 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado para Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos “Parque i”.

Mario Alberto López Osorio

Luis Daniel Ramírez Montoya

Ingeniería Electromecánica

Asesor:

JUAN GONZALO ARDILA MARÍN

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2019

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El proyecto surge por la necesidad de trasladar el intercambiador helicoidal de tubos torsionados que se encuentra en el Laboratorio de Fluidos G404 – Robledo para llevarlo al Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos Parque *i* – Fraternidad. Para ello fue necesario realizar un rediseño del compresor, bomba de recirculación, sistema eléctrico y de control, como la infraestructura, además realizar una serie de cálculos matemáticos que permitieron conocer de manera teórica la capacidad de la bomba para garantizar el caudal máximo permisible por el intercambiador, también identificar cuál es el tiempo estimado para calentar un volumen de $3m^3$ de agua. Adicional se propone el esquema de control para la bomba de calor, garantizando una operación manual y automática según se presente la necesidad, además proteger el compresor, la bomba de recirculación y el ventilador de evaporación y como valor agregado se contempla un paro de emergencia, todo esto para cumplir la normatividad eléctrica colombiana RETIE.

Palabras clave: Compresor Reciprocante, compresor Scroll, Intercambiador de calor helicoidal de tubos torsionados, Toneladas de refrigeración.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1	Objetivos	6
1.1.1.	Objetivo general.....	6
1.1.2.	Objetivos específicos.....	6
2.	MARCO TEÓRICO.....	7
3.	METODOLOGÍA.....	9
3.1	Compresor.....	9
3.2	Motobomba	10
3.3	Calefacción del agua.....	15
3.4	Procedimiento para encendido y apagado del sistema de calefacción.	19
3.4.1	<i>Control de temperatura y adquisición de datos con PLC SIEMENS S7-300</i>	19
3.4.2	<i>Control de temperatura y adquisición de datos con MT543Ri</i>	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Compresor.....	24
4.2	Intercambiador de calor:.....	25
4.3	Motobomba	26
4.4	Sensor de temperatura	26
4.5	Tubería agua.....	27
4.6	Tubería de cobre (Cu).....	27
4.7	Controlador de temperatura.....	28
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	29
	REFERENCIAS	30

1. INTRODUCCIÓN

La energía es un recurso natural limitado cuya generación en forma de calor tiene unos costos económicos y unos impactos ambientales de cierta envergadura, por lo que avanzar en su uso responsable contribuye al bienestar de todos. En este sentido, los gerentes de plantas industriales y de empresas terciarias, y en general, los responsables de procesos o servicios que impliquen la calefacción de agua, como profesionales encargados de la gestión y de la operación de los activos físicos y del buen funcionamiento de sus instalaciones, las empresas de mantenimiento, y el conjunto de usuarios, cada uno desde su ámbito profesional o de responsabilidad, constituyen agentes fundamentales en la estrategia colectiva de impulsar un uso más eficiente de la energía (IDAE & ATECYR, 2008). La temperatura deseada para el agua de una piscina (Figura 1) puede variar entre 27 y 30°C dependiendo de la estación del año y en el lugar que se encuentre; en un intento por llevar la temperatura del agua a un umbral de confort, el consumo energético puede ser desalentador usando calentadores eléctricos de convección; la implementación de una bomba de calor que use la temperatura ambiente se considera un dispositivo eficiente que usa energía renovable, esto implica una disminución en el consumo de energía (Tangwe, Simon, & Meyer, 2016).

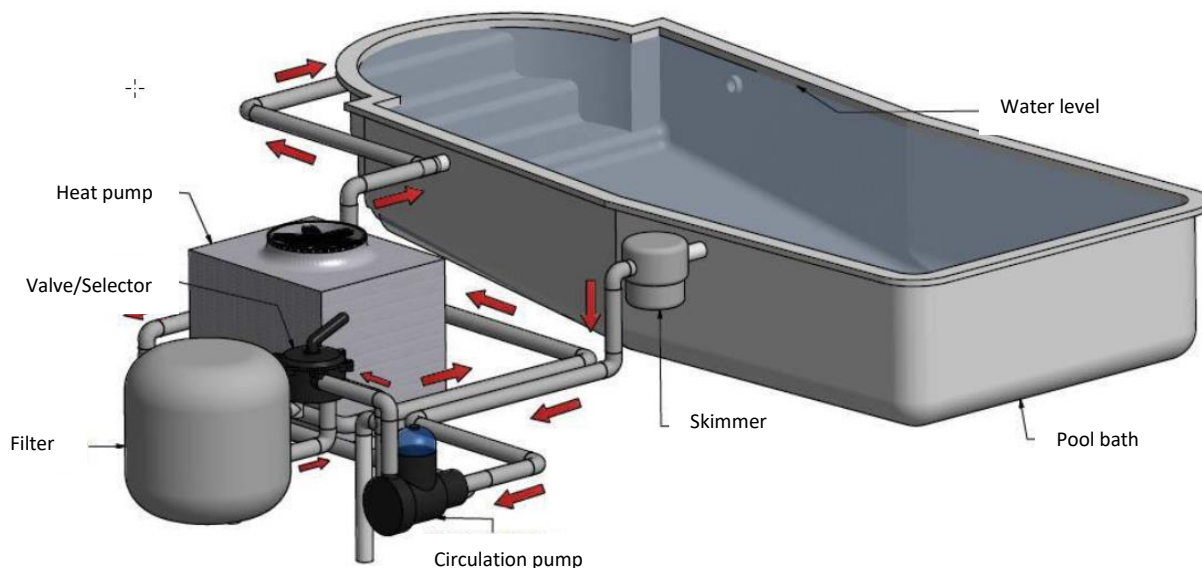


Figura 1. Esquema de calefacción de agua para piscina con bomba de calor (Tangwe et al., 2016)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por este motivo, el grupo de investigación en Materiales Avanzados y Energía – MATyER del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM – se ha interesado en investigar los sistemas de calefacción por bomba de calor, y las mejoras pasivas que pueden implementarse en intercambiadores de calor, como el torsionado, y el Magíster en Gestión Energética Industrial Juan Gonzalo Ardila Marín en compañía de un grupo de estudiantes, implementaron en el año 2015 un sistema de calefacción para agua, basados en el principio de la bomba de calor, donde utilizaron un intercambiador de calor torsionado (Figura 2).

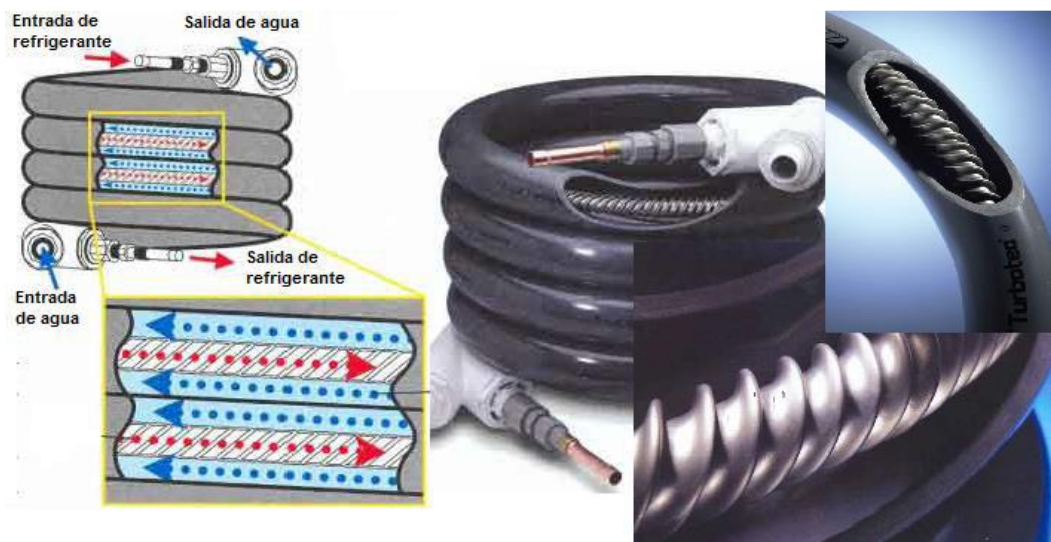


Figura 2. Intercambiador de tubo de titanio torsionado y en hélice. Adaptado de (Turbotec Products, 2018)

Durante las pruebas el grupo de investigación encontró falencias en el funcionamiento ya que el sistema de calefacción no permitía realizar una toma de medidas que diera a conocer de manera precisa la temperatura del agua a la entrada y a la salida del intercambiador. Las mediciones de temperatura no fueron el único inconveniente, también se presentaron problemas en el circuito de recirculación del agua de los tanques instalados en el laboratorio (Docencia-G405 Robledo), así como en la baja capacidad térmica del compresor. Con base en los problemas encontrados, surge la necesidad de optimizar la operación del intercambiador, ya que actualmente se encuentra fuera de funcionamiento. Por lo que se propone rediseñar el sistema existente con el fin de mejorarlo y en un futuro cercano buscar los recursos económicos para su respectiva instalación en el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos del Sistema Integrado de Laboratorios de Investigación “Parque I”.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Después de conocer las necesidades, el rediseño de la bomba de calor se enfoca en modificar los percances que se generaron durante la puesta a punto del modelo inicial; dichos inconvenientes fueron: capacidad de la bomba del circuito de recirculación de agua, baja capacidad de operación del compresor (tener presente que el desarrollo inicial se realizó sobre un sistema de recirculación de agua existente, el cual no era similar al modelo de una piscina, que permitía una toma de datos exacta; tres temas principales son: capacidad de la bomba de recirculación, compresor, toma de datos (instrumentación).

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Rediseñar una bomba de calor con intercambiador torsionado en titanio para ser implementada en la calefacción de un fluido (H_2O) y como banco experimental de pruebas del intercambiador y de la bomba, en el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos del Sistema Integrado de Laboratorios de Investigación “Parque *i*” (Investigación – Nivel 2 Parque *i* Fraternidad).

1.1.2. Objetivos específicos

- a) Calcular el compresor y el evaporador que permitirá elevar la eficiencia térmica y cumplir con la exigencia del intercambiador existente.
- b) Determinar la cantidad de agua y la motobomba para poder obtener el caudal requerido por el intercambiador torsionado.
- c) Establecer el sistema de control para adquisición de datos tal que quede habilitada como banco experimental con medición de cambios de temperatura y presión a través de las principales etapas de los procesos que siguen como fluidos del sistema.
- d) Costear el traslado desde el Laboratorio de Fluidos (Docencia – G405 Robledo) y la fabricación, instalación, montaje y puesta a punto en el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

Los intercambiadores de calor son elementos que permiten instalarlos en diversas aplicaciones, tales como refrigeración, aire acondicionado industrial (sistemas de agua helada), calefacción, entre otros. El intercambiador es tan eficiente y práctico donde gran cantidad de investigadores se han enfocado en su estudio con el fin de presentar resultados en nuevos diseños, materiales y eficiencia, entre ellos el desarrollo del intercambiador de calor helicoidal con tubos torsionados (Li, Liu, Liu, & Chen, 2015), que permite un mejor desempeño para las diversas áreas de operación.

La propuesta para el desarrollo del proyecto se basa en indicar las mejoras que son posibles realizar al proyecto base (Marin & Perez, 2015), (Pemberthy & Taba, 2016), donde permitan un mejor desempeño del intercambiador de calor y a la vez sea implementado en el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos - Parque i Fraternidad, con una documentación que sea simple y detallada.

En los cambios es importante modificar el compresor, que es pieza clave para la operación del sistema como bomba de calor, actualmente se cuenta con un compresor reciprocante, que cumple para el trabajo requerido pero no es posible aprovechar la capacidad máxima de funcionamiento del intercambiador, en vista que el equipo (compresor) es de menor rendimiento en toneladas de refrigeración, esto hace que intercambiador no entregue el 100% para la transferencia de calor. La capacidad del intercambiador helicoidal de tubos torsionados es de 95000 BTU, aproximadamente 7.5 TRF, con este valor se obtiene la capacidad del compresor, para nuestro caso sería la misma capacidad. Se recomienda un compresor tipo Scroll, porque son más eficientes y tienen un rango de operación más alto a los compresores reciprocantes, además puede trabajar en bajas frecuencias hasta los 15Hz, mientras que el reciprocante solo trabaja hasta los 30Hz (Aprea, Mastrullo, & Renno, 2006).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Otra modificación que se requiere es el cambio de uso de refrigerante, para implementar el R410A, ya que posee una alta capacidad frigorífica que puede resultar un 50% superior al R22 (S.A, 2019), además el gas es más amigable con el medio ambiente por su composición química y hacen parte de los HFC (hidrofluorocarbonos) no dañan la capa de ozono como los CFC (clorofluorocarbonos) (S.A, 2019)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

Para el rediseño de la bomba de calor, fue necesario presentar unas alternativas o propuestas que admitieran en primera instancia el traslado del intercambiador helicoidal torsionado del Laboratorio de Fluidos del ITM (Robledo – G403) y ubicarlo en el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos - Parque i Fraternidad, una vez instalado en la sede de Fraternidad será usado como banco de pruebas experimental, el cual permitirá simular la calefacción de agua en una piscina porque se contará con un volumen del fluido aproximadamente de 3m³, también se podrá tener una adquisición de datos de temperatura en la succión y descarga de la bomba. El trabajo de grado incluirá toda una documentación con planos de diseño y montaje, detalle de los equipos y descripciones para una adecuada implementación.

