS3A	Encendido	AO4/UI12.binaryValue	Normal
12	Estado Bomba Secundario BS1	Encendido	AO5/UI13.binaryValue	Normal
13	Estado Bomba Primario BP3A	Apagado	AO6/UI14.binaryValue	Normal
14	Estado Bomba Primario BP3	Apagado	XM 70.1 UI1.binaryValue	Normal
15	Estado Bomba Primario BP2	Apagado	XM 70.1 UI2.binaryValue	Normal
16	Requerimiento Bomba Evaporador Chiller 3	Sin Request	XM 70.2 UI7.binaryValue	Normal
<b>Binary Output</b>				
1	Arranque / Paro Bomba Condensacion BE1	Apagado	BO1 (Relay).binaryValue	Normal
2	Arranque / Paro Torre de Enfriamiento 1	Apagado	BO2 (Relay).binaryValue	Normal
3	Arranque / Paro Torre de Enfriamiento 2	Apagado	BO3 (Relay).binaryValue	Normal
4	Arranque / Paro Bomba Condensacion BE2	Apagado	BO4 (Relay).binaryValue	Normal
5	Arranque / Paro Bomba Condensacion BE1A	Apagado	XM 70.1 BO1 (Relay).binaryV.	Normal
6	Arranque / Paro Bomba Primario BP1A	Apagado	XM 70.1 BO2 (Relay).binaryV.	Normal
7	Arranque / Paro Bomba Secundario BS1A	Apagado	XM 70.1 BO3 (Relay).binaryV.	Normal
8	Arranque / Paro Bomba Secundario BS3	Apagado	XM 70.2 BO1 (Relay).binaryV.	Normal
9	Arranque / Paro Bomba Secundario BS3A	Encendido	XM 70.2 BO2 (Relay).binaryV.	Normal

Figura 43 Variable y estados de comunicación

### Configurando entradas y salidas

Antes de asignar propiedades a los bloques en el programa Tracer TU, deben tener conocimientos para configurar la entrada y salida.

Dato	Tipo	Nombre	Notas
Entrada	Análogo	Equip Rm Space Temp	Entrada analógica configurada como termistor
Salida	Binario	Equip Rm Fan On/Off	Seteo mínimo de tiempo on/off de 2 minutos

Tabla 9 Configuración E/S para bloques

## Añadiendo un Bloque

Con esta función se puede agregar el primer bloque, donde el usuario dependiendo a su necesidad puede seleccionar el bloque deseado.

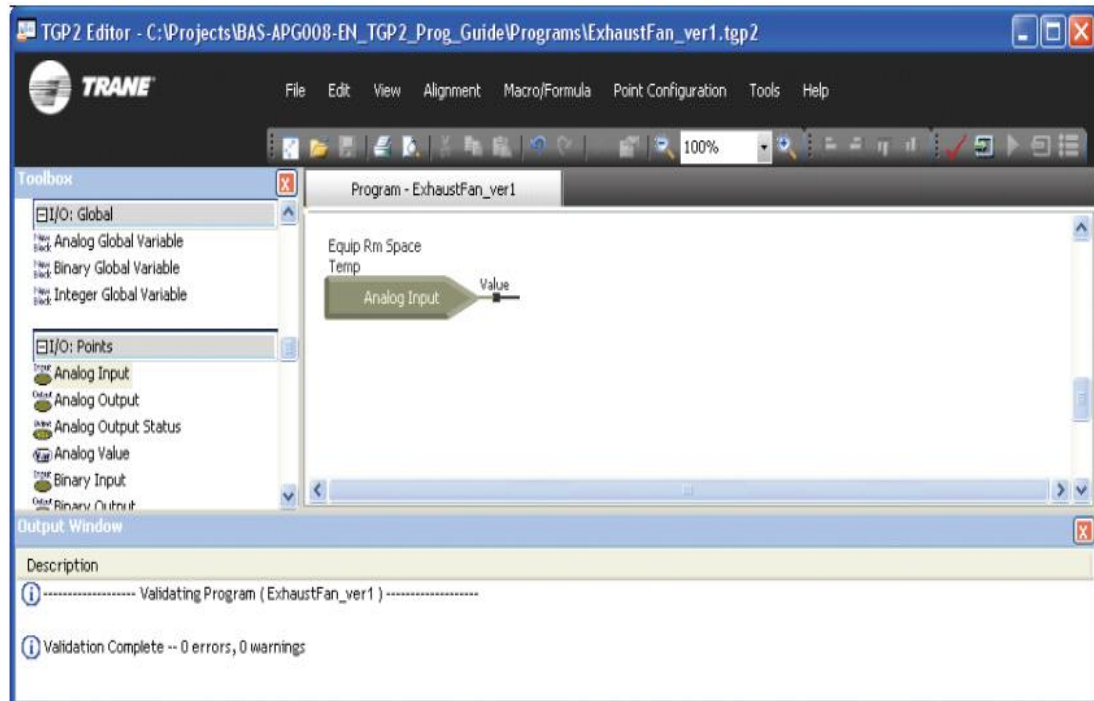


Figura 44 Añadiendo bloque

## Configuración de propiedades de bloques

Cuando se definen los bloques en el programa, se podrá comenzar a trabajar.

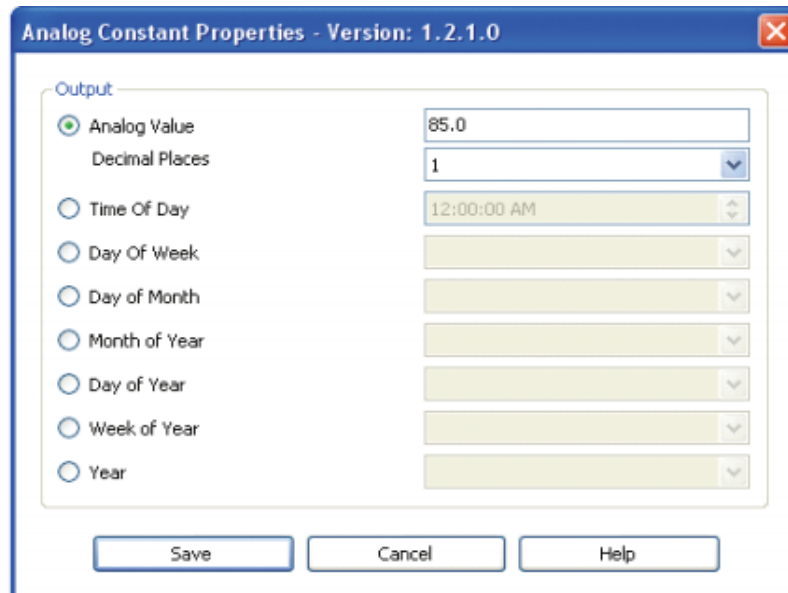


Figura 45 Añadiendo variable de estados

## Barra de Herramienta de Simulación

La barra de herramientas de simulación, ayuda al usuario a validar, compilar y simular el programa.



Figura 46 Barra de Simulación

El programa TGP2, es una programación en bloque donde el programador puede usar compuertas lógicas y PID etc., dependiendo de la necesidad de la planta, es un **programa gráfico que permite personalizar las aplicaciones del sistema Tracer y cargarlo en el controlador Tracer Sc y UC600**, la figura 45 indica la programación de la bomba del chiller 1.