3.1 Compresor

Normalmente los compresores de desplazamiento o tipo Scroll (Figura 3) y los reciprocantes son los más utilizados en el sector doméstico. Los CR son comúnmente usados para sistemas de calefacción de agua y los CS son ampliamente usados para el calentamiento de espacios (Duprez, Dumont, & Frère, 2007). El uso de un compresor tipo Scroll permite tener en funcionamiento el motor eléctrico de este en frecuencias cercanas a 15 Hz, en comparación con los compresores semi-herméticos reciprocantes, que para frecuencias de trabajo inferiores a 30 Hz presentan considerables vibraciones, ruidos intensos, y problemas de lubricación debido al sistema de salpicadura (Aprea et al., 2006). El compresor es pieza fundamental del rediseño y para este se propone un cambio de funcionalidad, en vista que en el proyecto anterior (Pemberthy & Taba, 2016) usó un compresor reciprocante con refrigerante R404A (TFH2511Z) y fuente de energía para operación 220Vac – 1Ph – 60Hz. Se recomienda el cambio de tipo de compresor por uno, ya que estos son más eficientes que los reciprocantes (Danfoss, 2017) y tienen rangos de operación más elevados, además contar con la capacidad de trabajo de operación del intercambiador que es de $95000 \frac{Btu}{h}$, lo que es igual a 7.9 TR (toneladas de refrigeración). Comercialmente no se consigue un compresor de 7.9 toneladas, la referencia comercial más cercana es de 7.5 TR o uno de 10 TR, este último es un valor muy alto en capacidad de enfriamiento y no se recomienda la instalación porque no se aprovechará al máximo su funcionamiento, además los tiempos de operación serían mínimos para el banco de pruebas y su costo comercial se incrementa en un 45% al valor del compresor de 7.5 TR, por tal razón se cotiza el compresor de 7.5 TR, marca Danfoss. En nuestro caso y por

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

temas de presupuesto económico se solicita al proveedor TRS PARTES la cotización de la unidad condensadora marca BlueLine referencia COV-9010A3, dicha unidad cuenta con el compresor Danfoss referencia SH090A3ALC, que cumple a cabalidad nuestra recomendación y con el equipo se contaría con el evaporador, haciendo un desacople del compresor y ubicarlo cerca al intercambiador de calor helicoidal.

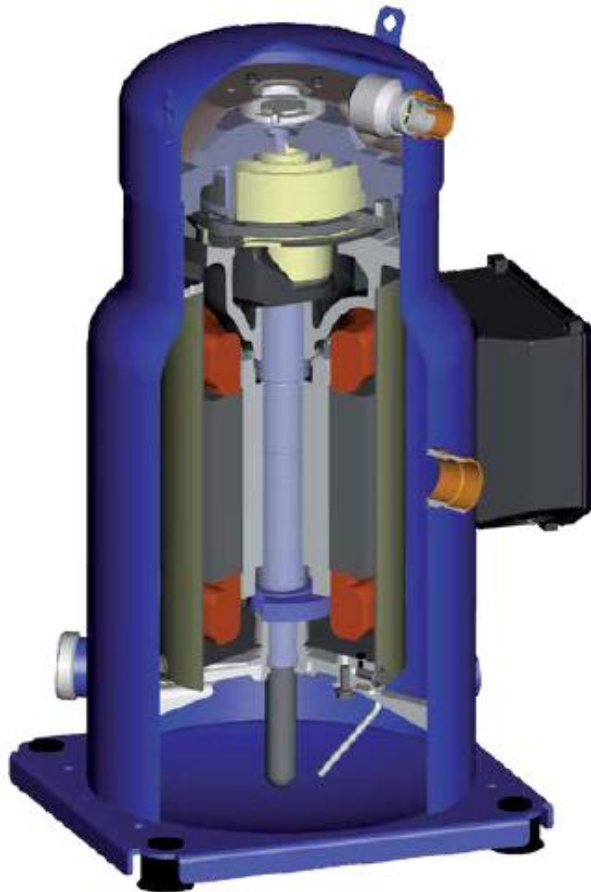


Figura 3. Compresor tipo Scroll. (Danfoss, 2017)

3.2 Motobomba

La motobomba actual tiene un caudal máximo de 45GPM, esta medida es inferior a la capacidad total de flujo interno del intercambiador helicoidal. Es por esta razón que se plantea cambiar la bomba por una que cumpla las especificaciones del intercambiador en términos de caudal.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Para realizar el cambio de equipo (bomba) se realizó una serie de cálculos para encontrar la potencia requerida, los parámetros que fueron tenidos en cuenta son el caudal y presión que maneja el intercambiador helicoidal, los valores son $Q = 55\text{gpm}$, $P = 75\text{psi}$.

Para conocer la potencia neta de la bomba, se usa la ecuación (1), donde se conoce la densidad del agua, la gravedad y el caudal, y la variable incógnita es la cabeza neta de la bomba.

$$P_B(hp) = \frac{Q\rho gh_B}{746e} \quad (1)$$

P_B = Potencia de la bomba (hp)

ρ = Densidad del agua $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

g = Gravedad $\left(9,8\frac{m}{s^2}\right)$

h_B = Cabeza neta de la bomba (m)

e = Eficiencia de la bomba

$$746W = 1hp$$

Q = Caudal nominal del intercambiador de calor

Para hallar la cabeza neta de la bomba, se trabaja con la ecuación de Bernoulli (2) que viene dada por la altura, velocidad, presión atmosférica en la succión y se iguala con la altura, velocidad y presión en la descarga más las pérdidas por fricción. Tomando como nivel de referencia la succión de la bomba la altura es cero, la velocidad en 1 es estacionaria por lo tanto es cero y la presión en 1 y 2 se encuentran a presión atmosférica se cancelan las variables. Realizando las cancelaciones de las variables, la ecuación de Bernoulli se reduce (3)

$$h_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho} + h_B = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho} + h_{s_d} \quad (2)$$

$$h_B = h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_{s_d} \quad (3)$$

La velocidad en la descarga, se usa la ecuación de continuidad (4), aplicando la ley de extremos y medios, queda la ecuación de continuidad (5):

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$v_2 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} \quad (4)$$

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (5)$$

El diámetro nominal de la tubería PVC RDE 21 de 2" es de 54.58 mm (Mexichem & Pavco, 2014), la unidad viene dada en mm; el caudal se encuentra en el sistema inglés, por lo tanto las dos variables se convierten al sistema internacional en metros (6) y $\frac{m^3}{s}$ (7).

$$D = 54.58mm \times \frac{1m}{1000mm} = 0.05458m \quad (6)$$

$$Q = 55 \frac{gal}{min} \times \frac{3,785l}{1gal} \times \frac{1m^3}{1000l} \times \frac{1min}{60s} = 3.4695 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} \quad (7)$$

Los valores de (6) y (7) se reemplazan en (5) y se obtiene el resultado de la velocidad.

$$v_2 = 1.482 \frac{m}{s}$$

De la ecuación de Bernoulli (3) ya se tiene el valor de la velocidad, falta obtener las pérdidas por fricción desde la succión de la bomba hasta la descarga en la descarga, se usa la ecuación de Darcy-Weisbach (8).

$$h_{s,d} = F \frac{L v_2^2}{D 2g} \quad (8)$$

F = Coeficiente de fricción

L = Longitud total de la tubería

$h_{s,d}$ = Pérdidas por fricción de los accesorios

A la ecuación (8) se deben sumar los coeficientes de pérdidas por accesorios, los cuales son codos a 90°, válvulas de bola y tees, todos son de 2" de diámetro para tubería PVC RDE 21. La ecuación queda:

$$h_{s,d} = F \frac{L v_2^2}{D 2g} + \sum k_c \frac{v_2^2}{2g} + \sum k_v \frac{v_2^2}{2g} + \sum k_t \frac{v_2^2}{2g} \quad (9)$$

Donde las pérdidas de los accesorios es (EUTACR, 2011):

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

k_c = Perdida por fricción codos 10.0

k_v = Perdida por fricción válvulas 0.9

k_t = Perdida por fricción tees 1.3

Tomando factor común en (9), la ecuación se simplifica (10)

$$h_{s,d} = \frac{v_2^2}{2g} \left[F \frac{L}{D} + \sum k_c + \sum k_v + \sum k_t \right] \quad (10)$$

El valor del coeficiente de fricción depende de Reynolds y de la rugosidad relativa (11)

$$F \begin{cases} Re = \frac{VD\rho}{\mu}, \text{ número de Reynolds} \\ \frac{\varepsilon}{D}, \text{ Rugosidad relativa} \end{cases} \quad (11)$$

μ = Viscosidad dinámica del fluido, agua.

ε = Rugosidad relativa.

Calculando Reynolds (12)y la rugosidad relativa (Chávez, 2015) se obtuvo los siguientes valores

$$Re = \frac{VD\rho}{\mu} \quad (12)$$

$$Re = \frac{1.482 \frac{m}{s} \times 0.05458m \times 998 \frac{kg}{m^3}}{1.005 \times 10^{-3} Pa \times s}$$

$$Re = 80324.0796$$

$$Re \rightarrow \begin{cases} > 2000 \text{ Flujo laminar} \\ 2000 < Re < 4000 \text{ Zona de transición} \\ > 4000 \text{ Flujo turbulento} \end{cases}$$

Con el valor de Reynolds, el flujo que hay al interior de la tubería es un flujo turbulento.

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0.0015mm}{54.58mm} = 2.7482 \times 10^{-5} \quad (13)$$

Los datos de Reynolds y rugosidad relativa, se usan en la ecuación de Swamee Jain para encontrar el valor del coeficiente de fricción (14).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$F = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{(Re)^{0.9}} \right] \right\}^2} \quad (14)$$

$$F = \frac{1.325}{\left\{ -\ln \left[\frac{2.7482 \times 10^{-5}}{3.7} + \frac{5.74}{(80324.0726)^{0.9}} \right] \right\}^2}$$

$$F = 0.01885$$

El valor del coeficiente de fricción se reemplaza en (10) y el resultado de las pérdidas por fricción de accesorios es:

$$h_{s,d} = \frac{\left(1.482 \frac{m}{s}\right)^2}{\left(2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}\right)} \left[\frac{0.01885 \times 15m}{0.05458m} + (0.9 \times 10) + (10 \times 2) + (1.3 \times 2) \right]$$

$$h_{s,d} = 4.1173m$$

Teniendo las pérdidas por fricción de accesorios usamos la ecuación (3) cuyo resultado es:

$$h_B = 1.62m + \left(\frac{\left(1.482 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}} \right) + 4.1173m$$

$$h_b = 5.8492m$$

Ahora con todas las incógnitas resueltas, es posible obtener la potencia neta de la bomba (1) que se requiere en el rediseño.

$$P_B = \frac{0.003469 \frac{m^3}{s} \times 998 \frac{kg}{m^3} \times 9.81 \frac{m}{s^2} \times 5.8492m}{746 \times 0.75}$$

$$P_B = 0.3550hp$$

El resultado nos arroja una bomba de 1/3 hp y comercialmente se consiguen en el mercado pero con caudales muy bajos a los que necesita el intercambiador de calor, por esta razón se solicitó la cotización de la bomba 15A – 2TW con capacidad de 2hp y caudal de operación máximo 75 GPM (Max, 2003), el cual representa un incremento del 36% en el caudal permisible del intercambiador. La bomba se propone para que deje obtener resultados experimentales con un caudal superior a los 55 GPM y poder evaluar el comportamiento. El laboratorio cuenta con una motobomba (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) de 7.5HP, caudal de operación 340 GPM y un variador Model: VFD055E23A / 7.5HP; la operación de la motobomba con el variador para poder

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

acercar el caudal de operación del intercambiador torsionado, se requiere usar una frecuencia de 5Hz, lo que no es viable para la motobomba ya que en un corto plazo se generarán daños en los sellos, en el eje, en la bobina, en vista que el motor no fue diseñado para trabajar en bajas frecuencias. Con este argumento se soporta la bomba 15A – 2TW.

El diseño final de la bomba de calor contará con esta bomba, la cual en términos de litros por minuto será capaz de hacer circular por completo los 3000 kg de agua en tan solo 15 minutos:

Caudal medio de la bomba:

$$55GPM \approx 208.2 \frac{l}{min}$$

La cantidad de agua almacenada será de 3000 kg, por lo tanto el tiempo necesario para hacer recircular la masa total de agua a través de la motobomba (15):

$$\frac{208,2 \text{ litros} = \text{minuto}}{3000 \text{ litros} = x} \tag{15}$$

$$x = 14.42 \approx 15 \text{ minutos}$$

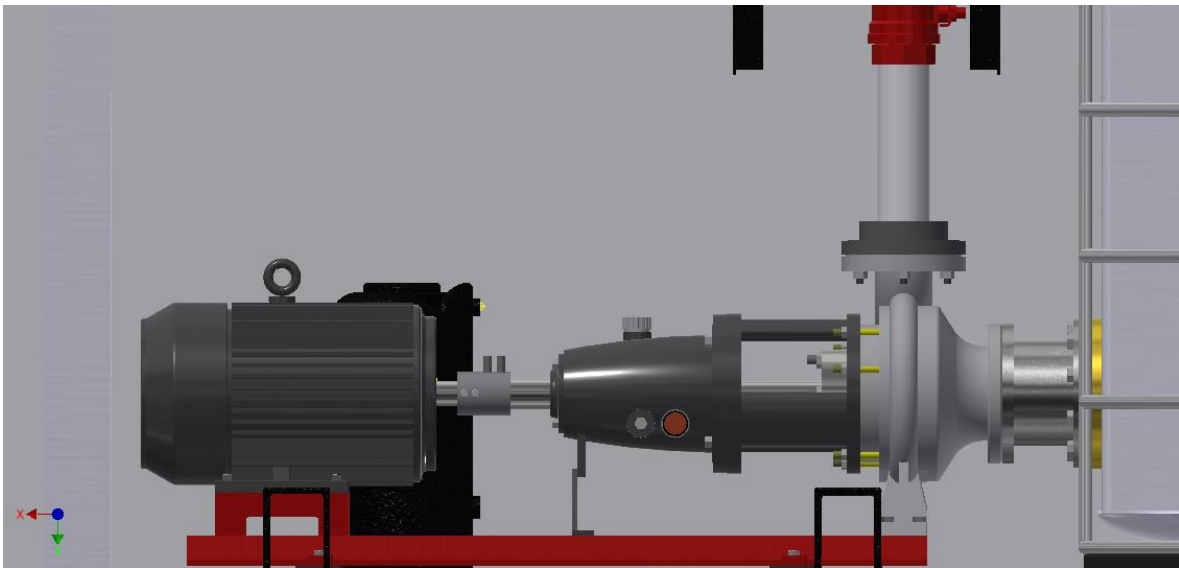


Figura 4. Motobomba IH-GS75-7.5TW. Fuente propia.