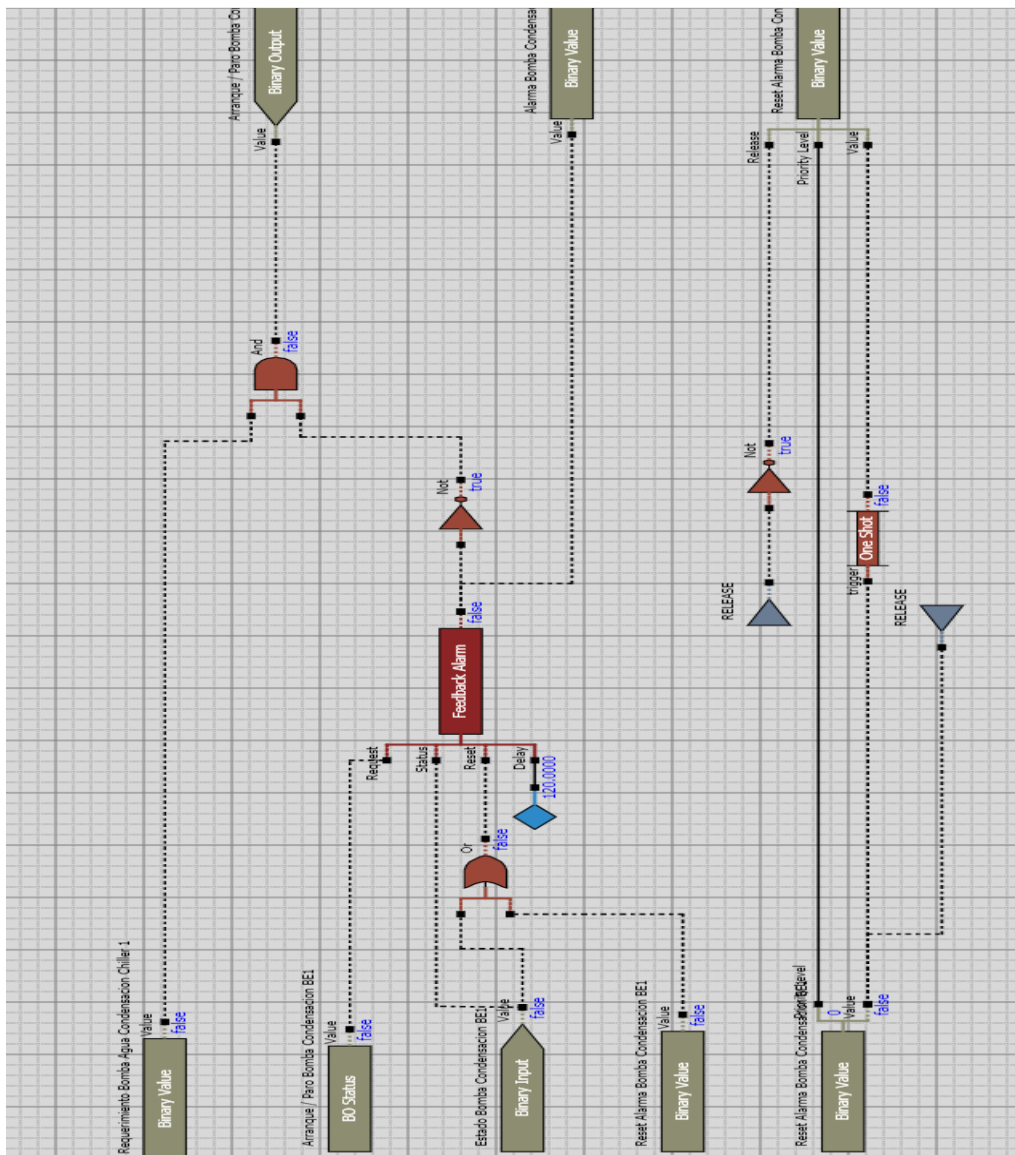


Figura 47 Programación de Añadición de estado de BE1 para el chiller 1

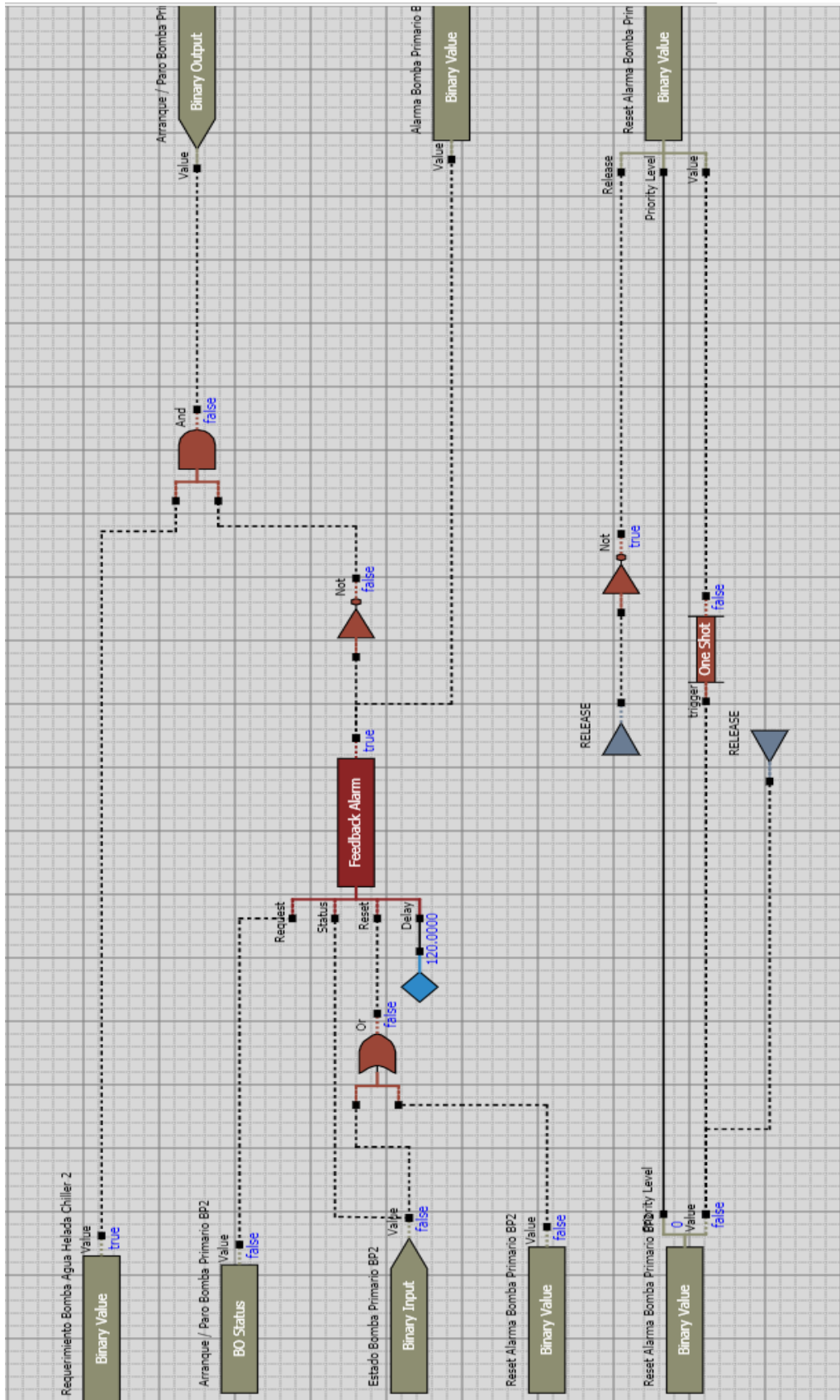


Figura 48 Programación de Añadicón de estado de BP2 para el chiller 2



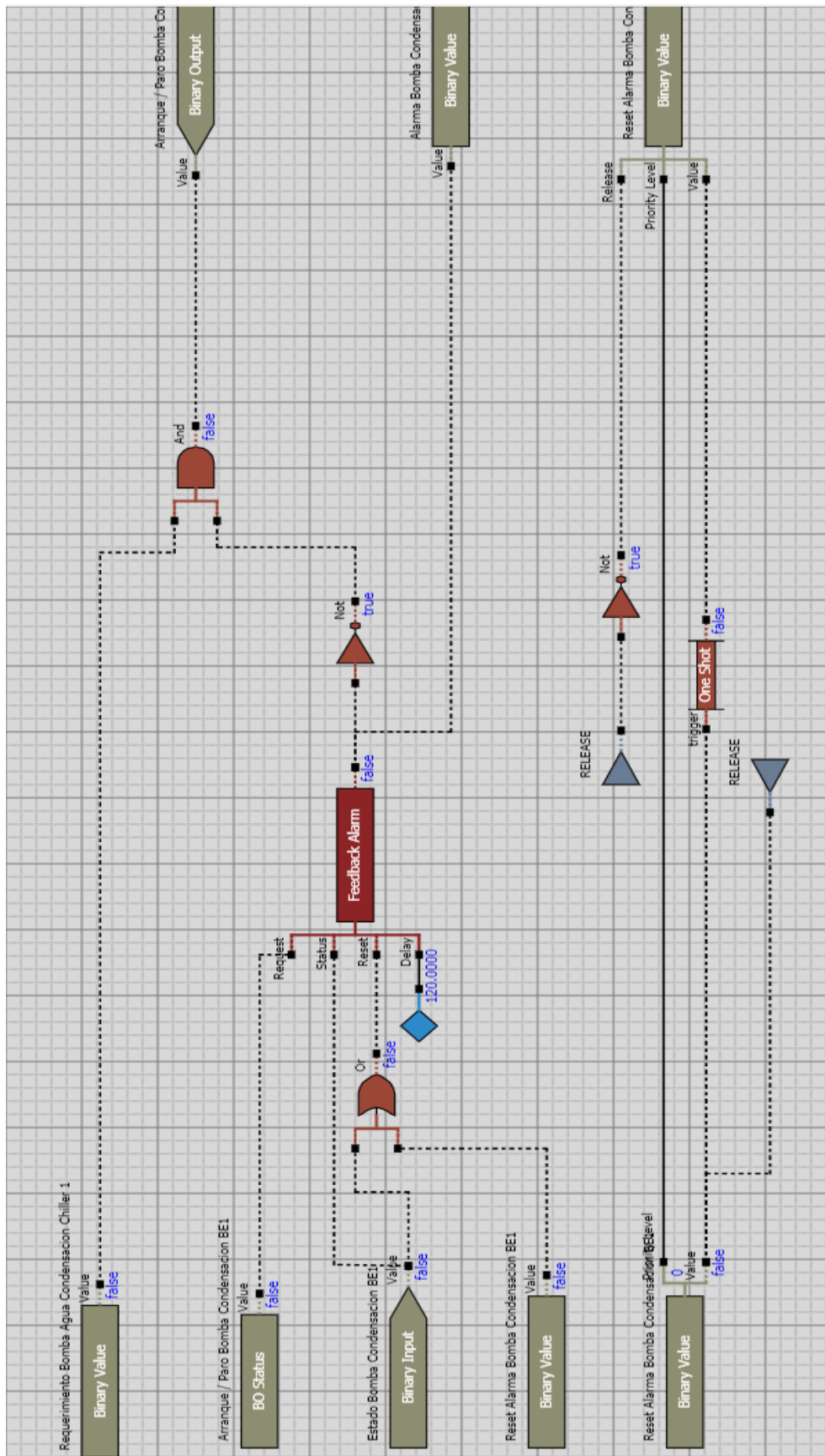


Figura 49 Programación de arranque y paro BE1 para el chiller 1

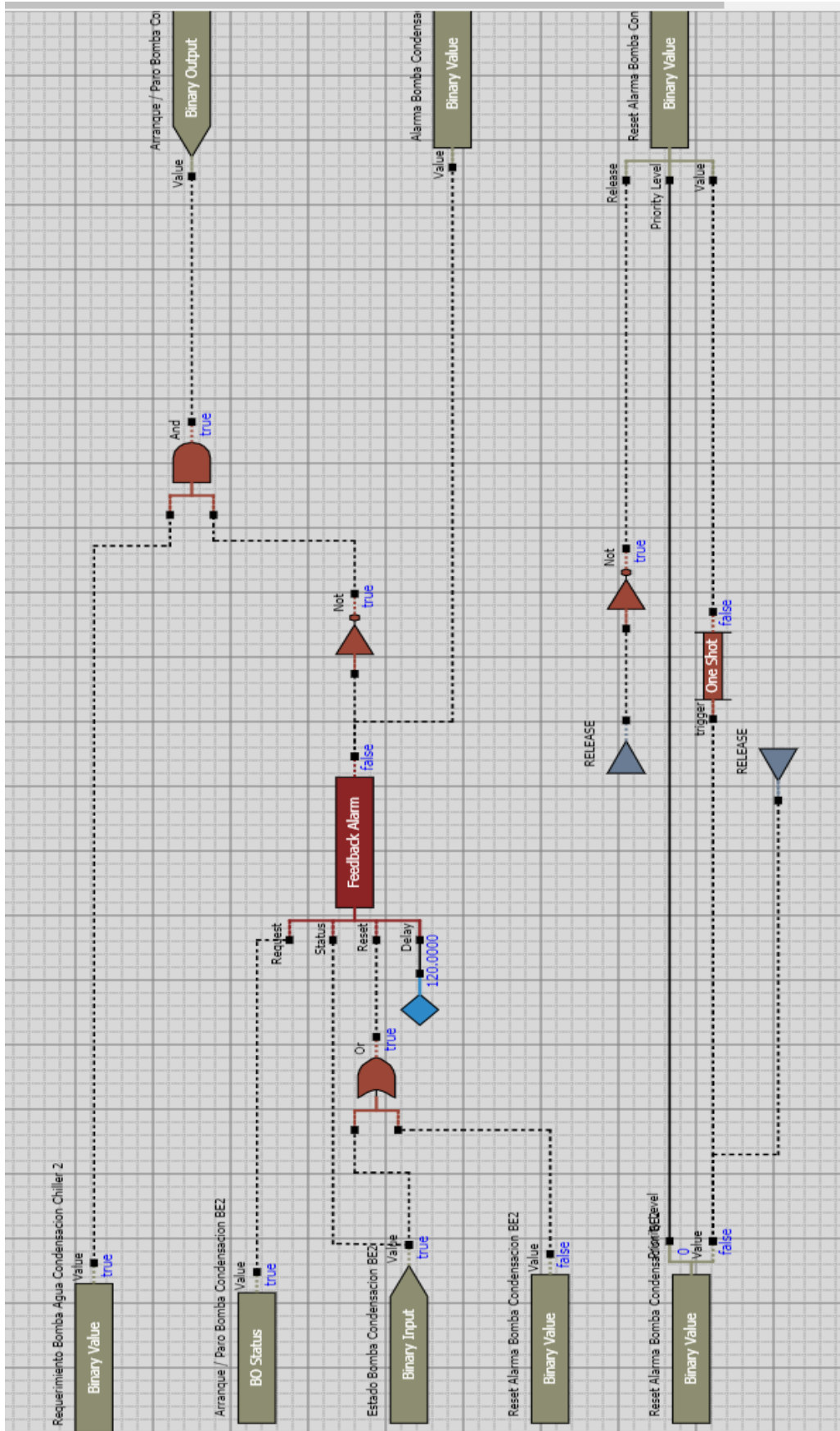


Figura 50 Programación de arranque y paro BE2 para el chiller 2



En la figura 51, se establece la programación completa de la Planta de Agua Helada de la bomba para el chiller 1 y 2, las rutinas del programa TGP2 se utilizan normalmente para el control de secuencia de equipos, ejecución, conexión y desconexión.