3.3 Calefacción del agua

Una de las metas de este proyecto es lograr el máximo rendimiento de sus componentes, especialmente del intercambiador de tubos torsionados. Para alcanzar la máxima eficiencia calórica de este elemento y poder transmitirla al agua de la piscina fue necesario conocer el umbral de temperatura máxima que soportaría el intercambiador y el tiempo que tardaría éste en llevar la temperatura del agua de un valor cercano a 20°C hasta el valor límite de 50°C (Figura 5).

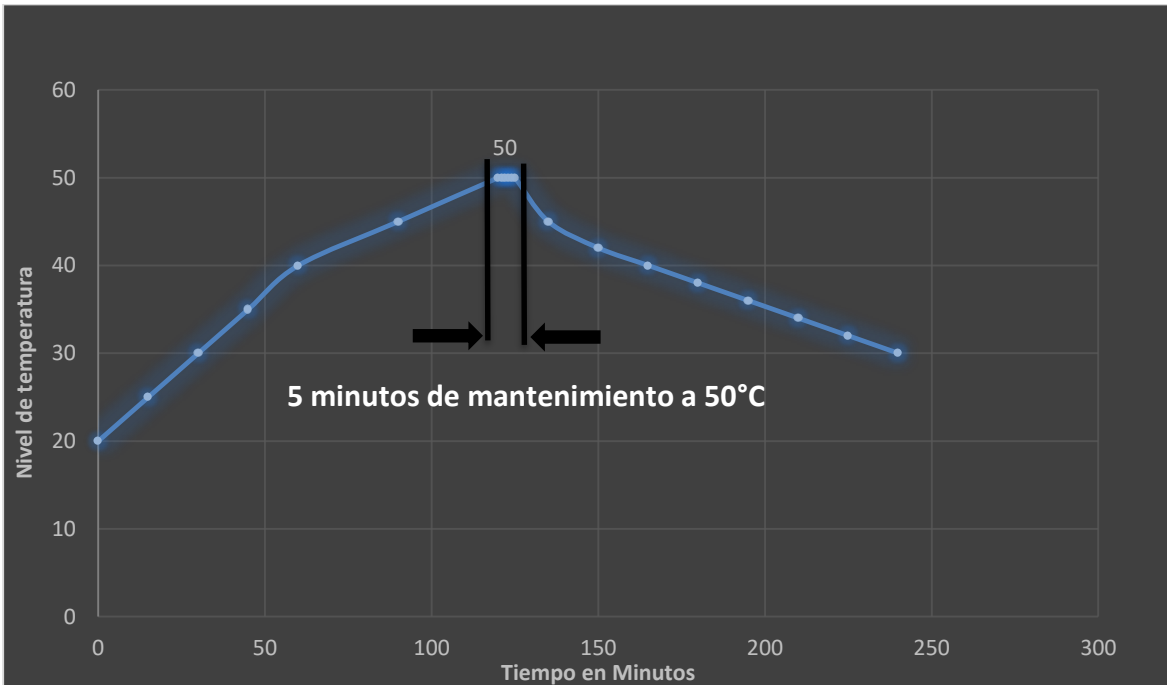


Figura 5. Comportamiento estimado de la temperatura del agua con un volumen de $3m^3$. Fuente propia.

Las cartas de rendimiento del condensador helicoidal (Figura 6) tienen como base la temperatura de condensación (T_{sat}) del refrigerante 410 A y la temperatura de entrada del agua al intercambiador (E_{wt}), además el intercambiador helicoidal de tubos torsionados C-5904 CTHVT-95-R410A (Turbotec Products, 2018), puede operar de dos formas, como condensador o evaporador, para este proyecto se utilizará como elemento calefactor, lo que permitirá elevar la temperatura de 3000 kg de agua natural de 20°C a 50°C.

Modo condensador del intercambiador:

$$TD = T_{sat} - E_{wt} \tag{16}$$

TD indica la diferencia de temperatura entre T_{sat} y E_{wt} .

$$T_{sat} = 106^{\circ}F$$

$$E_{wt} = 68^{\circ}F$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

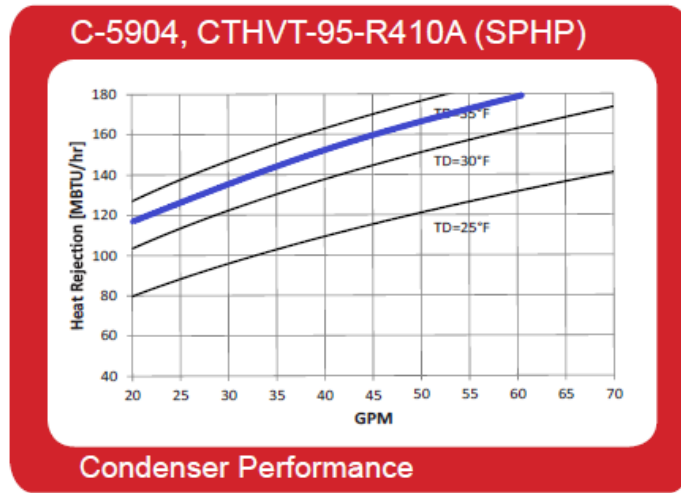


Figura 6. Representación gráfica $\frac{BTU}{h}$ entregados por el intercambiador. ((Turbotec Products, 2018))

Reemplazando estos valores se puede encontrar que la diferencia entre ambos valores es de:

$$TD = 106^{\circ}F - 68^{\circ}F$$

$$TD = 32^{\circ}F$$

En la Figura 6 se ha trazado una línea en color azul que representa esta diferencia de 32°F. En este punto se asocia el eje “x” (galones por minuto) con el eje “y” (BTU/h) con el fin de conocer la cantidad de energía que el intercambiador entregará al agua cada hora. Se pudo conocer que con una diferencia de 32°F entre *Tsat* y *Ewt*, y con un caudal nominal de 55 GPM circulando a través del intercambiador, este último entregará **170000 BTU/hora** a la masa de agua del volumen neto.

Ahora que se conoce la energía que se entregará al agua, se puede determinar el tiempo requerido para elevar la temperatura de 3000 litros de agua de 20°C a 50°C (17).

Así que:

- t*= tiempo requerido para elevar la temperatura.
- P*= potencia del intercambiador helicoidal torsionado.
- m*= masa del agua en el sistema.
- c*= calor específico del agua.
- Q*= calor de suministro.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$Q = mc\Delta t \quad (17)$$

La anterior ecuación permitirá conocer la energía térmica que ganará el agua de la piscina.

$$Q = 3000 \text{ kg} \times \frac{4,18 \text{ KJ}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$Q = 376200 \text{ KJ}$ Es la cantidad de energía que ganará el agua de la piscina en el proceso de calentamiento.

Ahora, conociendo Q , el valor se debe asociar con la potencia que entrega el intercambiador, cada hora al agua en recirculación:

$$P = 170000 \text{ BTU}/h$$

$$170000 \frac{\text{BTU}}{h} \times \frac{0.00029307107 \text{ kW}}{1 \frac{\text{BTU}}{h}} = 49,822 \text{ Kw}$$

De acuerdo con la anterior conversión se define que el intercambiador tendrá una tasa de rechazo de calor de aproximadamente 50 KWh , con este valor se plantea la ecuación de energía (18) y realizando el despeje de la variable tiempo, se conocerá el periodo que tarda la bomba de calor en calentar los 3 m^3 de agua (Tangwe et al., 2016).

$$P = 50 \text{ Kw}$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (18)$$

$$\Delta t = \frac{\Delta E}{P}$$

$$\Delta t = \frac{376200 \text{ KJ}}{50 \text{ Kw}} = \frac{376200 \text{ KJ}}{50 \frac{\text{KJ}}{\text{s}}}$$

$$\Delta t = 7524 \text{ s}$$

$$7524 \text{ s} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 2,09 \text{ h}$$

Dicho valor indica que para elevar la temperatura de 20°C a 50°C de los 3000 litros de agua se requieren 2,09 horas de trabajo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4 Procedimiento para encendido y apagado del sistema de calefacción.

Con las ecuaciones anteriores se ha calculado el tiempo que tardará el intercambiador para elevar la temperatura del agua de los tres tanques. Para alcanzar este nivel de temperatura se proponen dos sistemas que cumplen dichos requerimientos:

3.4.1 Control de temperatura y adquisición de datos con PLC SIEMENS S7-300

La adquisición de datos se realizará por medio de una termocupla tipo PT100 (Figura 7), el cual es un elemento primario que permite conocer la temperatura en la entrada del intercambiador y a la salida de éste. Para esta medición se requerirán dos elementos y se ubicarán en los elementos tipo “Cruz” 2” de entrada y salida del intercambiador helicoidal.

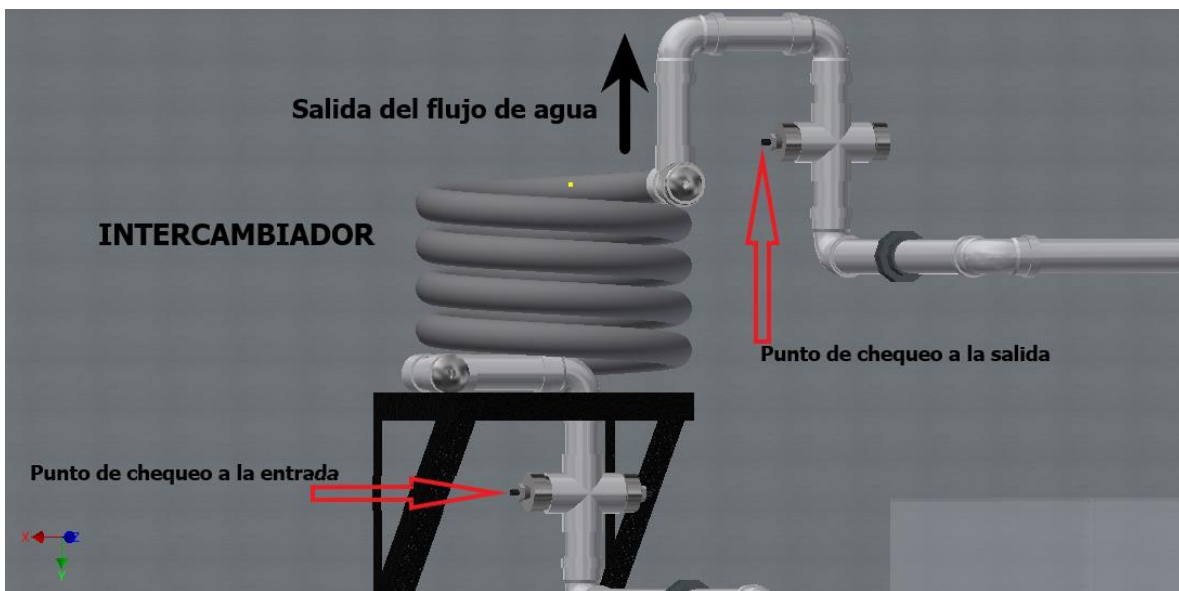


Figura 7. Ubicación de las termocuplas tipo PT100. Fuente propia.

Representamos la ubicación exacta de los sensores (Figura 7), donde la señal de temperatura de salida será utilizada para apagar el compresor al llegar a 50°C, este dato se considera como el valor más alto, por esto, se ha definido este punto para la desactivación del sistema de calefacción y poder mantener la temperatura del intercambiador dentro de sus características nominales de funcionamiento.

Las señales de temperatura de todo el proyecto serán llevadas al tablero eléctrico, el cual, contará con una unidad de PLC S7 – 300, realizando una conexión a sus dos entradas análogas, AI 124.0 y AI 124.1 (PEW752 y PEW760) (Figura 8) (Figura 9) en el siguiente programa.

Programa de control de la bomba de calor con PLC

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FC1 : Título:

Comentario:

Segm. 1: Escalizar señal de resistencia de la PT100

Escalizar la señal enviada por la PT100 que se encuentra a la salida del intercambiador. La señal de resistencia de la PT100 es denominada señal de valor entero, así que se convierte en una señal real para su manipulación:

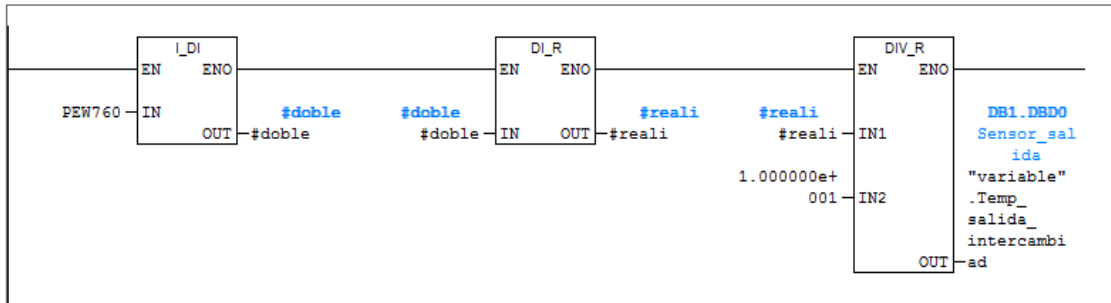


Figura 8. Escalización PT100 instalada a la salida del intercambiador. Fuente propia.

Segm. 2: Escalización de la segunda PT100

Escalizar la señal enviada por la PT100 que se encuentra a la entrada del intercambiador. La señal de resistencia de esta PT100 será llevada al borne de conexión física correspondiente a PEW752 para la interpretación de la temperatura a la entrada del intercambiador

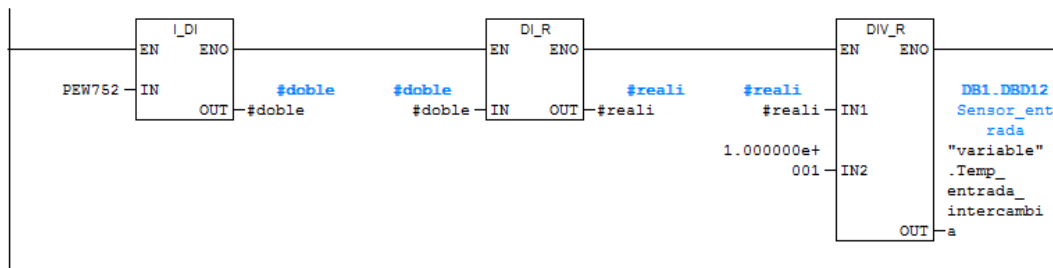


Figura 9. Escalización PT100 instalada a la entrada del intercambiador. Fuente propia.

El programa fue creado en Simatic S7 Manager con el nombre “Proyecto_de_grado_Ing” el cual será compartido en las memorias del trabajo.

3.4.2 Control de temperatura y adquisición de datos con MT543Ri

El proyecto actual cuenta con dos controladores MT543Ri plus, las cuales permiten realizar de forma sencilla la lectura de la temperatura a la salida y entrada del intercambiador helicoidal a través de las señales de resistencia entregadas por las PT100.

En el procedimiento de calefacción se presentaron los cálculos que indican que la piscina del proyecto la cual albergará $3m^3$ tardará aproximadamente 2 horas en pasar de 20°C a 50°C. Con el controlador MT y la configuración presentada a continuación se logrará que el compresor y su circuito de calefacción eleven la temperatura del agua a 50°C y que al lograr este valor se interrumpa el trabajo del compresor hasta que la temperatura del agua llegue nuevamente a los 27°C. Dicho procedimiento permitirá comparar si el tiempo de calentamiento teórico (Figura 6)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

planteado con anterioridad coincide con el tiempo real y se podrá conocer de manera adicional el tiempo de descenso de la temperatura desde el setpoint hasta la temperatura ambiente del laboratorio.

Modo de empleo:

A continuación se indican los parámetros para realizar la configuración del control de temperatura a través del controlador MT543Ri (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**):

Tabla 1. Parámetros de configuración del controlador MT543Ri. Fuente propia.

Código	Valor	Descripción
F01	123	Código de acceso: Permite configurar diferentes modos de trabajo de los controladores.
F08	1	Modo de operación segunda etapa: Con este valor se indica al controlador que estará operando el control de temperatura para un proceso de calefacción.
F09	-99°	Valor mínimo de setpoint permitido en la segunda etapa.
F10	300°	Valor máximo de setpoint permitido en la segunda etapa.
F11	27°	Diferencia de control (histéresis) de la segunda etapa.

En la Tabla 1 se enumeran los principales parámetros para el control de temperatura de la bomba de calor, con la configuración y un setpoint de 50°C, el controlador activará la salida número 2 hasta que la temperatura del agua alcance los 50° C, y de manera inmediata, al pasar a 51°C este desactivará su salida y debido a los 27°C de la histéresis la salida no estará activa nuevamente hasta que la temperatura del agua este 27°C por debajo del setpoint; en ese momento el circuito de calefacción encenderá nuevamente su marcha.

El procedimiento planteado permitirá un periodo suficiente para validar y registrar los intervalos de tiempo requeridos para el cambio grado a grado de la temperatura en ascenso y descenso. Todo lo descrito se puede representar con un esquema eléctrico de control (Figura 10) y de potencia (Figura 11), allí se representan los elementos de protección, conductores, motobomba, compresor y ventilador de evaporación.

El diseño conlleva conocer el calibre de los conductores para el ventilador de evaporación (Tabla 2), motobomba (Tabla 3) y el compresor (Tabla 4). Los cálculos se realizan con base en la norma NTC2050 Tabla 310-17.

En la Tabla 2 se aprecia la caída de tensión, que no supera el 0,2%, por lo tanto, se puede emplear el conductor 14 AWG y con canalización EMT de ¾".

En la Tabla 3 se aprecia la caída de tensión, que no supera el 0,16 %, por lo tanto, se puede emplear el conductor 14 AWG y con canalización EMT de ¾".

En la Tabla 4 se aprecia la caída de tensión, que no supera el 0,3%, por lo tanto, se puede emplear el cable 10 AWG, y el tubo de ¾".

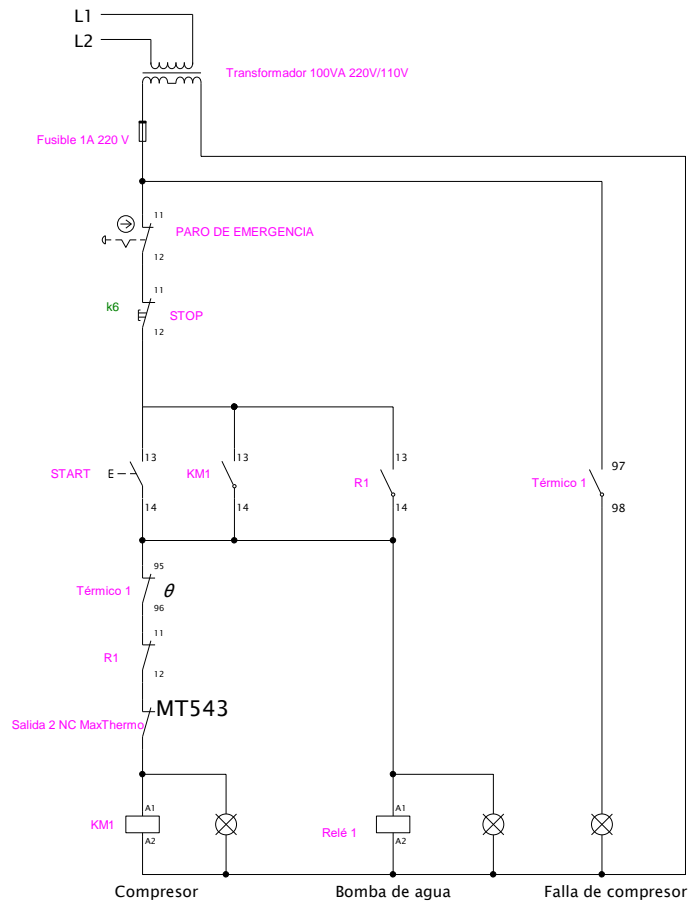


Figura 10. Diagrama de control para la bomba de calor. Fuente propia.

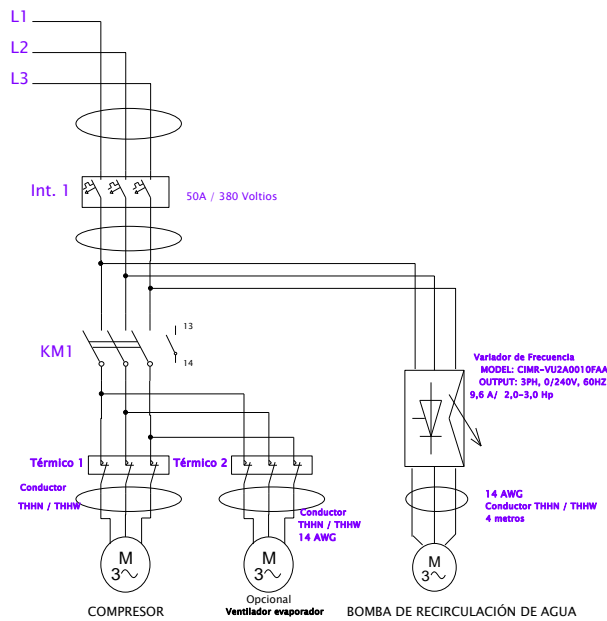


Figura 11. Diagrama de potencia para la bomba de calor. Fuente propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 2. Caída de tensión para el ventilador evaporador, circuito 8 del plano BC007 – HOJA 1. Fuente propia.

Característica caída de tensión circuito 8.		
Distancia total del circuito	10	metros
Potencia del circuito	0,932	kVa
Tensión del circuito	223	Voltios
Cantidad de cables por fase	1	
Tipo de acometida	Aérea	
Corriente nominal de la carga	2,4	Amperios
Corriente nominal por cada conductor	2,4	Amperios
Calibre AWG/kcmil	14	
Resistencia del cable (Ω /Kilómetro)	10,7	Ω /kilómetro
Caída de tensión	0,19	%
Seleccione la protección	20	Amperios
Calibre de conductor de puesta a tierra	12	AWG/kcmil
Diámetro de la tubería	3/4"	

Tabla 3. Caída de tensión para la motobomba, circuito 9 del plano BC007 – HOJA 1. Fuente propia.

Característica caída de tensión circuito 9.		
Distancia total del circuito	4	metros
Potencia del circuito	1,87	kVa
Tensión del circuito	223	Voltios
Cantidad de cables por fase	1	
Tipo de acometida	Aérea	
Corriente nominal de la carga	4,8	Amperios
Corriente nominal por cada conductor	4,8	Amperios
Calibre AWG/kcmil	14	
Resistencia del cable (Ω /Kilómetro)	10,7	Ω /kilómetro
Caída de tensión	0,16	%
Seleccione la protección	20	Amperios
Calibre de conductor de puesta a tierra	12	AWG/kcmil
Diámetro de la tubería	3/4"	

Tabla 4. Caída de tensión para el compresor, circuito 10 del plano BC001 – HOJA 1. Fuente propia.

Característica caída de tensión circuito 10.		
Distancia total del circuito	2.9	metros
Potencia del circuito	8.57	kVa
Tensión del circuito	223	Voltios
Cantidad de cables por fase	1	
Tipo de acometida	Aérea	
Corriente nominal de la carga	38	Amperios
Corriente nominal por cada conductor	38	Amperios
Calibre AWG/kcmil	10	
Resistencia del cable (Ω /Kilómetro)	10,7	Ω /kilómetro
Caída de tensión	0.3	%
Seleccione la protección	40	Amperios
Calibre de conductor de puesta a tierra	12	AWG/kcmil
Diámetro de la tubería	3/4"	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo se realiza presentando una propuesta de rediseño al proyecto de grado La bomba de calor como circuito caliente del banco experimental de intercambiadores torsionados del Laboratorio de Fluidos del ITM (Robledo – G403) (Pemberthy & Taba, 2016), ya que el intercambiador será trasladado para el Laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos - Parque i Fraternidad, por lo tanto requiere de unos cambios que permitirán hacer más eficiente el sistema y también ayudará a una adquisición de datos más precisa, además de estas mejoras, el diseño se basa en el área del laboratorio optimizando el espacio para su distribución y contando con una estética que permita el tránsito de personas como el retiro de los equipos para mantenimientos.

La justificación del planteamiento se basa en una investigación de documentos enfocados con los intercambiadores de calor torsionados, compresores y bombas de calor, en ellos se busca las mejoras en diseño, materiales de fabricación y el impacto al medio ambiente.

Componentes:

4.1 Compresor

Se sugiere el cambio del compresor, por su desempeño y capacidad de operación, basados en que el equipo anterior es un compresor reciprocante, con conexión eléctrica 120Vac; el nuevo equipo es un compresor de 7,5 TON/R, tipo Scroll marca Danfoss, conexión eléctrica 3Ø a 220Vac (Figura 12), que permite un menor consumo de corriente eléctrica. De acuerdo con los estudios realizados (Tello Oquendo, Navarro Peris, González Macla, & Corberán, 2016) es posible asegurar que los compresores tipo Scroll logran una mayor eficiencia que los compresores reciprocantes en términos de compresión, eficiencia volumétrica y de rendimiento, siempre y cuando la relación (Presión entrada vs Presión de salida en el compresor) de presión este por debajo de los 7,5.

- Modelo: SH090A3ALC
- Capacidad: $92469 \frac{BTU}{h}$
- Tipo: Scroll
- Entrada: 8569 W
- Marca: Danfoss
- Corriente nominal: 30,7 A
- Fuente de energía: 208-230Vac, 3Ph, 60Hz

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

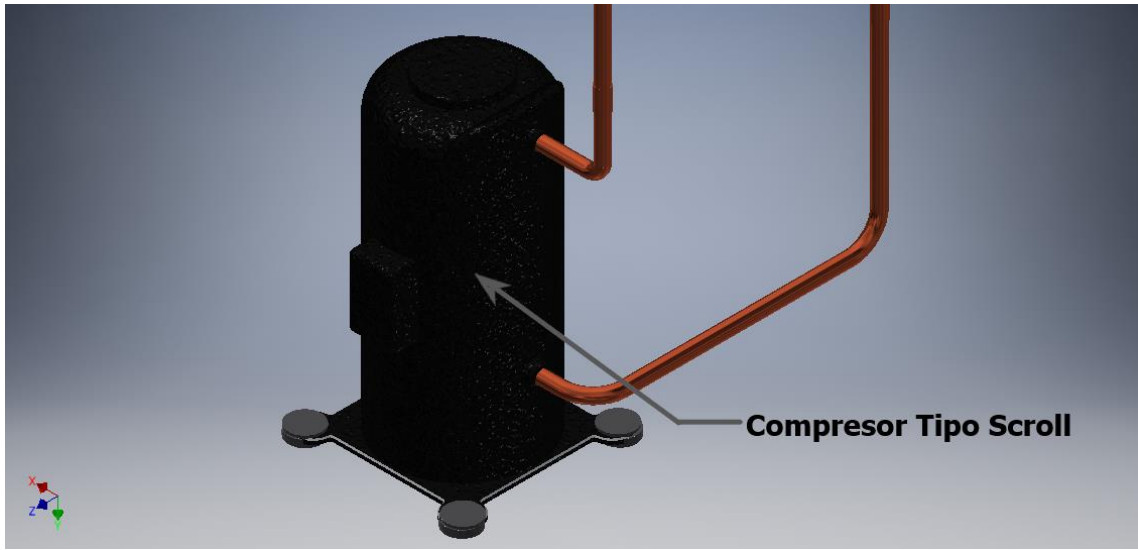


Figura 12. Compresor tipo Scroll. Fuente propia.