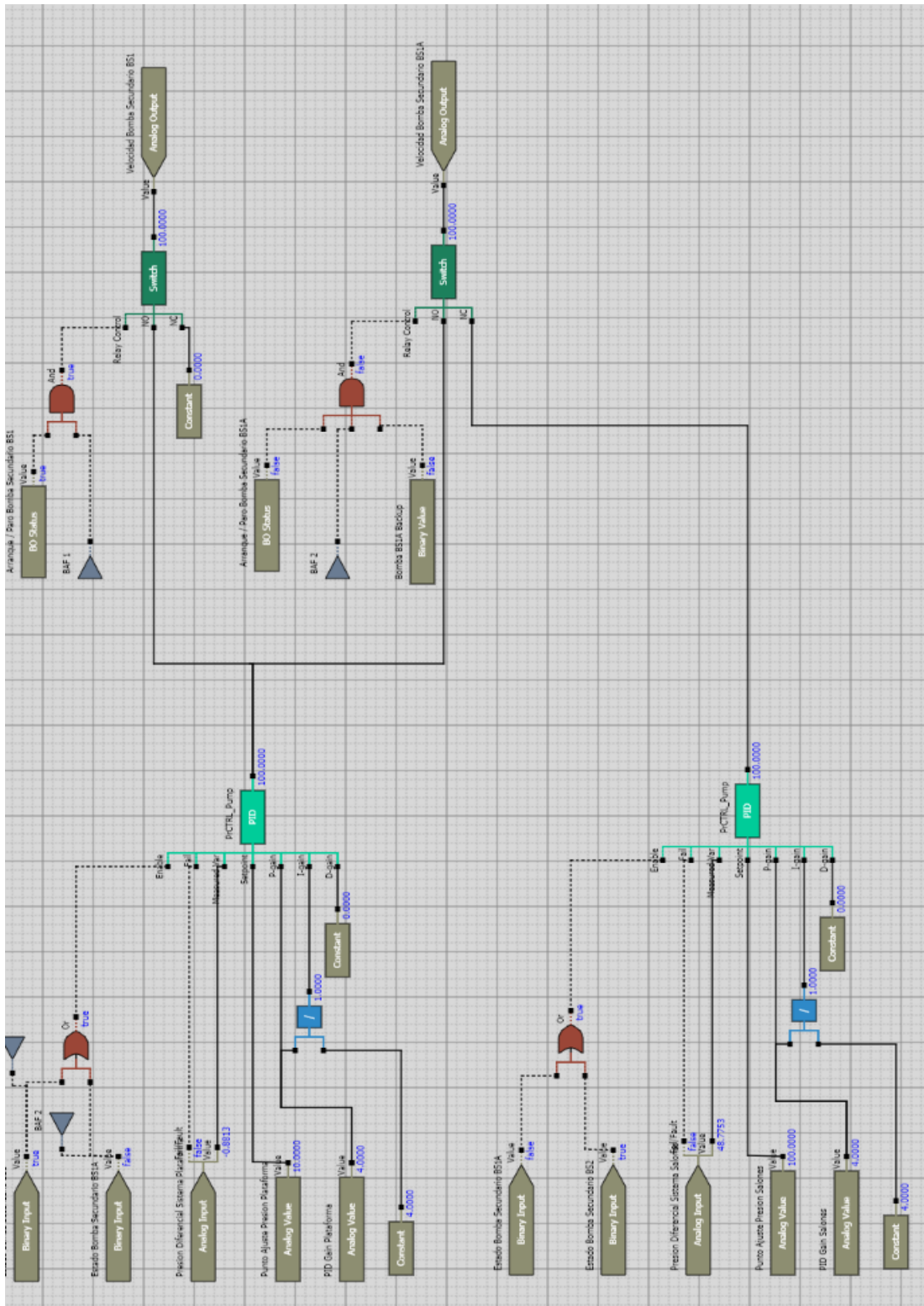
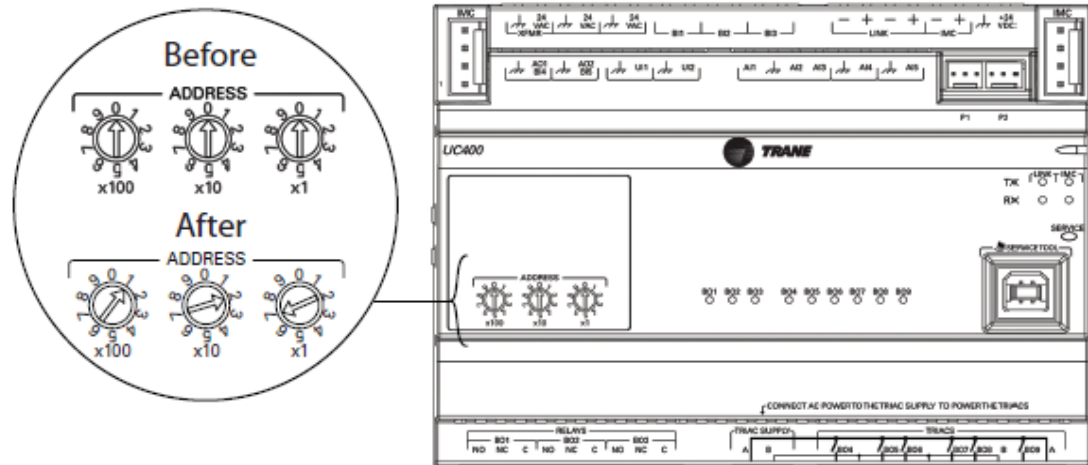


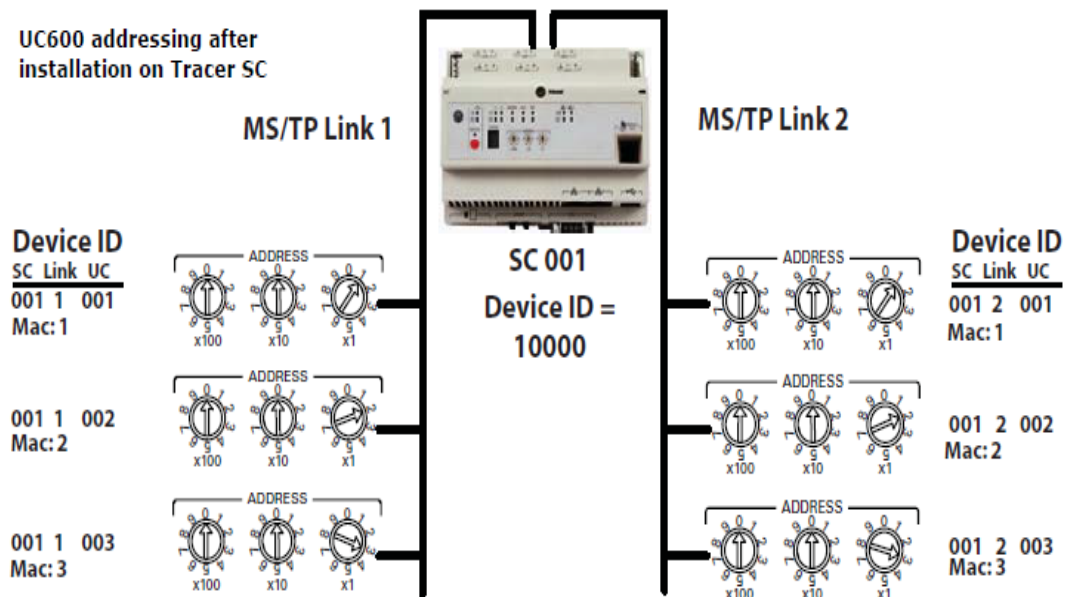
Figura 51 Programación automática para arranque y paro del Chiller 1

## Configuración de direcciones de módulo UC600

Antes de encender el módulo UC600, tiene que configurarse una dirección, mediante 3 interruptores giratorios en la parte frontal del Tracer UC600 con el propósito de definir un direccionamiento que va del 1 hasta el 127. Las direcciones en el enlace BACnet MS/TP deben ser únicas, se instala en una red de comunicaciones BACnet como la ID del dispositivo BACnet.



UC600 addressing after installation on Tracer SC



## 4. RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

En esta sección se describen los resultados de este proyecto de titulación, el sistema de control y monitoreo de la planta de agua helada, mediante el software de Trane Sc. La ventana de la interfaz web comprende en el enlace de navegación del sistema entre lo más importante: alarma, equipos, registro de datos, reporte.



Figura 54 Interfaz de usuario Tracer Sc

### Árbol de Navegación Expansible (1)

El árbol de navegación es un componente que contiene agrupado todos los elementos del sistema de la planta de agua helada, donde permite al usuario hacer configuraciones en el sistema (SetPoint de temperatura, Marcha-Paro del equipo, control de alarmas, envío de notificaciones de alarmas, etc.).

### Enlace de Navegación del Sistema (2)

El enlace de navegación del sistema, contiene en una lista todos los equipos de Tracer Sc, donde el usuario puede visualizar y controlar el sistema.

### Barra de Navegación Global (3)

La barra de navegación global, es una función administrativa de ayuda para el usuario que le permitirá modificar el tamaño de la pantalla para su mayor comodidad.

### Barra de Desplazamiento Interno (4)

La barra de desplazamiento interno, permite que el usuario tenga acceso rápido al registro de alarma y eventos del sistema Tracer.

## 4.1 Enlace de Navegación de Equipo

En el enlace de equipo encontraremos todos los dispositivos vinculados al nuevo sistema Trane SC como: chiller, bomba y variadores de frecuencia, donde el usuario puede visualizar y controlar el funcionamiento de los equipos.

The screenshot shows the Trane SC web interface. The left sidebar contains navigation links: Inicio, Alarmas, Usuario..., Administrador..., and Ayuda. The main content area is titled 'Equipo' and displays several data tables.

**Manejadoras de aire**

Nombre	Tipo	Presión estática del Ducto	Punto de ajuste de presión estática del ducto	Temperatura del aire de descarga	Punto de ajuste de temperatura del aire de descarga
Sin elementos disponibles					

**Enfriadoras**

Nombre	Alarma	Temperatura del agua de salida del evaporador	Punto de ajuste Activo	Modo de operación	Comando de paro auto. de la enfriadora
03 CHILLER 3 BC1-C	Normal	77.1 °F	44.0 °F	Enfriadora apagada	Automático
Chiller 1		43.0 °F	43.0 °F	Enfriadora en modo de operación	Automático
Chiller 2		53.4 °F	42.0 °F	Enfriadora apagada	Automático

**Genérico**

Nombre	Planilla de Equipo
04 -JUC600-PLANTA DE AGUA HELADA	04-JUC600-PLANTA DE AGUA HELADA
UMAF 1	VT7300F5x00B
UMAF 2	VT7300F5x00B
VFD_BS1	TR-200
VFD_BS1A	TR-200
VFD_BS2	TR-200
VFD_BS3	TR-200
VFD_BSSA	TR-200

**Metros**

Nombre	Tipo
Sin elementos disponibles	

Figura 55 Enlace de navegación de equipos

En la figura 56, tenemos el estado del equipo que permite al usuario ver de forma detallada los datos de operación de los dispositivos que comprende el sistema como: temperatura de salida de agua fría del evaporador, el ajuste del Setpoint del equipo, consumo en KW, etc.

**Chiller 1**  
Equipo - Centrifuga

Resumen de equipos (Gráfico) | Alarmas | Registros de datos | Aplicación | Clases de notificación | Detalles

Nombre	Valor	Nombre	Valor
Estado de comunicación	Comunicando	Capacidad de operación real	54.3 %
Punto de ajuste de límite de corriente activo	100.0 %	Capacidad limitada	No limitado
Temperatura de punto de ajuste friocalor activo	43.0 °F	Estado de operación de la enfriadora	Enc
Punto de ajuste de agua helada	44.1 °F	Estatus del caudal de agua en el condensador	Flujo
Comando multiestado de paro auto. de la enfriadora en BAS	Automático	Paro de emergencia	Automático
Temperatura del agua de entrada del condensador	75.7 °F	Temperatura del agua de salida del evaporador	42.9 °F
Control del punto de ajuste local	Control local	Estado de flujo de agua del evaporador	Flujo
Existe sobremando manual	Apagado	Capacidad máxima	Apagado
Restablecer Diagnóstico	Normal	Modo operativo	Enfriamiento
Operación habilitada	Operación habilitada	Modo de operación	Enfriadora en modo de operación
Desconexión de diagnóstico presente	Normal	Consumo de potencia de la unidad	82.3 KW

Figura 56 Datos de operación del Chiller 1

#### 4.1.1 Sobremando de un Punto

Sobremando es la acción donde el usuario que está a cargo de controlar el dispositivo, en lugar de permitir que lo controle el sistema de dicho dispositivo, el usuario asigna el nivel de prioridad que le otorga a él la capacidad de control del dispositivo.

- 1: Manual.
- 8: Sobremando Manual Alto.
- 11: Sobremando Manual Alto.
- 13: Sobremando Manual Bajo.

The screenshot displays the Trane control interface for 'HILTON GUAYAQUIL'. The main title is '04 - UC600 - PLANTA DE AGUA HELADA / Arranque / Paro Bomba Secundario BS2'. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Arbol', 'Aplicaciones', 'Resumen de Edificio', 'Alarmas', 'Espacios', 'Equipo', 'Sistemas', 'Registros de datos', 'Puntos', 'Horarios', 'Reportes', 'Configuración de alarma', 'Herramientas', 'Instalación', and 'Dispositivos'. The 'Equipo' section is highlighted. The main content area shows the 'Estatus' tab for the selected equipment, with sub-tabs for 'Estatus', 'Alarmas', 'Registros de datos', and 'Historia'. The 'Estatus' sub-tab is active, displaying the following information:

- Valor de punto: Apagado
- Estado del punto: normal a ene. 3, 2000 04:49:22 p. m.
- Servicio del punto: en servicio
- Confiabilidad puntual: bueno

Below this information is a section titled 'Arreglo de Prioridad' containing a table with the following data:

Nivel de prioridad	Valor	Solicitado por	Tiempo restante	Hora de Control
9	Apagado	Lead_lag_plataforma_salones	---	ene. 18, 2019 03:08:44 a. m.

Figura 57 Sobremando de bomba BS2

#### 4.1.2 Sobremando de usuario

El Sobremando de usuario, permite al usuario la acción de controlar un dispositivo de forma indefinida.

The screenshot displays the Trane software interface for a water pump system. The main title is "04 - UC600 - PLANTA DE AGUA HELADA / Arranque / Paro Bomba Secundario BS2". The user is logged in as "HILTON GUAYAQUIL (HILTON)".

The interface shows the following details for the pump:

- Valor de punto:** Encendido
- Estado del punto:** normal a ene. 3, 2000 04:49:22 p. m.
- Servicio del punto:** en servicio
- Confiability puntual:** bueno

The "Arreglo de Prioridad" (Priority Adjustment) table is shown below:

Nivel de prioridad	Valor	Solicitado por	Tiempo restante	Hora de Control
8	Encendido	HILTON	---	ene. 18, 2019 06:04:34 a. m.
9	Apagado	Lead_lag_plataforma_salones	---	ene. 18, 2019 06:04:34 a. m.