4.2 Intercambiador de calor:

El intercambiador de calor que contará el banco, es el intercambiador helicoidal torsionado (Figura 13). Como características básicas se encuentran el caudal máximo permitido de 55GPM y una temperatura máxima de 50°C para calentar el agua.

- Modelo: CTHVT-95-R410A
- Capacidad: $95000 \frac{BTU}{h}$
- Número de parte: C-5904
- Marca: Turbotec

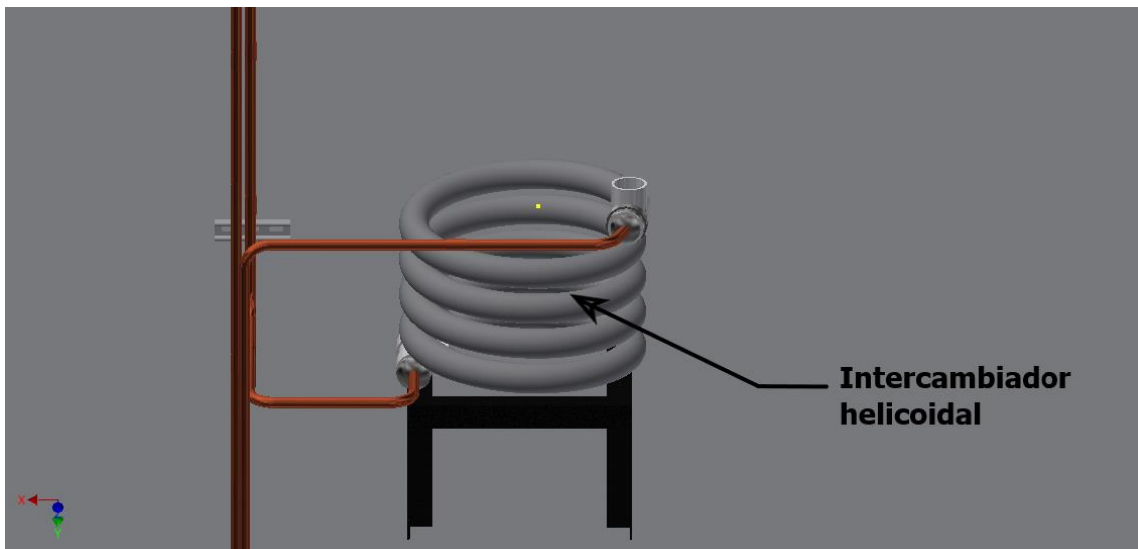


Figura 13. Intercambiador helicoidal torsionado. Fuente propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3 Motobomba

Para la bomba de calor y con base en los resultados obtenidos de la metodología se propone usar el equipo (Figura 14) que se encuentra en el laboratorio de Simulación, Modelamiento y Prototipos – Parque i Fraternidad.

- Modelo: 15A – 2TW
- Caudal máximo: 75 GPM
- Caudal medio: 60 GPM
- Altura máxima: 32 m
- Conexión succión: 1 $\frac{1}{2}$ " NPT
- Conexión descarga: 1 $\frac{1}{2}$ " NPT
- Motor: 3Ph
- Potencia: 2Hp
- Voltaje: 220 Vac
- Velocidad: 3500 RPM
- Marca: IHM
- Referencia: 63988000A2

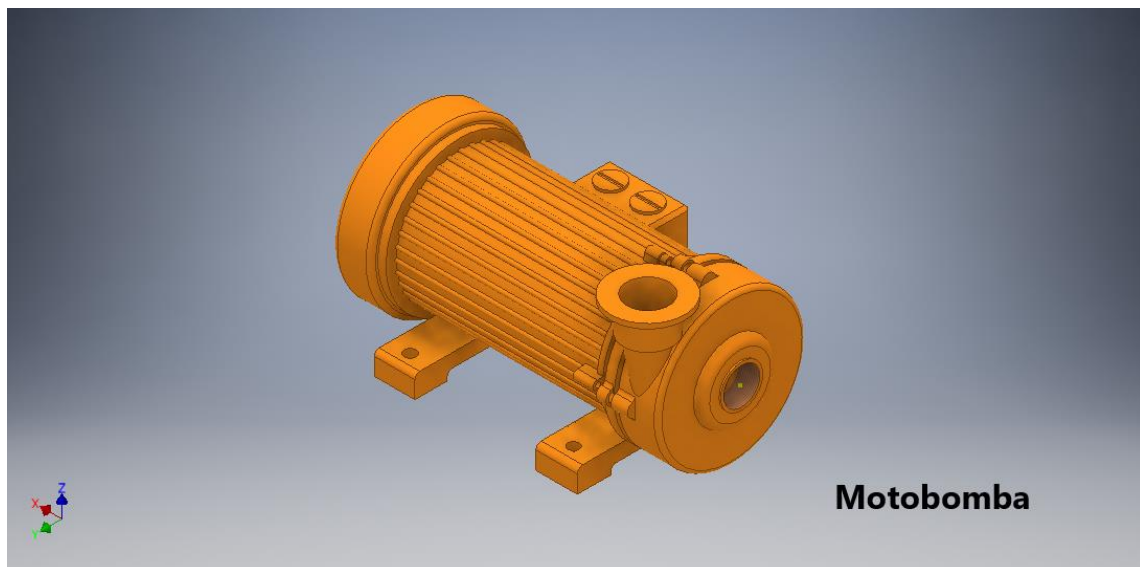


Figura 14. Bomba de recirculación. Fuente propia.

4.4 Sensor de temperatura

En el nuevo diseño se requiere de un sensor de temperatura tipo termoresistencia (Figura 15), cable de 8 metros de longitud calibre 3X24 AWG, cabezal en aluminio.

- Modelo: PT100
- Rosca: NPT $\frac{1}{2}$ "
- Termo pozo: $\frac{1}{4}$ "X1"

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Cable 8 mts en pvc
Calibre 24 awg 3 hilos
Cabezal en aluminio
Temp maxima 250°C

Figura 15. Termo pozo PT100. (MAZ, 2016).

4.5 Tubería agua

La tubería de presión se requiere RDE 21 PVC 2" de diámetro, en el montaje se requieren de 10 codos, 4 tees, 2 universales y 4 válvulas de bola.

- Tubería RDE 21 PVC 2": 6m – Ref 29002453
- Codo 90° PVC 2": 10 unidades – Ref 2901127
- Tees PVC 2": 4 unidades – Ref 2901503
- Universales PVC 2": 2 unidades – Ref 2901800
- Válvula de bola PVC 2": 4 unidades – Ref 2903640
- Limpiador líquido PVC: 1 unidad 1/8 – Ref 2902739
- Soldadura líquida PVC: para este se pueden usar dos tipos
- Soldadura líquida 1/8 – Ref 2905744
- Soldadura líquida para agua caliente 1/8 – Ref 2905749

4.6 Tubería de cobre (Cu)

La tubería de cobre se requiere para acoplar el compresor y el intercambiador de calor, buscando la transferencia de calor necesaria para calentar el agua.

- Tubería de succión: $1\frac{1}{8}$ " tipo L – 14m
- Tubería de descarga: $\frac{7}{8}$ " tipo L – 14m
- Codos 90° línea de succión $1\frac{1}{8}$ " : 16 unidades
- Codos 90° línea de descarga $\frac{7}{8}$ " : 16 unidades
- Uniones para línea de succión $1\frac{1}{8}$ " : 8 unidades
- Uniones para línea de descarga $\frac{7}{8}$ " : 8 unidades
- Equipo de Soldadura: OxiAcetileno.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.7 Controlador de temperatura

Para el diseño es necesario instalar un controlador de temperatura (Figura 16), el cual hará el control de encendido y apagado del compresor.

- Modelo: MC5438-112
- Fuente de energía: AC85~265/60Hz



Figura 16. Controlador Maxthermo. (Maxthermo, 2018)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Durante el desarrollo del proyecto de grado, se analizó la bomba de calor como circuito caliente del banco experimental de intercambiadores torsionados del Laboratorio de Fluidos del ITM (Robledo – G403), encontrando varias alternativas con el fin de obtener un mejor desempeño del sistema. Se propone un nuevo diseño del banco experimental, que permitirá conocer a profundidad la eficiencia de la bomba de calor, con esto se logrará estimar el tiempo requerido para calentar una masa de agua en una piscina con un volumen similar. También se espera que las mejoras brinden más apoyo a la docencia en las áreas de transferencia de calor (Marin & Perez, 2015), refrigeración y en el campo de la investigación, en vista que el sistema admite una mayor profundización.

Las mejoras propuestas son:

- Compresor: obtener un mejor rendimiento en la compresión del refrigerante (Chen, 2008), lograr una disminución en el consumo energético ya que el equipo propuesto es trifásico y su corriente es menor a la de un compresor monofásico. También se hace el cambio porque el compresor del proyecto anterior no era el adecuado en cuanto a la capacidad de TON/R.
- Bomba de recirculación: con la bomba propuesta (15A-2TW) se garantizará la circulación del caudal permisible por el intercambiador de calor, ya que la anterior bomba no garantizaba el flujo nominal de agua requerido para el proceso.
- Instrumentación y control: el sistema funcionará de manera automática, garantizando la protección del compresor, la bomba de recirculación y el intercambiador helicoidal, como también se conseguirá una lectura de datos más exacta.
- Tanques de agua: brinda una mayor capacidad de almacenamiento de agua, que permite conocer en detalle el tiempo requerido para el calentamiento de la masa total de agua, también se garantiza que el caudal del fluido será el suficiente para el trabajo de la bomba.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Aprea, C., Mastrullo, R., & Renno, C. (2006). Experimental analysis of the scroll compressor performances varying its speed. *Applied Thermal Engineering*, 26(10), 983–992. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2005.10.023>
- Chávez, L. R. (2015). Rugosidad Absoluta. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 7–9.
- Chen, W. (2008). A comparative study on the performance and environmental characteristics of R410A and R22 residential air conditioners. *Applied Thermal Engineering*, 28(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2007.07.018>
- Danfoss. (2017). Danfoss scroll compressors SH090 to SH485 - single. In *Danfoss scroll compressors SH090 to SH485 - single* (p. 52).
- Duprez, M. E., Dumont, E., & Frère, M. (2007). Modelling of reciprocating and scroll compressors. *International Journal of Refrigeration*, 30(5), 873–886. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2006.11.014>
- EUTACR, E. U. T. A. de C. R. (2011). Tema 9. Pérdidas de carga localizadas o accidentales. *Cátedra de Ingeniería Rural*. 1–8. Retrieved from https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/Tema9.pdf
- IDAE, I. para la D. y A. de la E., & ATECYR, A. T. E. de C. y R. (2008). Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. *Área de Eficiencia y Ahorro Energético*, 88.
- Li, P., Liu, Z., Liu, W., & Chen, G. (2015). Numerical study on heat transfer enhancement characteristics of tube inserted with centrally hollow narrow twisted tapes. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 88, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2015.04.103>
- Marin, E., & Perez, A. (2015). Diseño de banco experimental para evaluación de intercambiadores de calor de tubo torsionado. *Trabajo de Grado*, 1–52.
- Max, C. (2003). *Bomba 15A-2TW*. Retrieved from <https://www.igihm.com/>
- Maxthermo. (2018). MAXTHERMO-GITTA GROUP CORP MAXIMUM ELECTRONIC CO., LTD Temperature PID Controllers. *Operation Manual*, 5838(5), 1–23.
- MAZ. (2016). MAZ CR - Componentes Eléctricos. Retrieved May 8, 2019, from MAZCR.COM, 2016 website: <https://www.mazcr.com/producto.php?id=44841>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Mexichem, & Pavco. (2014). Manual técnico de Tubosistemas Presión PVC [Recurso electrónico].

Manual Técnico - Tubosistemas, 21. Retrieved from <https://pavco.com.co/download/10>

Pemberthy, A., & Taba, J. (2016). Desarrollo de una bomba de calor como circuito caliente del banco experimental de intercambiadores de calor torsionados del Laboratorio de Fluidos del ITM. *Trabajo de Grado*, 1–45.

S.A, G. S. (2019). R-410A. *Ficha Técnica R-410A*, 1–3.

Tangwe, S., Simon, M., & Meyer, E. (2016). An experimental study to determine the performance and potential saving of swimming pool air source heat pump water heater. *Proceedings of the 24th Conference on the Domestic Use of Energy, DUE 2016*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/DUE.2016.7466724>

Tello Oquendo, F. M., Navarro Peris, E., González Macla, J., & Corberán, J. M. (2016). Performance of a scroll compressor with vapor-injection and two-stage reciprocating compressor operating under extreme conditions. *International Journal of Refrigeration*, 63, 144–156. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2015.10.035>

Turbotec Products, I. (2018). *Titanium Coaxial Heat Exchanger Series from Turbotec*. (pp. 1–2). pp. 1–2.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES MARIO LOPEZ

FIRMA ASESOR [Signature]

FECHA ENTREGA: 28/05/2019 entrega definitiva versión final informe final avalado por Asesor

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

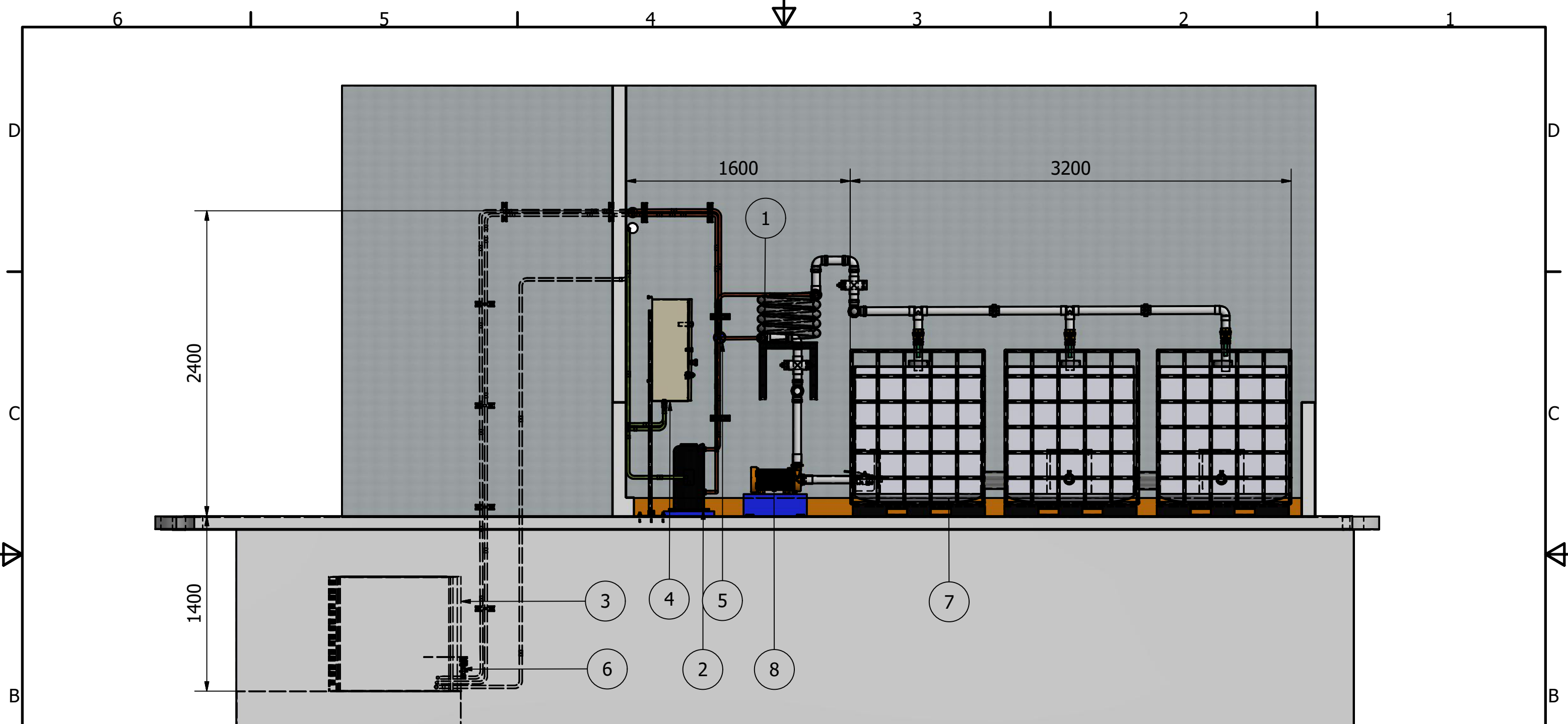
ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____



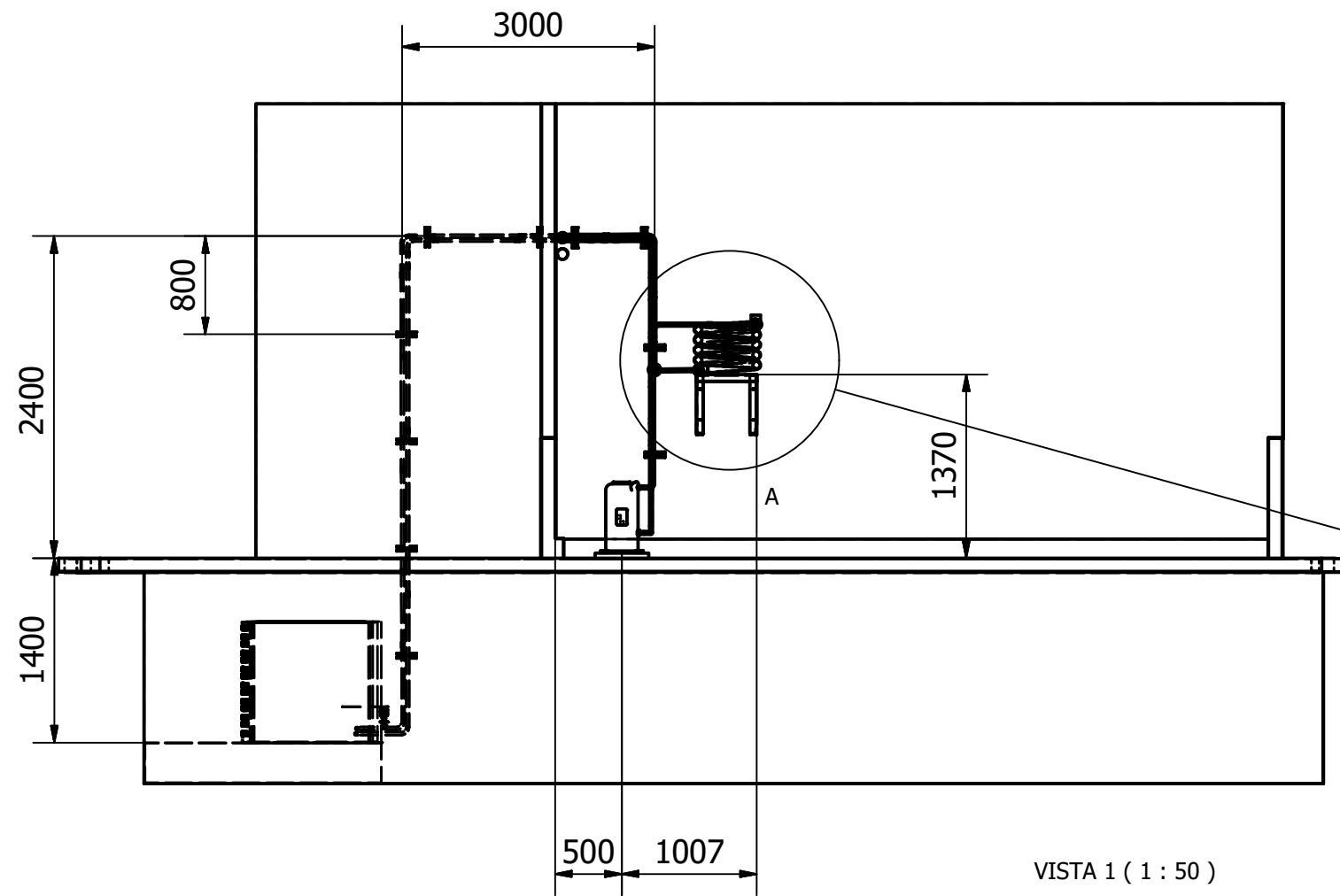
VISTA FRONTAL (1 : 30)

Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros

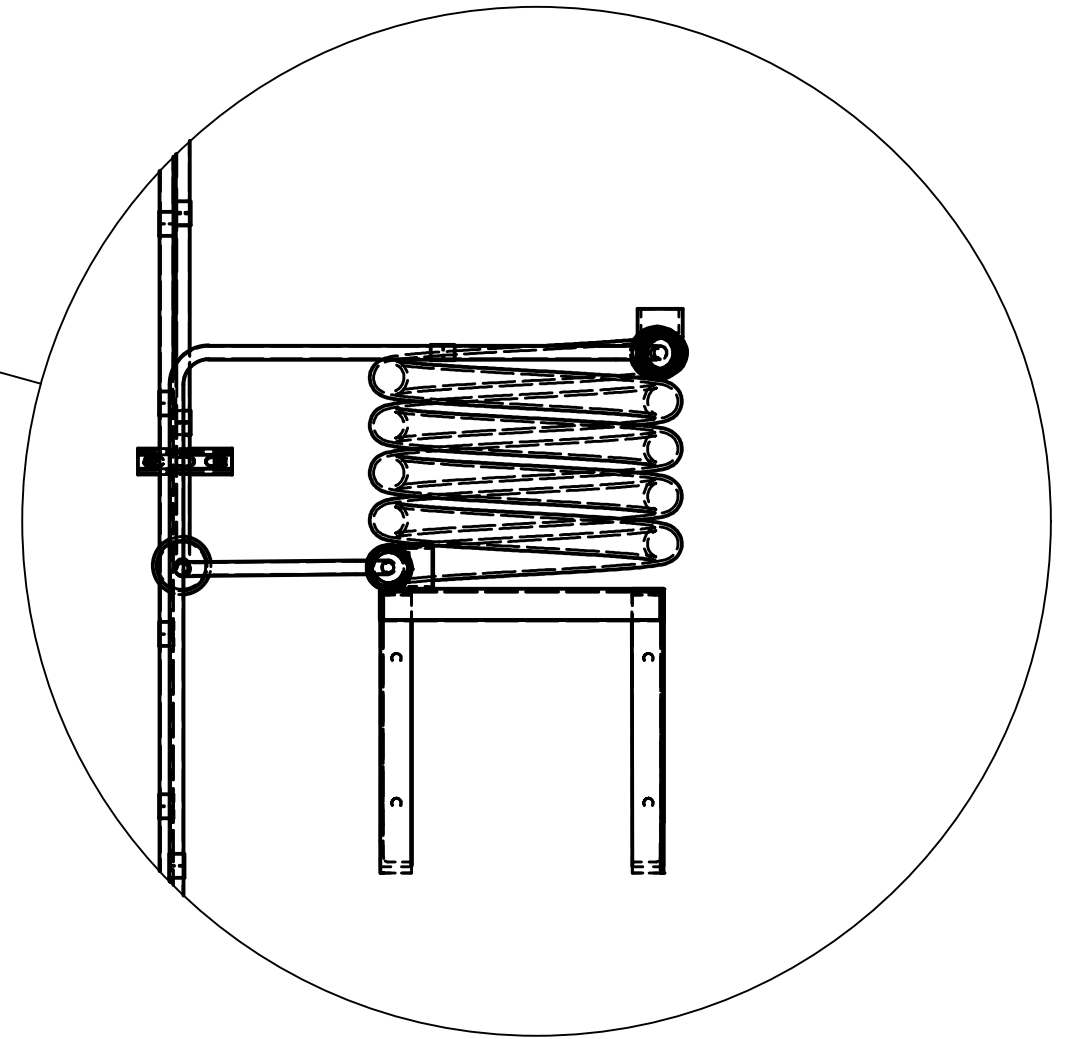
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Condensador	Condensador de tubos torsionados Turbotec
2	1	Compresor	Compresor tipo Scroll
3	1	Evaporador	Evaporador
4	1	Tablero	Tablero eléctrico 3 Kw
5	1	Filtro secador	
6	1	Válvula de expansión	
7	3	Tanques	Tanques de almacenamiento de agua 1 metro cúbico
8	1	Motor	Motobomba IHM 2Hp

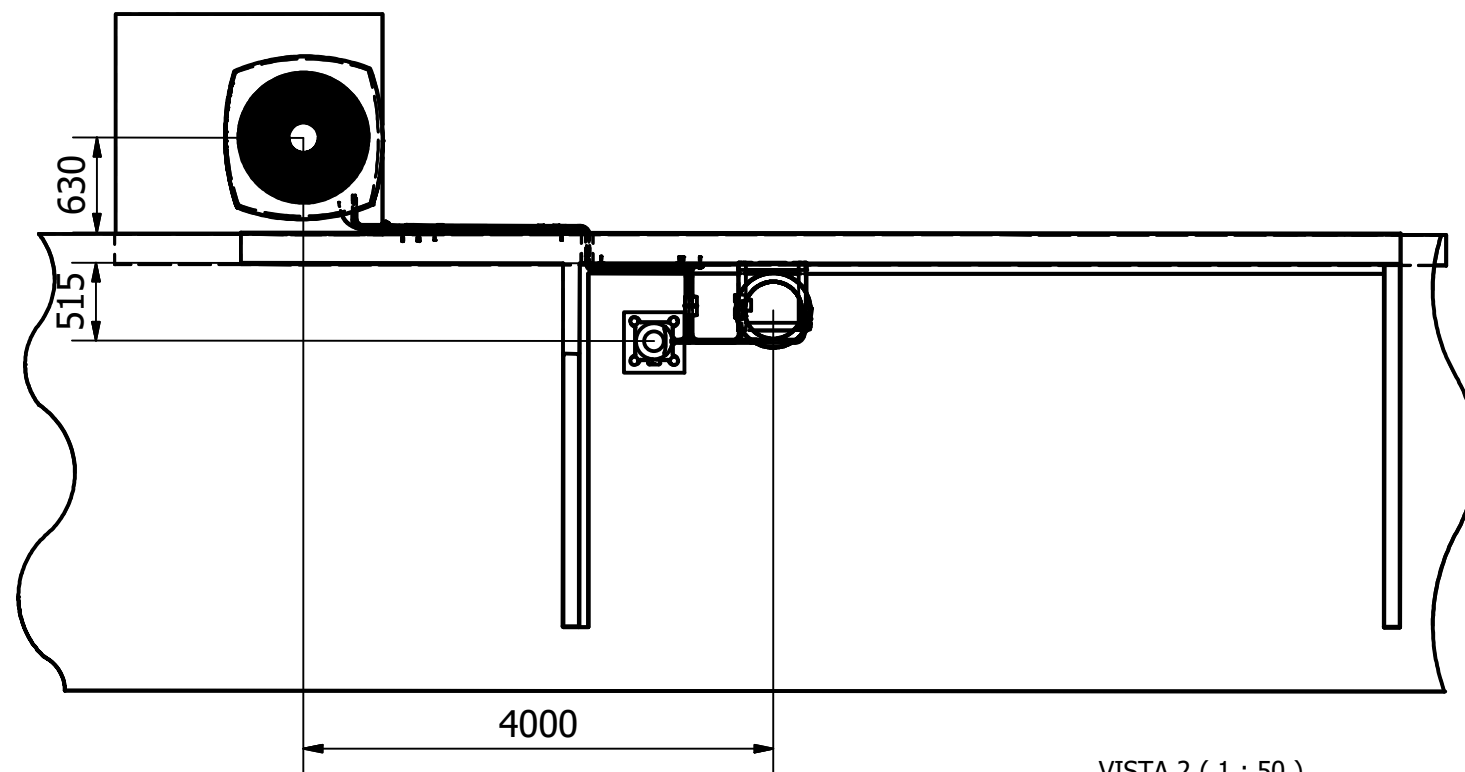
Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 11/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de Bomba de calor con condensador torsionado"	
			Plano general BC0001	Edición Hoja 1 / 1