The left navigation menu includes: TRANE, HILTON GUAYAQUIL, Arbol, Aplicaciones, Resumen de Edificio, Alarmas, Espacios, Equipo (highlighted), Sistemas, Registros de datos, Puntos, Horarios, Reportes, Configuración de alarma, Herramientas, Instalación, and Dispositivos.

Footer text: ©2017 Trane. Reservados todos los derechos. ene. 18, 2019 06:04 a. m.

Figura 58 Sobremando usuario de la bomba BS2

### 4.1.3 Sobremando temporal de usuario

El Sobremando temporal de usuario, permite al usuario la acción de controlar un dispositivo por un tiempo asignado.

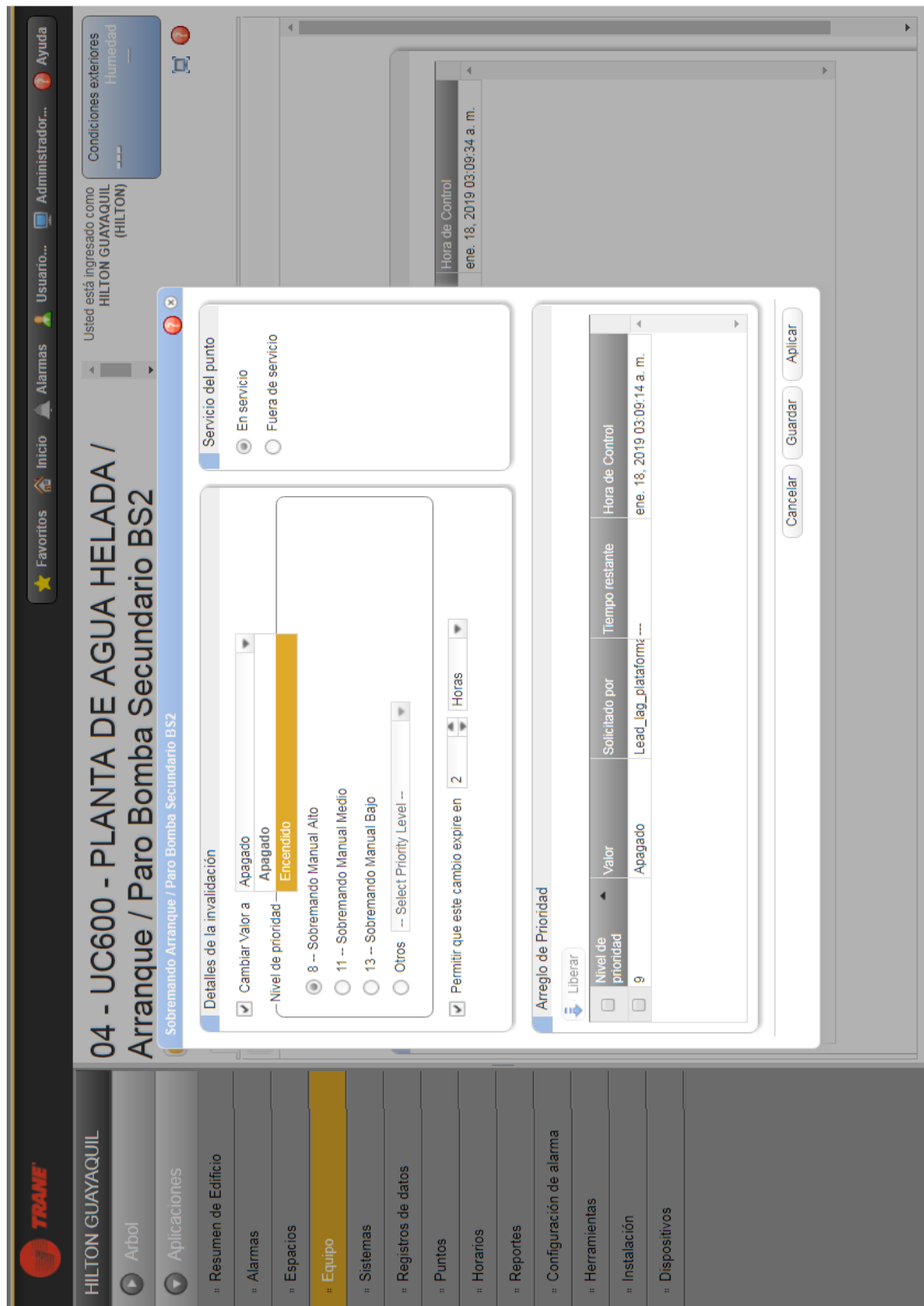


Figura 59 Sobremando temporal de la bomba BS2



## 4.2 Enlace de Navegación de Alarma

El enlace de navegación de alarma, permite al usuario recibir, observar, confirmar respecto de la alarma del sistema; existen 4 condiciones de alarma: críticas, de asesoramiento, información o servicio de requerimiento de operación de los equipos.

Alarmas		Usted está ingresado como HILTON GUAYAQUIL (HILTON)		Condiciones exteriores Humedad	
Categoría	Hora	Fuente	Descripción	Comentarios	Reconocimiento
	nov. 27, 2018 11:15:53 p. m. COT	Chiller 1 : Evaporator Water Flow Lost Chiller	Regresar a Normal: Evaporator Water Flow Lost Chiller : Off	---	No requerido
	nov. 27, 2018 11:15:45 p. m. COT	Chiller 1 : Evaporator Water Flow Lost Chiller	En alarma: Evaporator Water Flow Lost Chiller : On	---	No requerido
	nov. 27, 2018 06:25:13 a. m. COT	D4 - UC600 - PLANTA DE AGUA HELADA : Alarma Bomba Secundario BS2	En alarma : Alarma	---	No requerido
	nov. 24, 2018 11:30:11 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	---	No requerido
	nov. 24, 2018 11:05:56 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	---	No requerido
	nov. 23, 2018 08:38:16 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	---	No requerido
	nov. 23, 2018 08:31:27 a. m. COT	VFD_BS1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	---	No requerido
	nov. 23, 2018 08:21:12 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	---	No requerido
	nov. 23, 2018 06:11:29 a. m. COT	VFD_BS1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	---	No requerido
	nov. 22, 2018 02:22:19 p. m. COT	VFD_BS3A : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	---	No requerido
	nov. 22, 2018 01:32:52 p. m. COT	HILTON GUAYAQUIL	Restablecer	nov. 22, 2018 01:32:52 p. m. COT	No requerido
	nov. 22, 2018 12:03:17 p. m. COT	HILTON GUAYAQUIL	Restablecer	nov. 22, 2018 12:03:17 p. m. COT	No requerido
	dic. 31, 1969 07:16:59 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	dic. 31, 1969 07:16:59 p. m. COT	No requerido
	dic. 31, 1969 07:10:08 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	dic. 31, 1969 07:10:08 p. m. COT	No requerido
	dic. 31, 1969 07:03:05 p. m. COT	TESTONLY/SN	Restablecer	---	No requerido
	dic. 31, 1969 07:01:52 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	dic. 31, 1969 07:01:52 p. m. COT	No requerido

Figura 60 Eventos de Alarma del Sistema Trane

En el evento de alarma, el sistema Trane le permite al usuario exportar el reporte y guardarlo en el computador u otro dispositivo externo dentro de un formato seleccionado por el usuario (CSV, PDF, HTML).

Usted está ingresado como  
**HILTON GUAYAQUIL (HILTON)**

Condiciones exteriores  
Humedad

# Alarmas

Acciones...

- Verificar comentario
- Exportar como CSV
- Exportar como HTML
- Exportar como PDF
- Reconocimiento
- Remover
- Eliminar todo
- Actualizar

In filtro

	Fuente	Descripción	Comentarios	Reconocimiento
<input type="checkbox"/>	7, 2018 11:15:53 p. m. COT	Chiller 1 : Evaporator Water Flow Lost Chiller	Regresar a Normal: Evaporator Water Flow Lost Chiller : Off	No requerido
<input type="checkbox"/>	7, 2018 11:15:45 p. m. COT	Chiller 1 : Evaporator Water Flow Lost Chiller	En alarma: Evaporator Water Flow Lost Chiller : On	No requerido
<input type="checkbox"/>	7, 2018 06:25:13 a. m. COT	04 - UC600 - PLANTA DE AGUA HELADA : Alarma Bomba Secundario BS2	En alarma : Alarma	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 24, 2018 11:30:11 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	No requerido
<input checked="" type="checkbox"/>	nov. 24, 2018 11:05:56 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	No requerido
<input checked="" type="checkbox"/>	nov. 23, 2018 08:38:16 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 23, 2018 08:31:27 a. m. COT	VFD_BS1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 23, 2018 08:21:12 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 23, 2018 06:11:29 a. m. COT	VFD_BS1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 22, 2018 02:22:19 p. m. COT	VFD_BS3A : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 22, 2018 01:32:52 p. m. COT	HILTON GUAYAQUIL	Restablecer	No requerido
<input type="checkbox"/>	nov. 22, 2018 12:03:17 p. m. COT	HILTON GUAYAQUIL	Restablecer	No requerido
<input type="checkbox"/>	dic. 31, 1969 07:16:59 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	No requerido
<input type="checkbox"/>	dic. 31, 1969 07:10:08 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	No requerido
<input type="checkbox"/>	dic. 31, 1969 07:03:05 p. m. COT	TESTONLYSN	Restablecer	No requerido
<input type="checkbox"/>	dic. 31, 1969 07:01:52 p. m. COT	E16L92204	Restablecer	No requerido

Figura 61 Opción de exportar del Evento de Alarma

Una vez seleccionado el formato de descarga por el usuario, Trane le permite visualizar los diferentes ítems del evento de alarma como:

**Categoría de alarma:** Crítica, informativa, asesoramiento, y servicio de requerimiento.

**Hora:** El suceso del evento del problema con el equipo.

**Fuente:** Indica el equipo que tuvo el problema.

**Descripción:** Permite ver si el equipo está en comunicación con el controlador SC.

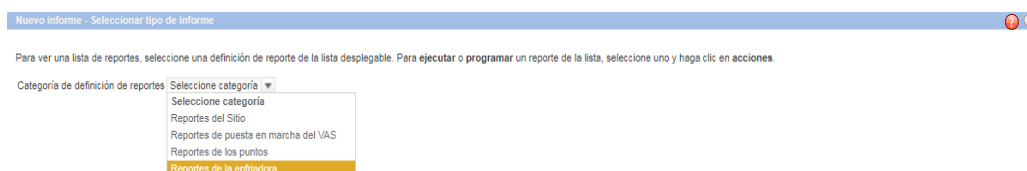


Figura 62 Selección de descargar información de la enfriadora

Categoría	Hora	Fuente	Descripción	Comentarios	Reconocimiento
Servicio requerido	nov. 24, 2018 11:05:56 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	En alarma : Sin comunicación	---	No requerido
Servicio requerido	nov. 23, 2018 08:38:16 a. m. COT	Chiller 1 : Estado de comunicación	Regresar a Normal : Comunicando	---	No requerido

Tabla 10 Archivo descargado de Evento de Alarma

El enlace de evento de alarma, permite al usuario recibir, observar y confirmar las alarmas que se originan en el sistema de la planta de agua helada, solo el operador en turno, tendrá que llenar unos requisitos y podrá tener la opción para que le llegue cualquier notificación de alarma a su correo electrónico.

Crear Regla de Enrutamiento

Seleccione los usuarios

Seleccione los usuarios que serán notificados cuando se producen ciertas alarmas.

ID del usuario	Primer nombre	Apellido
<input type="checkbox"/>	Trane	Trane
<input type="checkbox"/>	HILTON	GUAYAQUIL
<input checked="" type="checkbox"/>	Emilio Ortega	Ortega

Seleccione categoría

Seleccione el tipo de alarmas que se dirigirá a los usuarios.

Categoría	Icono	Destino
<input type="checkbox"/> Critical		Seleccionar
<input type="checkbox"/> Service Required		Seleccionar
<input type="checkbox"/> Advisory		Seleccionar
<input type="checkbox"/> Information		Seleccionar

Establecer horarios de enrutamiento

Especificar un horario en el que los usuarios serán notificados de nuevas alarmas.

<input checked="" type="checkbox"/> Domingo	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input checked="" type="checkbox"/> Lunes	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input type="checkbox"/> Martes	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input checked="" type="checkbox"/> Miércoles	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input type="checkbox"/> Jueves	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input checked="" type="checkbox"/> Viernes	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.
<input type="checkbox"/> Sábado	De 12:00 a. m.	Para 11:59 p. m.

Cancelar Guardar

Figura 63 Aviso de evento de alarma

### 4.3 Enlace de Navegación de Registro de Datos

El evento de registro, permite al usuario producir una variedad de muestras de datos en un momento definido, en intervalos de 15 minutos para mostrar el estado histórico y actual del funcionamiento que tiene el equipo, con la opción de exportar el registro.

**Registros de datos**

Usted está ingresado como HILTON GUAYAQUIL (HILTON) Condiciones exteriores Humedad

Ver datos + Crear un registro de datos

- Comparar datos
- Ver definición de registro de datos
- Editar intervalo de muestreo
- Exportar como CSV
- Exportar como HTML
- Exportar como XML
- Exportar como PDF
- Activar
- Desactivar
- Borrar datos
- Remover
- 04 - UCG00 - PLANTA DE AGUA HELADA : Presion Diferencial Sistema Salones / Valor
- Chiller 1 : Capacidad de operación real / Valor
- Chiller 1 : Comando de modo de la enfriadora en BAS / Valor
- Chiller 1 : Comando multitestado de paro auto. de la enfriadora en BAS / Valor
- Chiller 1 : Consumo de potencia de la unidad / Valor
- Chiller 1 : Modo de operación / Valor
- Chiller 1 : Modo operativo / Valor
- Chiller 1 : Punto de ajuste de agua helada / Valor
- Chiller 1 : Punto de ajuste de límite de corriente / Valor
- Chiller 1 : Temperatura de punto de ajuste frío/calor activo / Valor
- Chiller 1 : Temperatura del agua de salida del evaporador / Valor
- Chiller 1 : Temperatura saturada del refrigerante del condensador del circuito 1 / Valor
- Chiller 2 : Capacidad de operación real / Valor
- Chiller 2 : Comando de modo de la enfriadora en BAS / Valor
- Chiller 2 : Comando multitestado de paro auto. de la enfriadora en BAS / Valor
- Chiller 2 : Consumo de potencia de la unidad / Valor
- Chiller 2 : Modo de operación / Valor
- Chiller 2 : Modo operativo / Valor
- Chiller 2 : Punto de ajuste de agua helada / Valor

Intervalo de la recolección	Activo	Última Actualización	Muestras	Creado por
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	No	---	0	Trane
Cada 15 Minutos	No	---	0	Trane
Cada 15 Minutos	No	---	0	Trane
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	341	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	341	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	341	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	341	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	341	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	343	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo
Cada 15 Minutos	Sí	---	345	equipo

Figura 64 Evento de registro de datos

Los registros de datos se pueden ver en tiempo real y posteriormente en formato gráfico o tabular. El usuario tiene la opción de imprimir o guardar el grafico de operación de funcionamiento del Chiller 1 y 2.

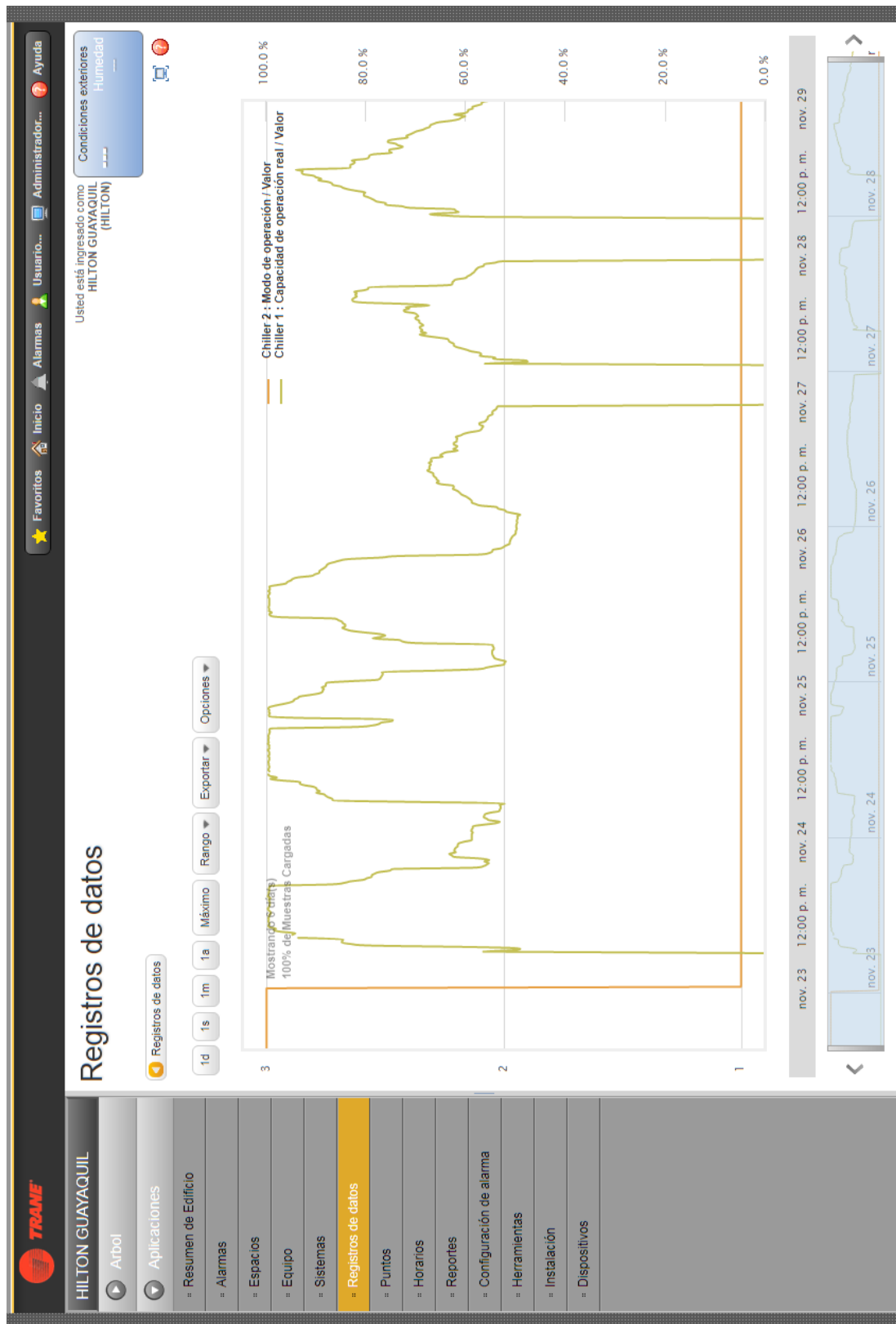


Figura 65 Estado histórico y actual de funcionamiento del chiller 1-2

#### 4.4 Enlace de Navegación de Reporte

El enlace de reporte ofrece información útil para el usuario, que podrá utilizar para decidir sobre las operaciones del sistema, además ofrece un gran informe detallado del funcionamiento estándar de los equipos de Trane mediante la norma ASHRAE 147.

**Reporte de Estándar ASHRAE 147**

Reportes

Usted está ingresado como **HILTON GUAYAQUIL (HILTON)**

Condiciones exteriores: Humedad

Reportes Guardados | Acciones... | Para cambiar el título del reporte y exportar el reporte, haga clic en acciones.

Tipo: Reporte de Estándar ASHRAE 147 | Ejecutar en: nov. 29, 2018 01:57 a. m.

Reporte de Estándar ASHRAE 147

Nombre/Descripción	Estatus	Configuración	Compresor	Condensador	Evaporador	Bombas
Chiller 1	Estado de comunicación: Comunicando Capacidad de operación real: 54.4 % Consumo de potencia de la unidad: 82.4 kW Modo operativo: Enfriamiento Running	Capacidad máxima: Apagado Consumo de potencia de la unidad: 82.4 kW Punto de ajuste de agua helada: 44.1 °F Comando de modo de la enfriadora en BAS: Enfriamiento Punto de ajuste de límite de corriente: 100.0 %	Tiempo de operación - Compresor 1A: 3,545.85 Arranques - Compresor 1A: 69.00	Temperatura del agua de entrada del condensador: 75.7 °F Temperatura del agua de salida del condensador: 81.7 °F Presión del refrigerante del condensador del circuito 1: 15.171 psi Temperatura saturada del refrigerante del condensador del circuito 1: 83.4 °F	Temperatura del agua de entrada al evaporador: 48.5 °F Temperatura del agua de salida del evaporador: 43.0 °F Estado de flujo de agua del evaporador: Flujo Presión del refrigerante del evaporador - Circuito 1: 6.259 psi Temperatura saturada del refrigerante del evaporador - Circuito 1: 43.1 °F	Relé del compresor de purga del circuito 1: Apagado Bomba de purga de 24 horas del circuito 1: 0.00

: Arbol  
 : Aplicaciones  
 : Resumen de Edificio  
 : Alarmas  
 : Espacios  
 : Equipo  
 : Sistemas  
 : Registros de datos  
 : Puntos  
 : Horarios  
**: Reportes**  
 : Configuración de alarma  
 : Herramientas  
 : Instalación  
 : Dispositivos

Figura 66 Reporte de funcionamiento del Chiller1



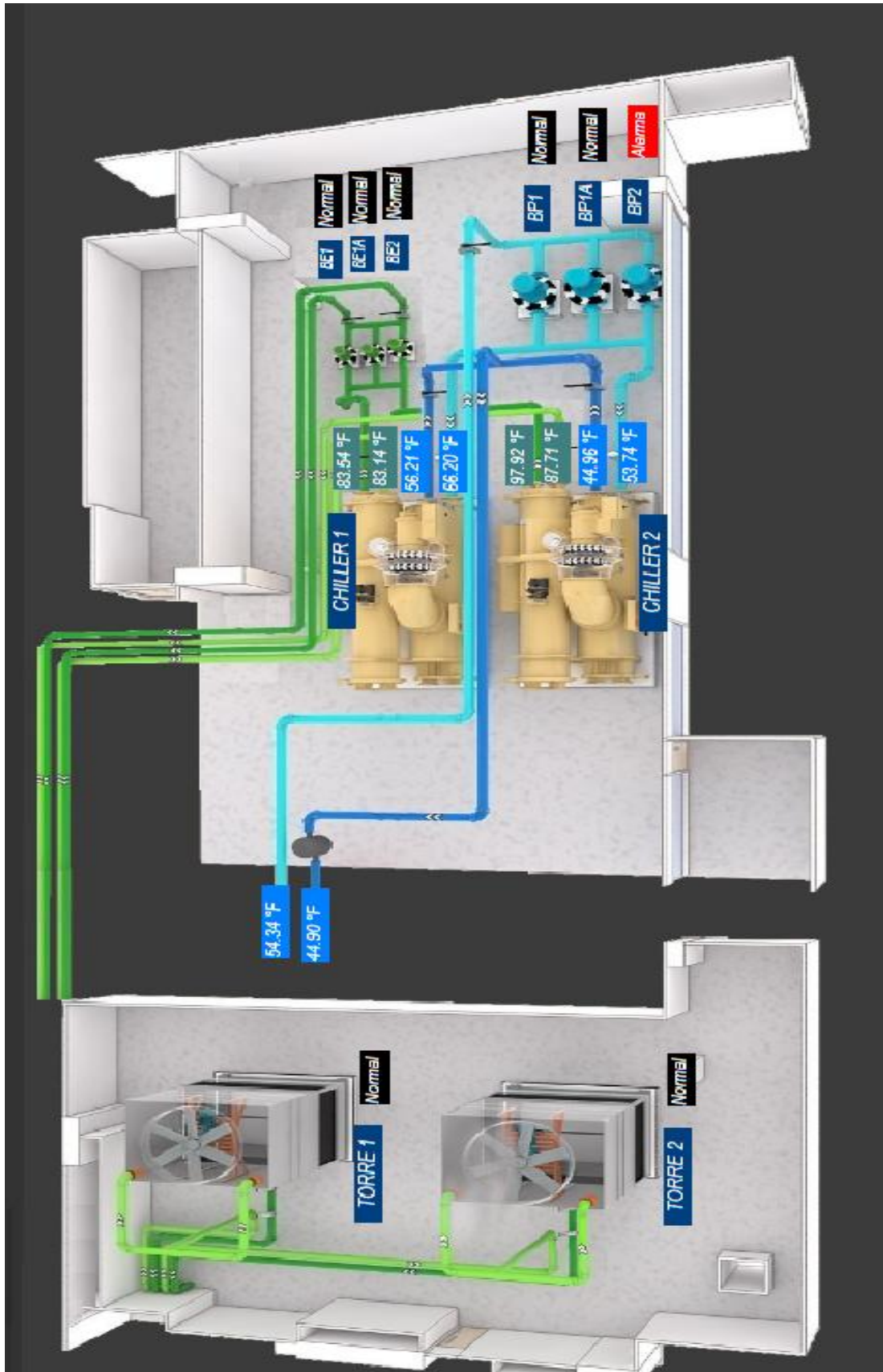


Figura 67 Diseño en 3D de la planta de agua helada



## CONCLUSIONES

- El programa TPG2, se logró realizar la supervisión y control de la planta de agua helada para mayor control por parte de los operadores.
- Una vez familiarizado con el programa TPG2, se dejó avanzado en la programación para algunos puntos, que permite a futuro seguir expandiendo el sistema de la planta enfriadora.
- El proceso de colocación de los módulos electrónicos en el tablero de control, se realizó con cuidado para evitar daños en los dispositivos, se percató que las direcciones de los equipos sean las correctas para que sea reconocido en la red.
- Para este proyecto se aprendió del funcionamiento de la red con el protocolo BacNet, con relación a otros protocolos a nivel industrial; para poder trabajar además se debió usar cable blindado y así se evitó interferencia en la comunicación entre dispositivos.
- Con la utilización del módulo Tracer SC, las fallas y diagnósticos son lo más destacable en el sistema, ya que el operador pudo revisar desde una PC o App el funcionamiento de la planta, en caso de algún problema se envía al operador un correo indicando el problema de la planta.
- El proceso de identificación de señales fue la tarea más laboriosa ya que consistió en identificar los cables de señal para la bomba de los chiller, ya que se encontraban en paneles con demasiados cables. Una vez identificado se lo reconecto con el nuevo sistema.
- Hay que tener en cuenta que todos los equipos utilizados para el desarrollo del proyecto, son de suma importancia para el funcionamiento del sistema.
- Además se vio en la necesidad de conectar el panel de control a una fuente externa (UPS) para futuros apagones.