VISTA 1 (1 : 50)



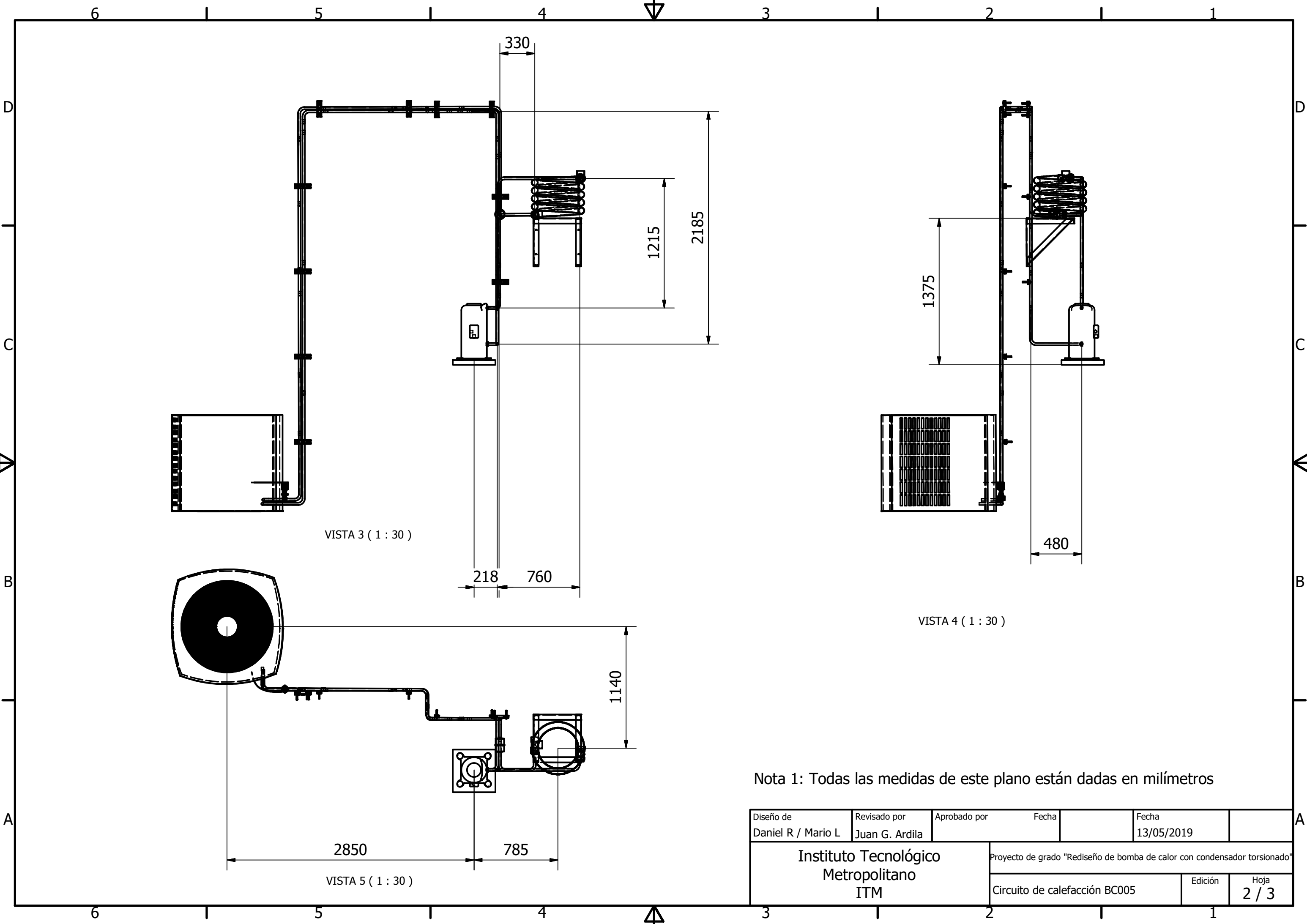
A (1 : 12)



VISTA 2 (1 : 50)

Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
			Circuito de calefacción BC005	Edición Hoja 1 / 3



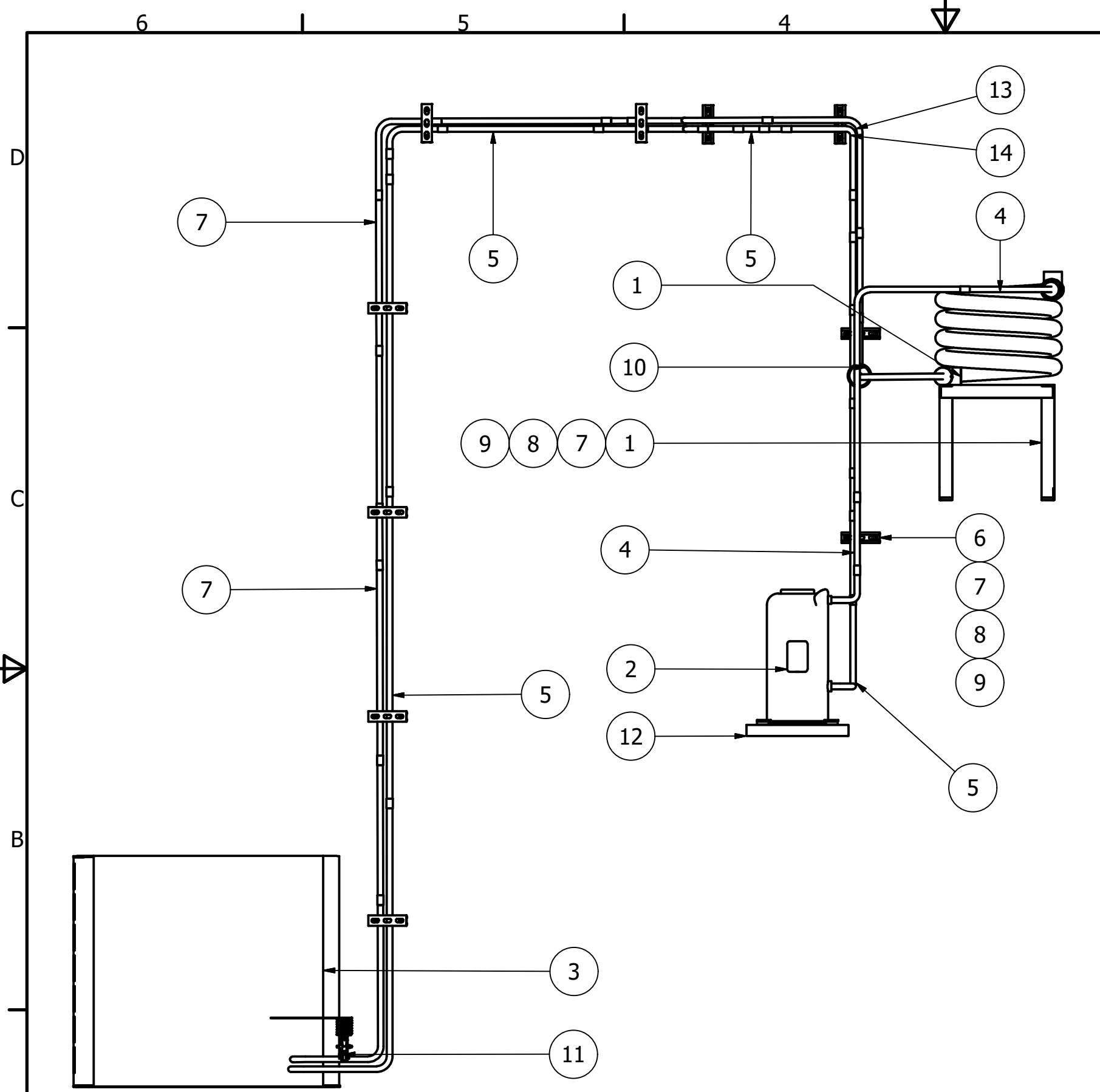
VISTA 3 (1 : 30)

VISTA 4 (1 : 30)

VISTA 5 (1 : 30)

Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
			Circuito de calefacción BC005	Edición Hoja 2 / 3