## RECOMENDACIONES

- Una recomendación importante es la fijación de los dispositivos en el panel de control para evitar daños, de la misma manera que los conectores estén bien sujetos a los módulos para que funcione correctamente al momentos de trabajar con la interfaz web y no haya problema con la comunicación entre dispositivo de control.
- Se recomienda que el cable para el protocolo BACnet, debe tener su propia tubería para evitar interferencia con el envío de comunicación entre dispositivos.
- Como consideración para la conexión de la señal con el protocolo BacNet en el módulo Tracer SC, es el cable de color negro en el pin 2, el cable de color blanco en el pin 4 y el cable trenzado debe estar conectado en la tierra para asegurar una comunicación sin interferencia.
- Se sugiere que antes de encender los módulos, se debe configurar su dirección para que no tenga ningún problema con el reconocimiento al momento de conectar con la red.
- Se sugiere asignar un puerto exclusivo para la interfaz web para que la descarga de información se más rápido para el usuario.

## REFERENCIAS

- [1] R. ALMENDARIZ y D. LARA, «DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN CHILLER PARA EL LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR,» 14 Febrero 2014. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3525/1/15T00568.pdf>.
- [2] C. TYRONE y V. ERNESTO, «DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ACOPLAMIENTO DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EN EL PASTEURIZADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL,» 18 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12670/1/TESIS%20DE%20CHILLER.pdf>.
- [3] Antonio, «Chillers, aspectos técnicos,» *Cerogradoscelsio*, pp. 3-7-8-9, 2017.
- [4] S. Trane.Estados Unidos 1913.
- [5] J. Garcia y G. Miguel, «Sistema IoT basado en el estandar BacNet para el control del consumo electrico en edificios de grandes dimensiones,» 26 Junio 2017. [En línea]. Available: [http://oa.upm.es/47932/1/TFM\\_JOSEMANUEL\\_GARCIA\\_FERNANDEZ.pdf](http://oa.upm.es/47932/1/TFM_JOSEMANUEL_GARCIA_FERNANDEZ.pdf).
- [6] J. C. Sanchez, O. Mauricio, D. Robert y C. Xavier, «Automatizacion de una Planta de Reciclaje de Basura ubica en Flor de Bastion de la Ciudad de Guayaquil,» 12 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10431/1/UPS-GT001518.pdf>.
- [7] A. Molina, «Diseño de un sistema de control y monitoreo para el sistema de climatizacion del Hospital Solca Portoviejo, utilizando una pc, el comfort controller 6400 y el software de visualizacion comfort view de Carrier,» 12 Junio 2010. [En línea]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24237/1/D-90440.pdf>.
- [8] J. D. P. Bustamante, «UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA,» 12 Abril 2005. [En línea]. Available: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16637/1/Pazmi%C3%B1o%20Bustamante%2C%20Jeferson%20Daniel.pdf>.
- [9] S. Centelsa, «Cable y Tecnologia,» 16 Abril 2010. [En línea]. Available: <http://www.centelsa.com.co/archivos/1c673c6d.pdf>.
- [10] C. M. A. ALDANA, «UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO,» 7 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4758/6/UPS%20-%20KT00307.pdf>.
- [11] The Trane Company, «Instalacion, Operacion, Mantenumiento Capitulo 1,» de *Enfriadora por Agua*, New York, America Standard , 1997, p. 99.

## Anexos

### Anexo 1: Empresa Beneficiada



#### Hotel Hilton Colón Guayaquil

##### Sobre Nosotros

“Somos una compañía al servicio de las personas y contamos con un equipo de miembros que comparten cada día su pasión por la hospitalidad, incluso fuera de nuestras instalaciones”.

##### Valores

- **HOSPITALIDAD:** Nos apasiona agasajar a nuestros huéspedes de manera excepcional.
- **INTEGRIDAD:** Hacemos siempre lo correcto.
- **LIDERAZGO:** Ocupamos la vanguardia en nuestro rubro comercial y en nuestras comunidades.
- **TRABAJO EN EQUIPO:** Trabajamos en equipo en todo lo que hacemos.
- **RESPONSABILIDAD:** Asumimos la responsabilidad de nuestras acciones y decisiones.
- **SER EXPEDITIVO:** Trabajamos con rapidez y disciplina.

##### Misión

Llenar el mundo de calidez y hospitalidad ofreciendo una experiencia excepcional en cada hotel, a cada huésped y en cada oportunidad.

##### Visión

Ser la compañía más hospitalaria del mundo ofreciendo satisfactorias experiencias para los huéspedes, oportunidades concretas para los Miembros del Equipo, alto retorno para los propietarios y una influencia positiva en las comunidades en las que trabajamos.

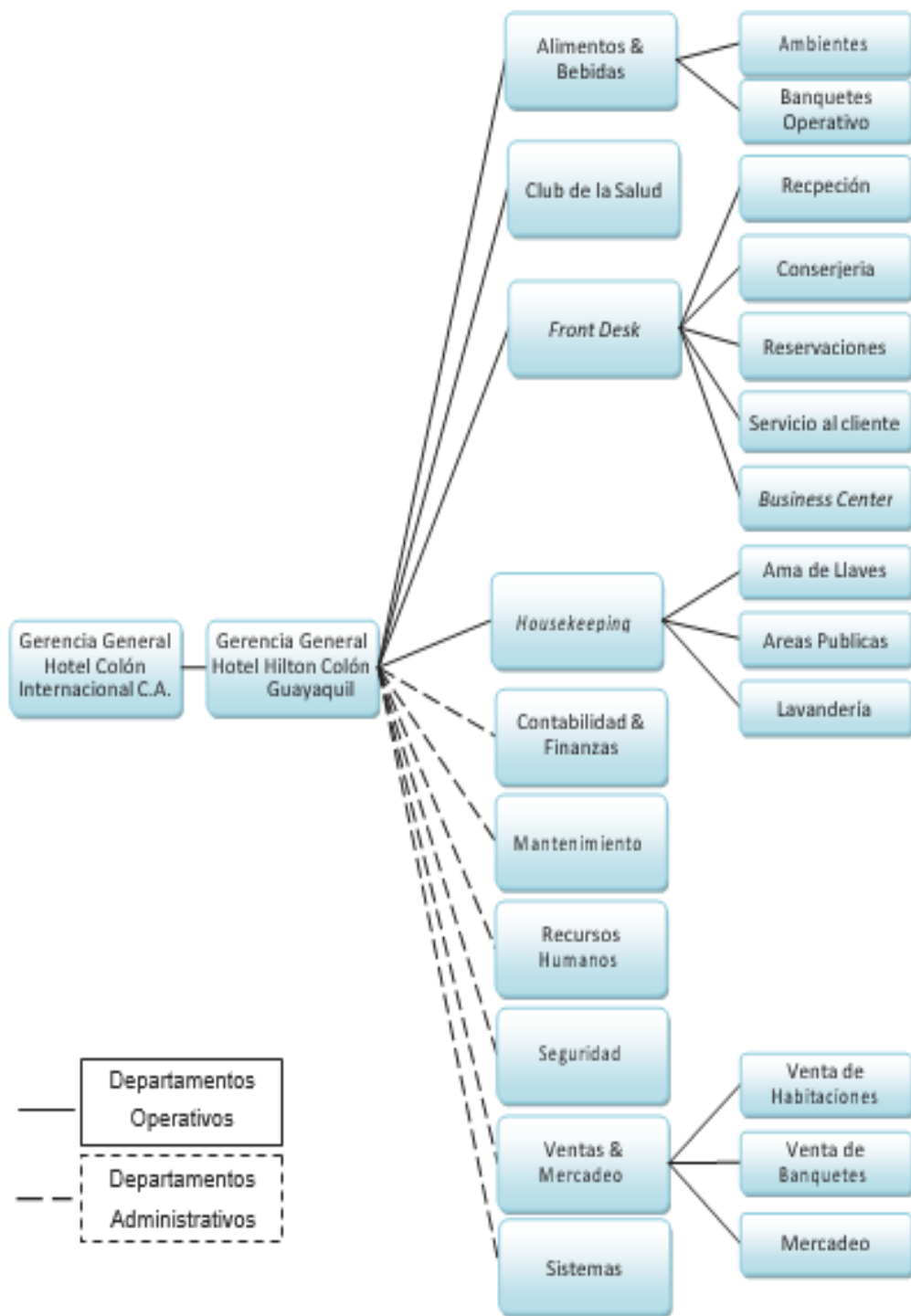

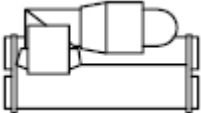




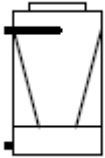

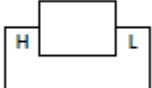


Figura 68 Equipo de Trabajo del Hotel Hilton Colón

## Anexo 2: Abreviaturas

°F	Grado Fahrenheit.
Scada	Supervisory and Data Acquisition.
PC	Personal Computer (Computador Personal).
PLC	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).
CFM	Cubic Feet per Minute (Cantidad de Flujo por minutos).
VAC	Voltage of Alternating Current (Voltage de Corrientes Continua).
F	Fusible.
AI	Analog Input (Entrada Analógica).
AO	Analog Output (Salida Analógica).
ICB	BacNet Infertaz Communication (Interfaz de Comunicación BacNet).
TPG	Tracer Graphic Programan (Programación Grafica de Tracer).
TE	Cooling tower (Torre de Enfriamiento).
CHR	Chillers.
Ground	Tierra.
BO	Binary Input (Entrada Binaria).
TEH	Outside Humidity Temperatura (Temp. de Humedad Exterior)
FMC	Factory Mounted Controls (Controles montados en fábrica).
UMA	Unidad Manejadora de Aire.
VAV	Variable Air Volumen.
Bacnet	Building Automation and Control Networks.
IMC	Link, MBUS, Communication.
SC	Control system

### Anexo 3: Simbología

I/O	Input/Output
	Fusible
	Chiller
	Bomba
	Relé de Cable
	Sensor de Corrientes
	Sensor de Fluido
	Torre de Enfriamiento
	Transformador
	Presión Diferencial

### Anexo 4: Diagrama conexiones de la Planta de Agua Helada

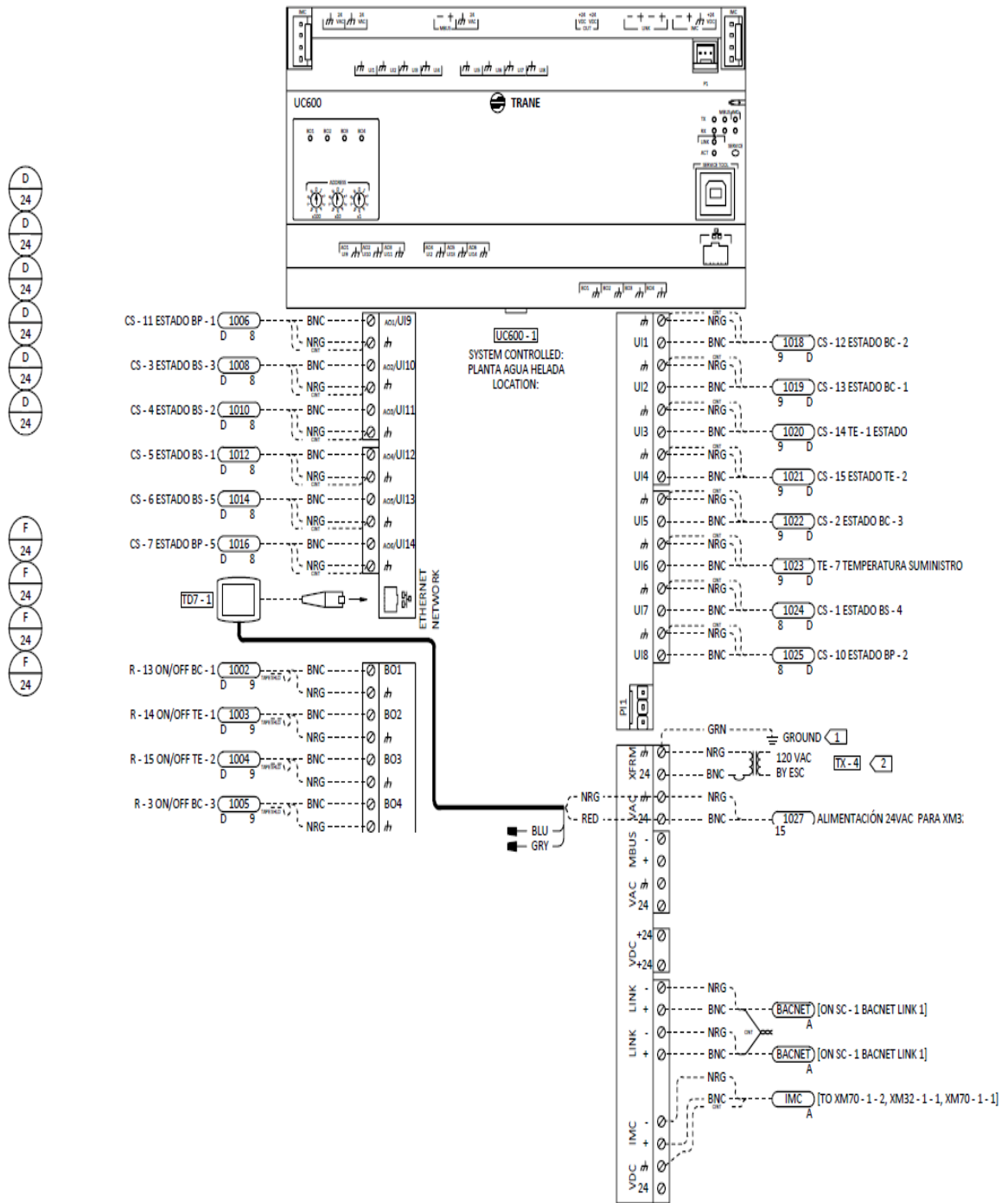


Figura 69 Diagrama de Conexiones del Módulo UC600



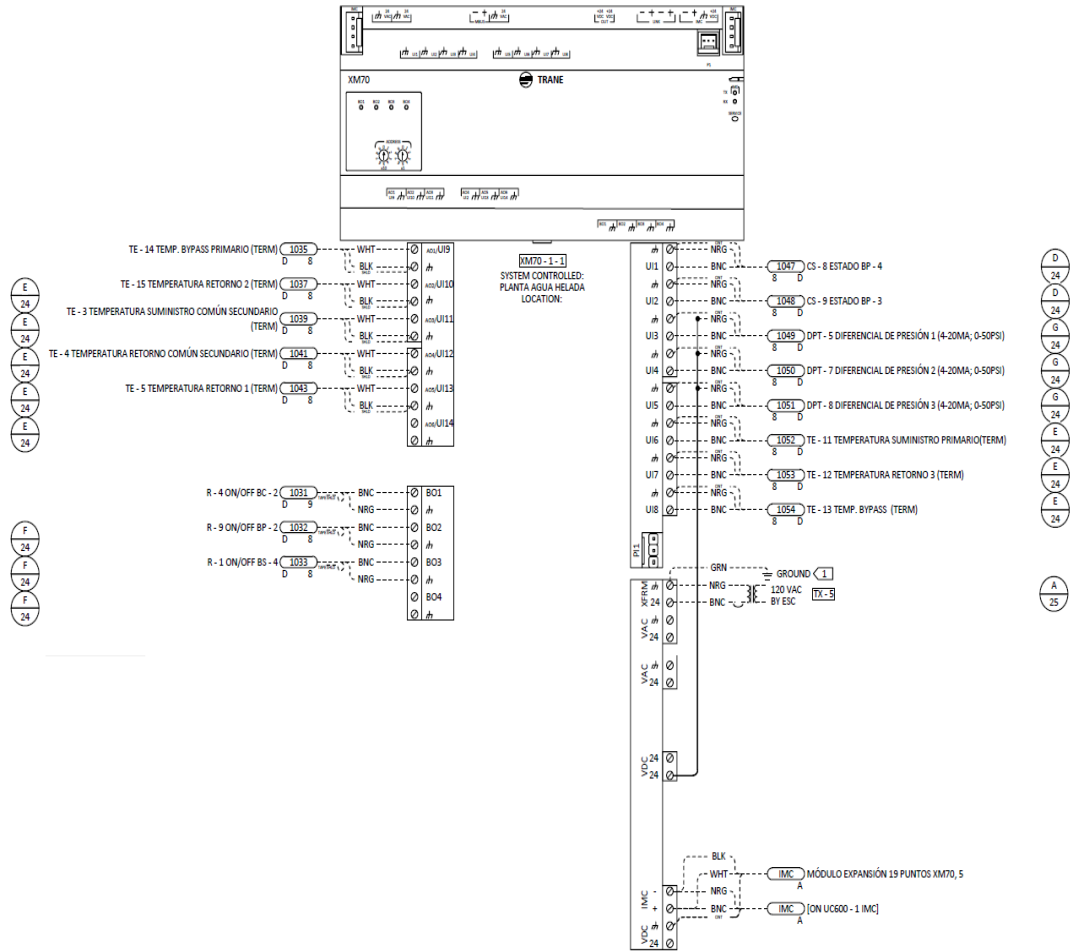


Figura 70 Diagrama de Conexiones del Módulo XM70

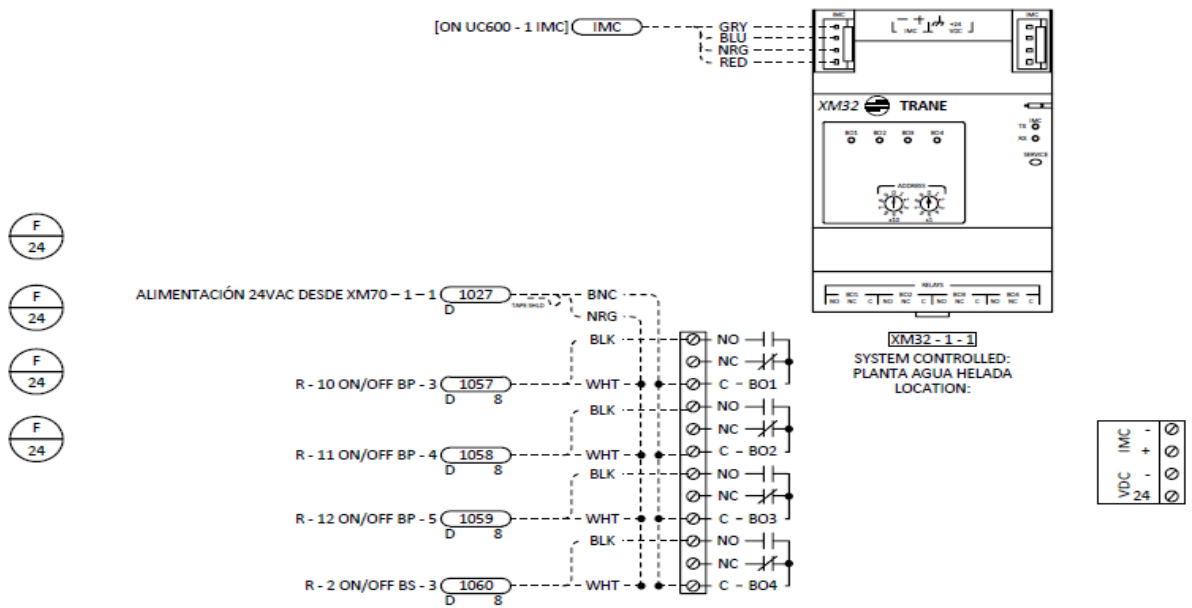


Figura 71 Diagrama de Conexiones del Módulo XM32

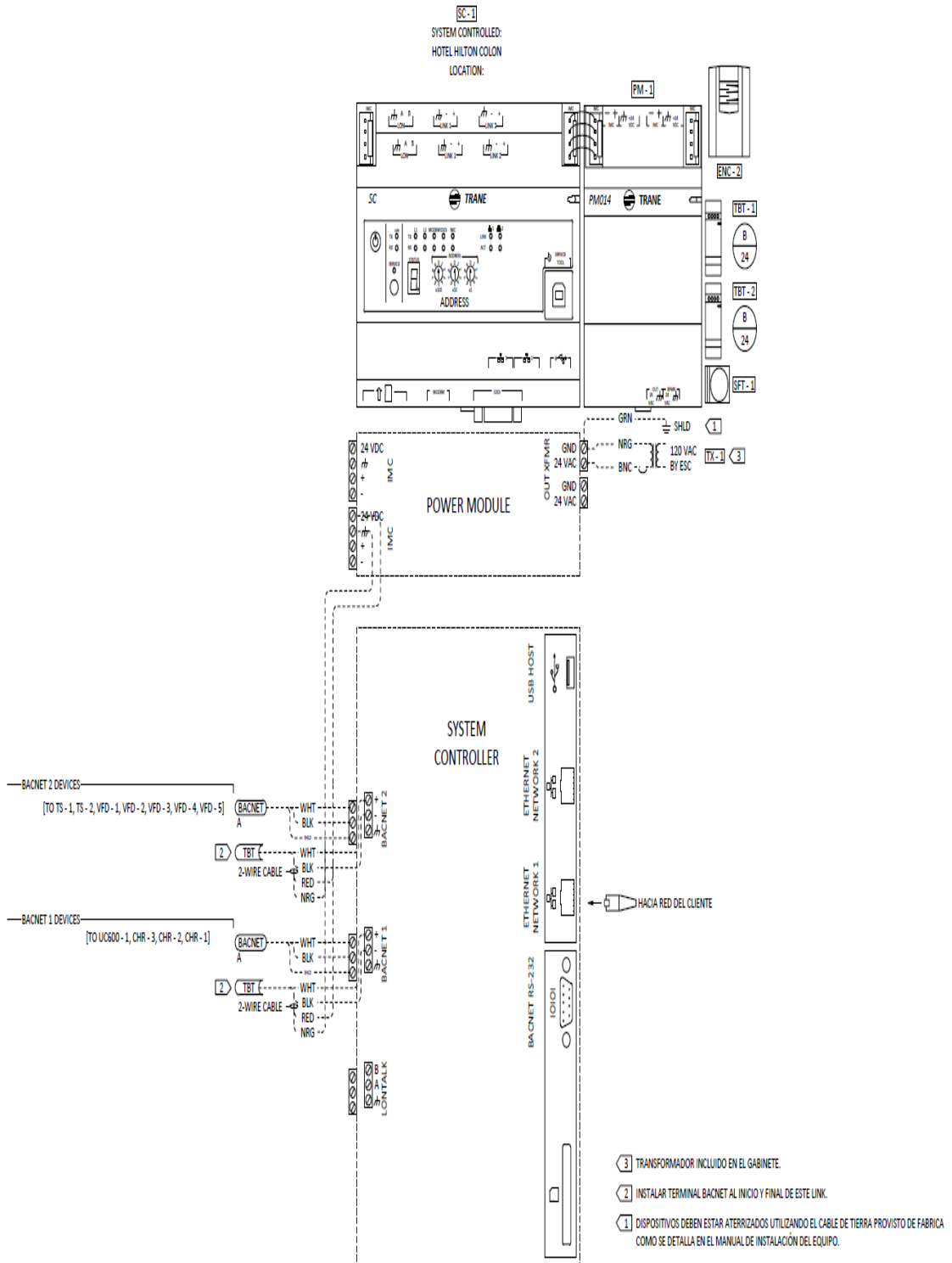


Figura 72 Diagrama de Conexiones del Módulo SC

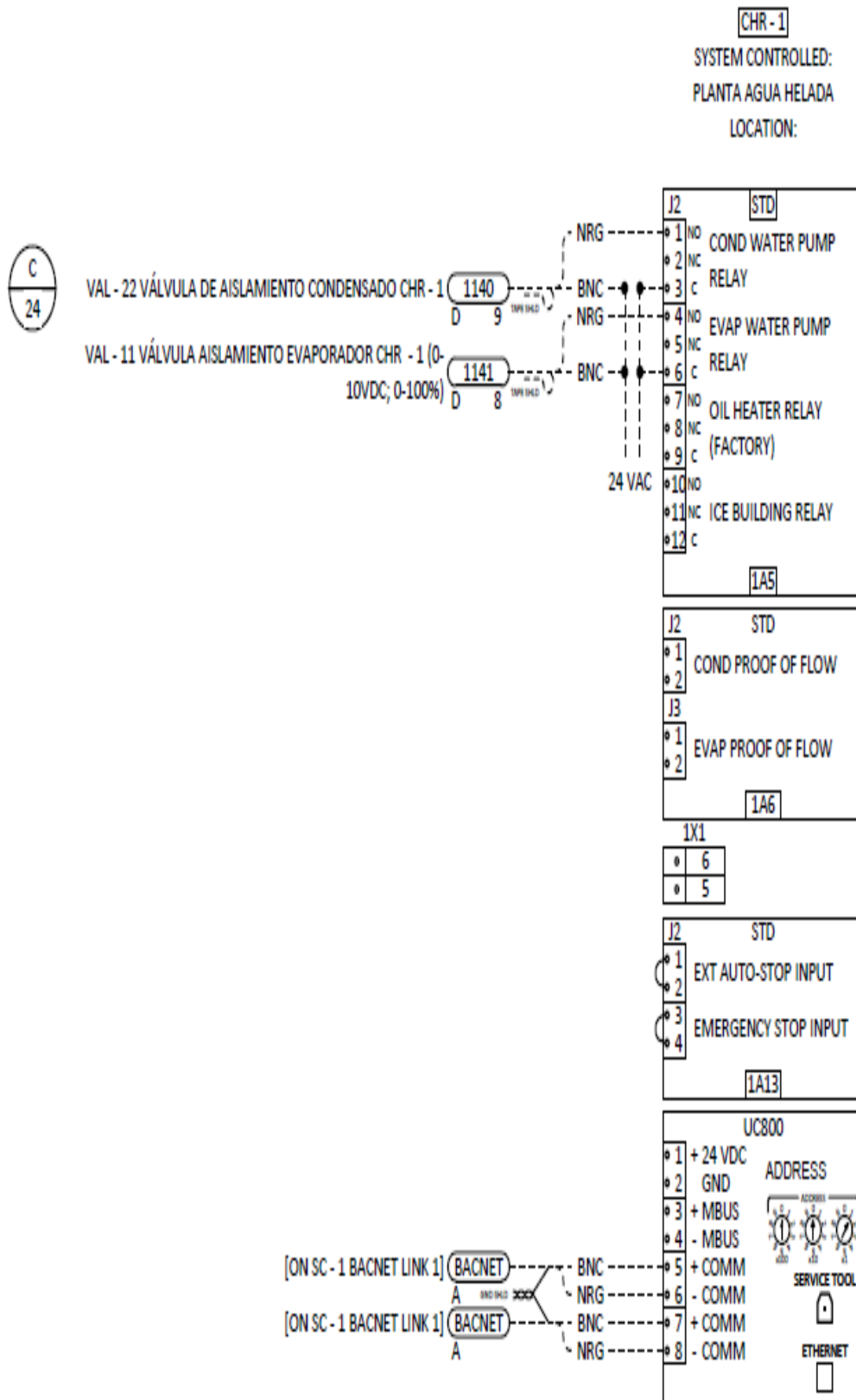


Figura 73 Diagrama de Conexiones del Chiller 1

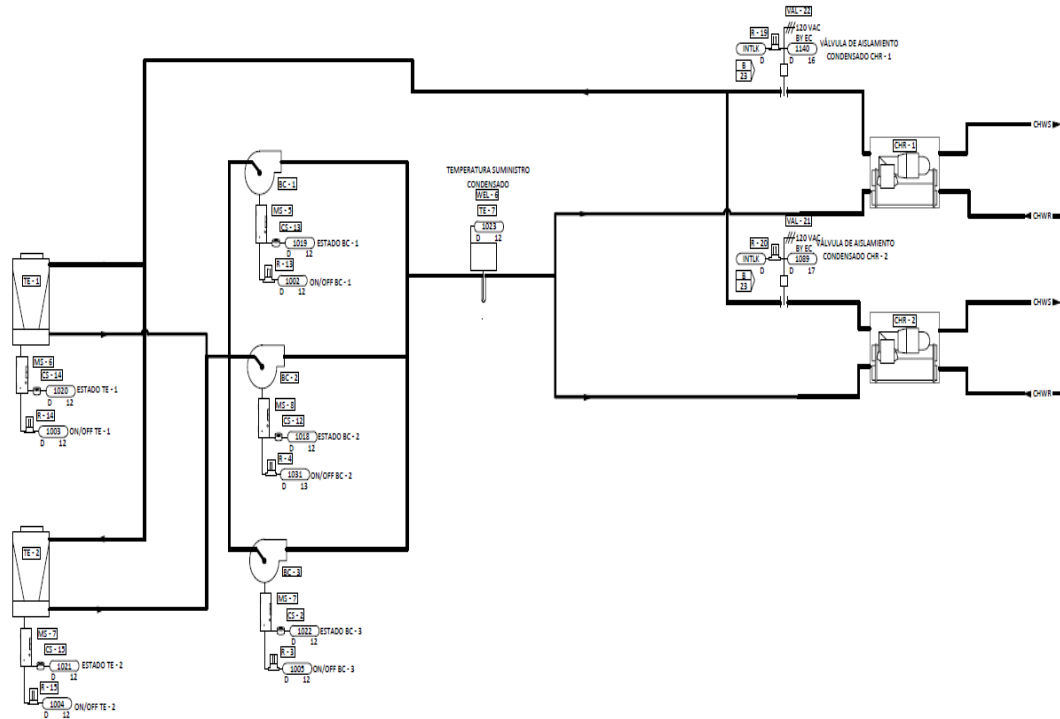


Figura 74 Diagrama del esquema de funcionamiento del Chiller

LISTA DE MATERIALES				
TAG	QTY	Vendedor	Núm. de parte	Descripción
VAL - 21 VAL - 22	2	BELIMO	F6150HD+SY3-110	VAL, 2-WAY, BUTTERFLY 60 DEG
CS - 12, 13, 14, 15 y 2	5	DWYER	CCS-131100	SPLIT CORE, LED VISUAL CONFIRMATION, ADJUSTABLE SET POINT
TE - 7	1	DWYER	TE-IBG-BO444-14	SENSOR TEMP 4" 10K OHM
WEL - 6	1	DWYER	TE-TNS-N044N-14	WELL, 4 IN X ½ FPT X ½ MPT
R - 13, 14, 15, 19, 20, 3, 4	7	KELE	RJ1S-C-A24+ SJ1S-05B	CONTROL RELAY SPDT

Tabla 11 Descripción de los elementos

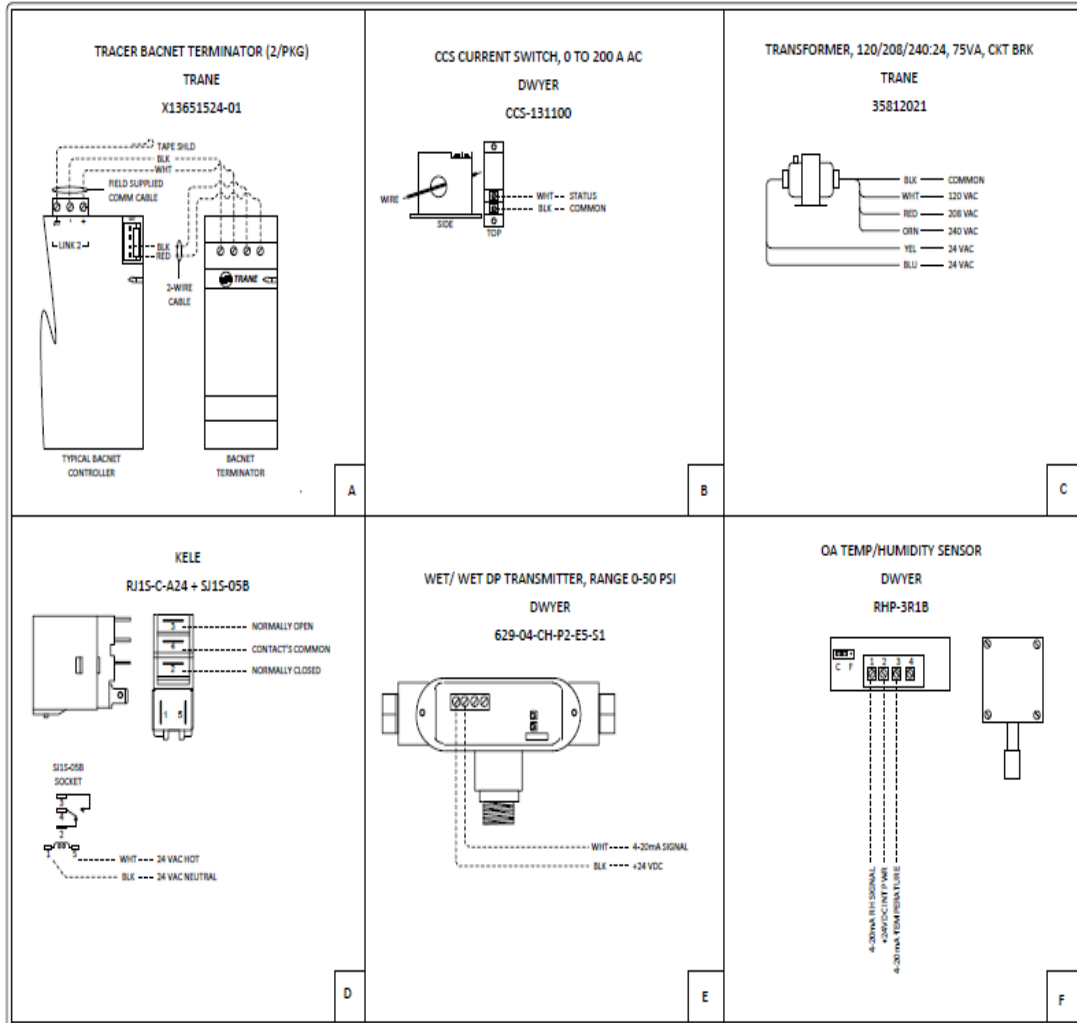


Figura 75 Diagrama de conexión de sensores

## Anexo 5: Presupuesto del Proyecto de Titulación

El presupuesto del proyecto de titulación fue, asumido en su totalidad por la empresa beneficiada el Hotel Hilton Colón Guayaquil S.A.

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Total
Computadora	1	\$393,96	\$393,96
Sensor VEGABAR14	4	\$224,95	\$899,80
Sensor RTD PT-100	4	\$19,90	\$79,90
80525-S30-941 Ambient Air	3	\$34,99	\$104,97
Temperature Sensor for Honda			
Accord/CIVIC/CR- V/ACURA			
Harting HCS 2000 <sup>a</sup> Sensor de corriente de efecto Hall 20312000101 transductor	4	\$45,00	\$180,00
Sachs Roadster resistencia V2	4	\$13,26	\$53,04
125 Condensador Condensador			
Resistor 01 Sensor			
Tracer UC600 controller	1	\$600,00	\$600,00
Presostato Diferencia	2	\$27,30	\$54,60
Válvula de Seguridad	2	\$17,28	\$34,56
Racor de carga y descarga	2	\$37,00	\$74,00
200 metros de cable utp	1	\$271,50	\$271,50
Trane adaptable control HMI	1	\$349,99	\$349,99
Tracer Automación adaptador de software	1	\$75,00	\$75,00
Licencia de Software	1	\$795,50	\$795,50
Capacitación por Empresa Trane	1	\$300	\$300
Total Bruto			\$2.893,16
IVA 12%			\$347,17
<b>TOTAL</b>			<b>\$3.240,33</b>

**Tabla 12** Presupuesto de trabajo

Anexo 6: Proceso desmontaje y colocación del nuevo Chiller Centrífugo



Figura 76 Preparación para el desmontaje del chiller



Figura 77 Proceso de desmontaje del chiller





Figura 78 Colocación de los ganchos para ser removido el chiller



Figura 79 Proceso del sacado del chiller del cuarto del bomba





Figura 80 Chillers fue extraído del cuarto de bomba



Figura 81 Chillers fue trepado en un tráiler para ser trasladado a bodega



Figura 82 Nuevo chiller centrífugo



Figura 83 Desfundando nuevo chiller centrífugo





Figura 84 Colocación del nuevo chiller en el cuarto de bomba