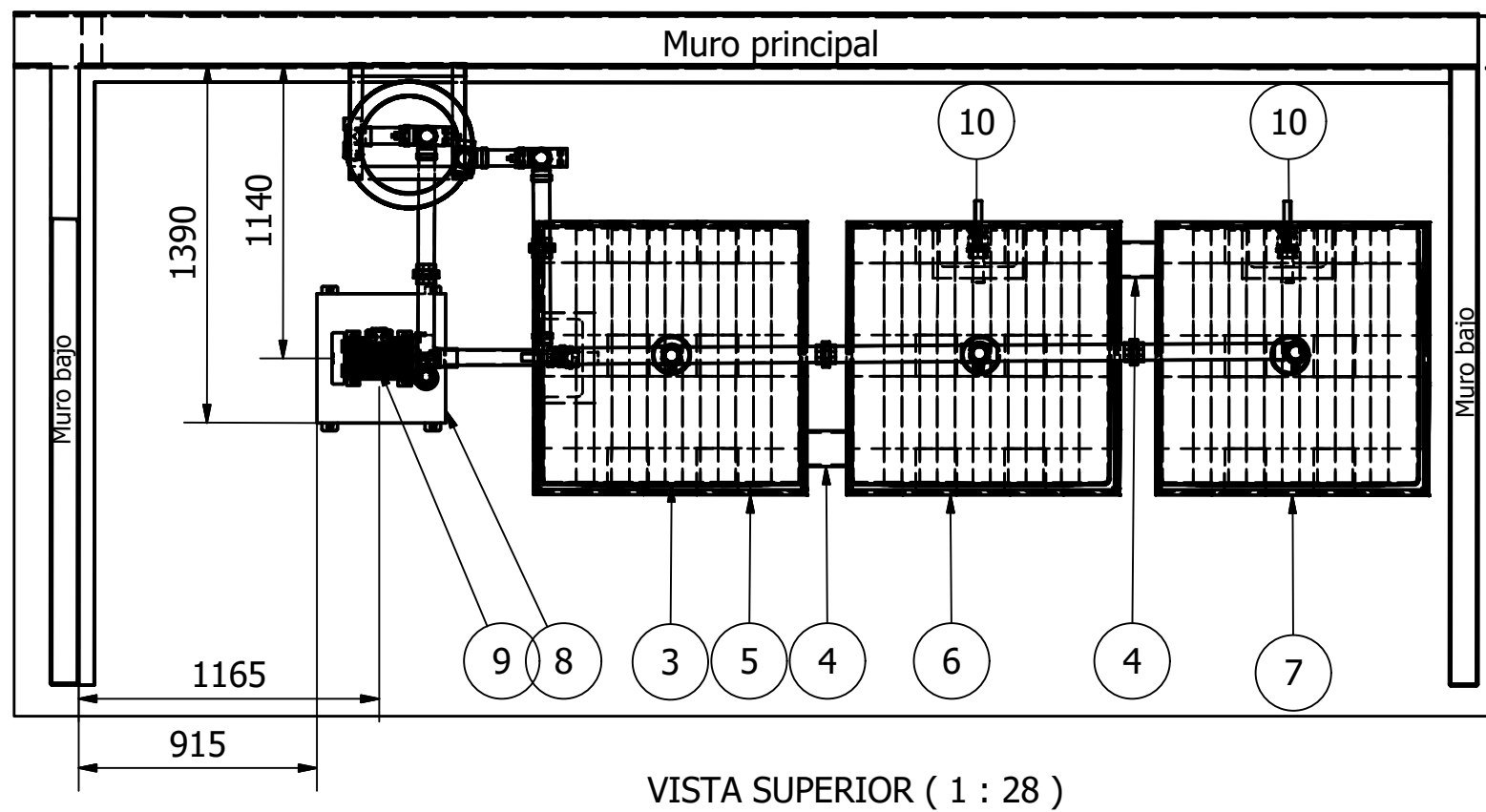
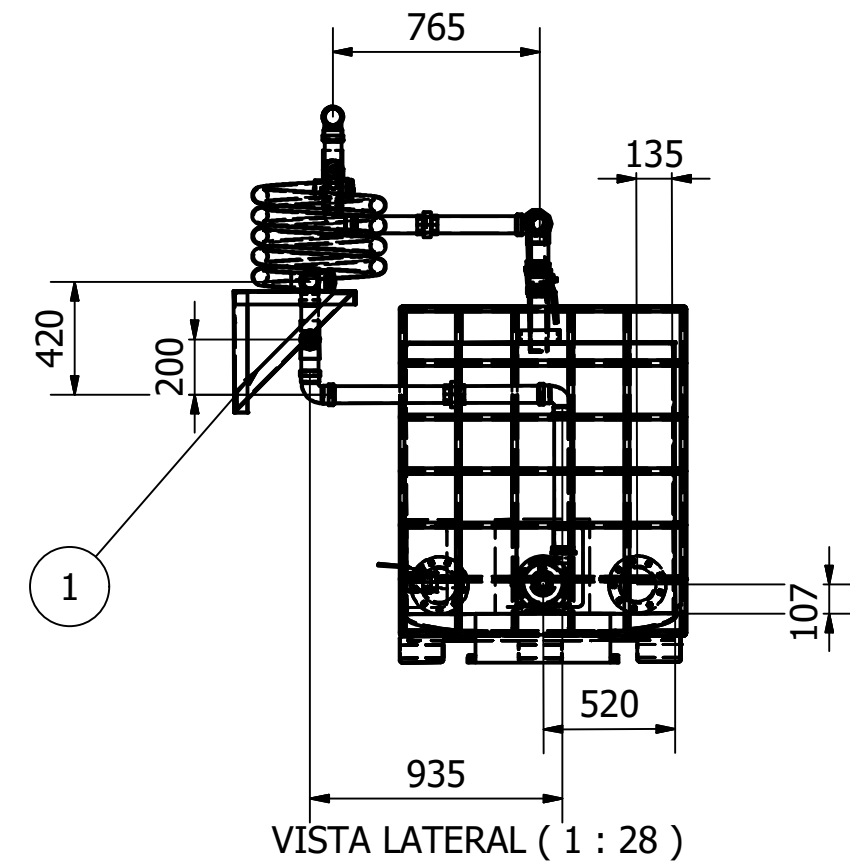
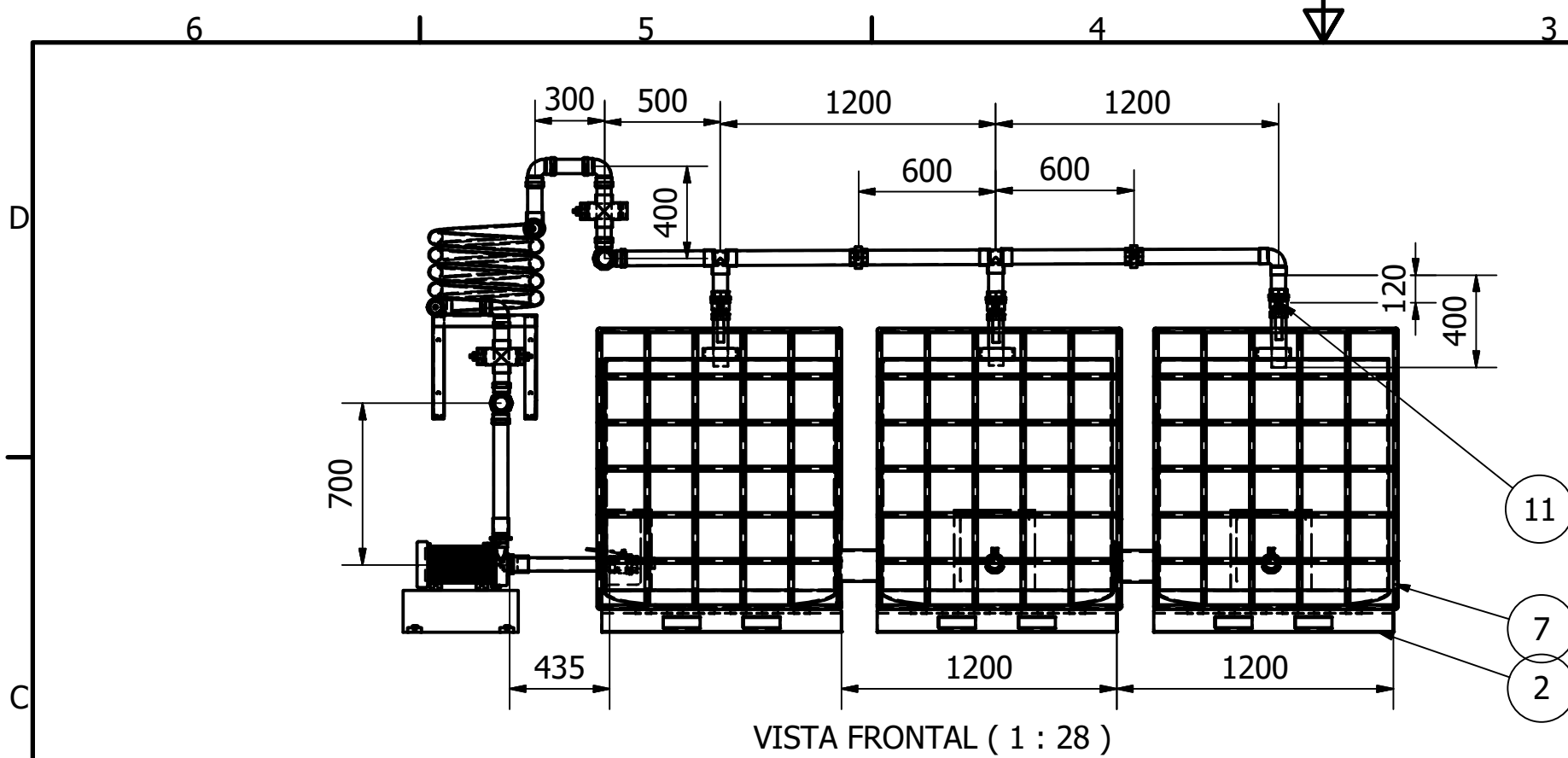


VISTA 6 (1 : 18)

LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD BASE
1	1	Base de intercambiador helicoidal	BC0011	Unidad
2	1	Compresor	SH090A3ALC Danfoss	Unidad
3	1	Evaporador	COV-9010A3 Blue Line	Unidad
4	14	Tubo de cobre ASTM B88-ASME B16.22 Tipo L. Tubo de cobre soldado 7/8"	Tubería de descarga con diámetro 7/8"	Metros
5	14	Tubo de cobre ASTM B88-ASME B16.22 Tipo L. Tubo de cobre soldado 1 1/8"	Tubería de succión con diámetro 1 1/8"	Metros
6	2	Perfil Mecano ref: Perfil Bajo 41 x 22 mm	10 tramos de perfil x 200 mm c/u	Metros
7	24	ANSI/ASME B18.2.1 - 3/8-16 UNC - 1	Perno expansivo 3/8" x 2 1/2 " largo (Rosca regular - Pulgadas)	Unidad
8	24	ANSI B18.21. 3/8"	Arandelas de presión	Unidad
9	24	ANSI B18.2.4.2M - 3/8" - 16	Tuercas hexagonales	Unidad
10	1	Filtro secador		Unidad
11	1	Válvula Expansión		Unidad
12	1	Base compresor	Plano BC0012	Unidad
13	12	Codo de cobre soldado ASTM B88-ASME B16.22 Tipo L de 7/8"		Unidad
14	8	Codo de cobre soldado ASTM B88-ASME B16.22 Tipo L de 1 1/8"		Unidad

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
			Circuito de calefacción BC005	Edición Hoja 3 / 3

Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros
 Nota 2: Soldar la válvula de expansión 11 en la tubería de descarga cerca del condensador

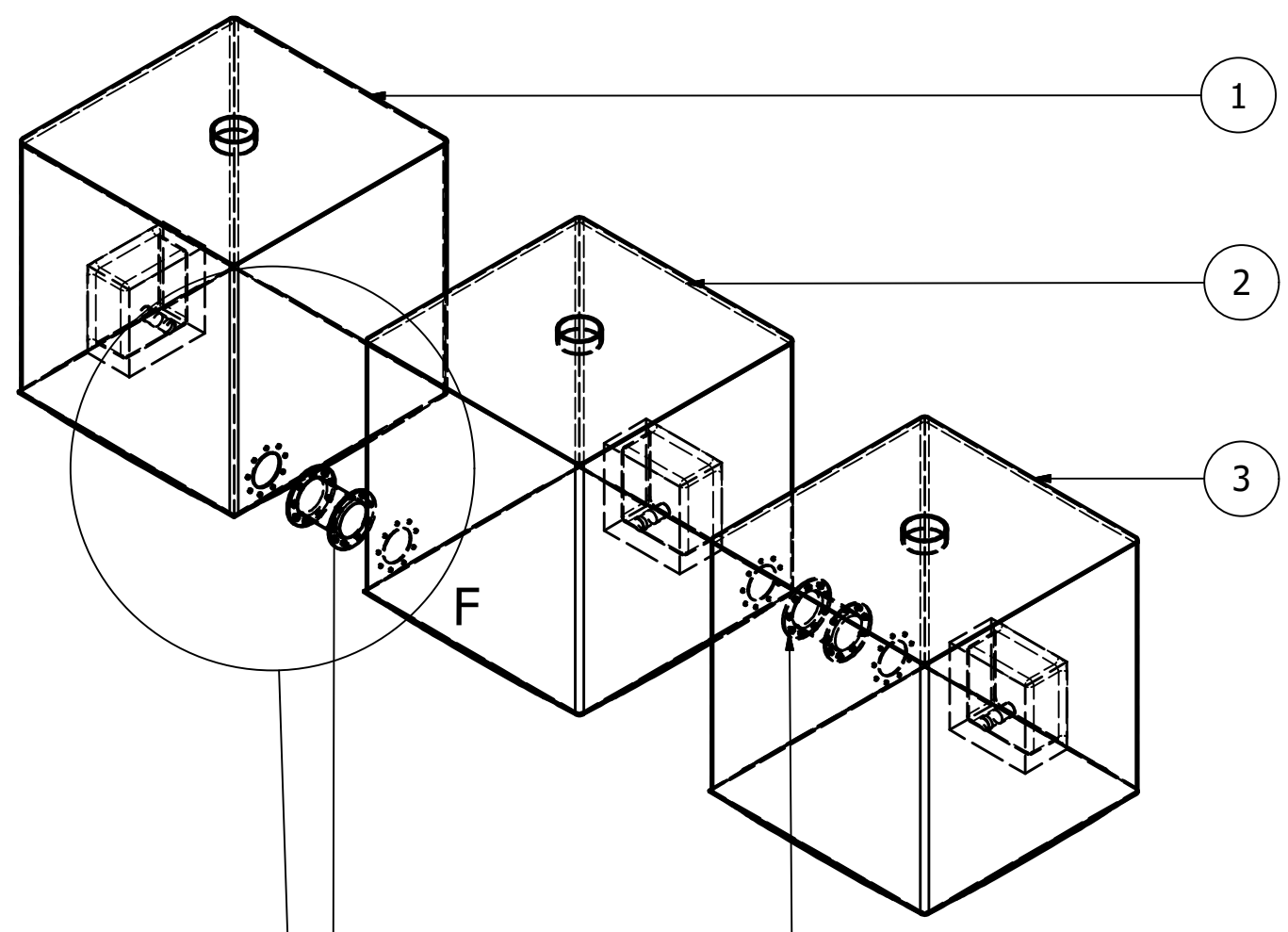


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Base de intercambiador helicoidal	BC0011
2	3	Base para tanque	Asociada al tanque
3	3	Tanque de 1 metro cúbico	Contenedor de 1 metro cúbico
4	2	tubo de conexión	BC004
5	1	Rejilla tanque 1	Asociada al tanque
6	1	Rejilla tanque 2	Asociada al tanque
7	1	Rejilla tanque 3	Asociada al tanque
8	1	Base de motobomba	BC0012
9	1	Motobomba	IHM 15A - 2TW 220 / 440 Volt. 3500 rpm
11	3	Válvula 2"	Circuito de descarga
10	3	Válvula 2"	Instaladas en tanques

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 11/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM		Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"		
		Ensamble de tanques BC003	Edición	Hoja 1 / 2

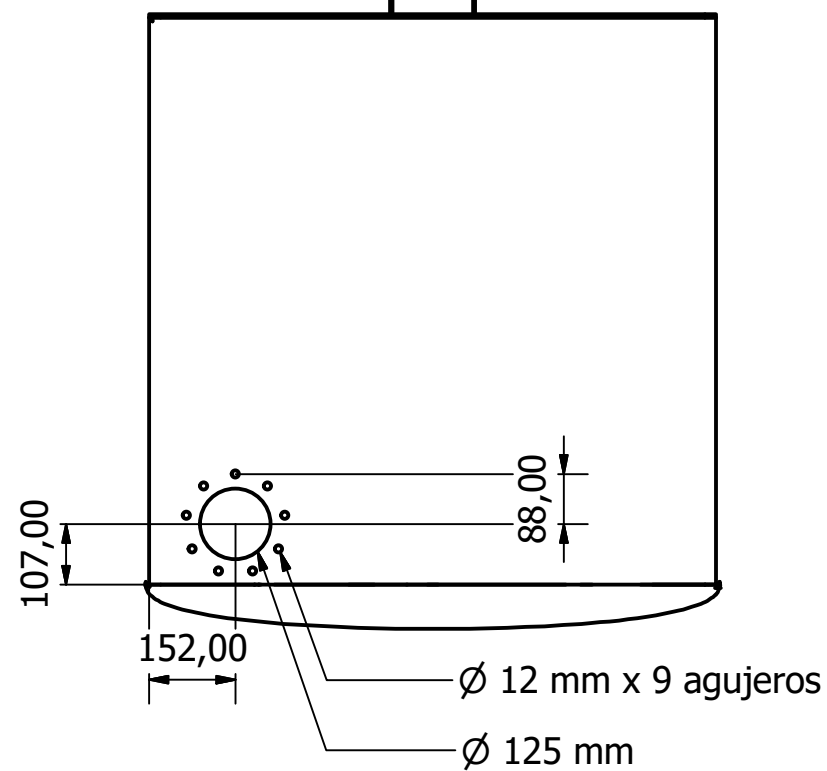
Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros

6 1 5 1 4 3 1 2 1 1

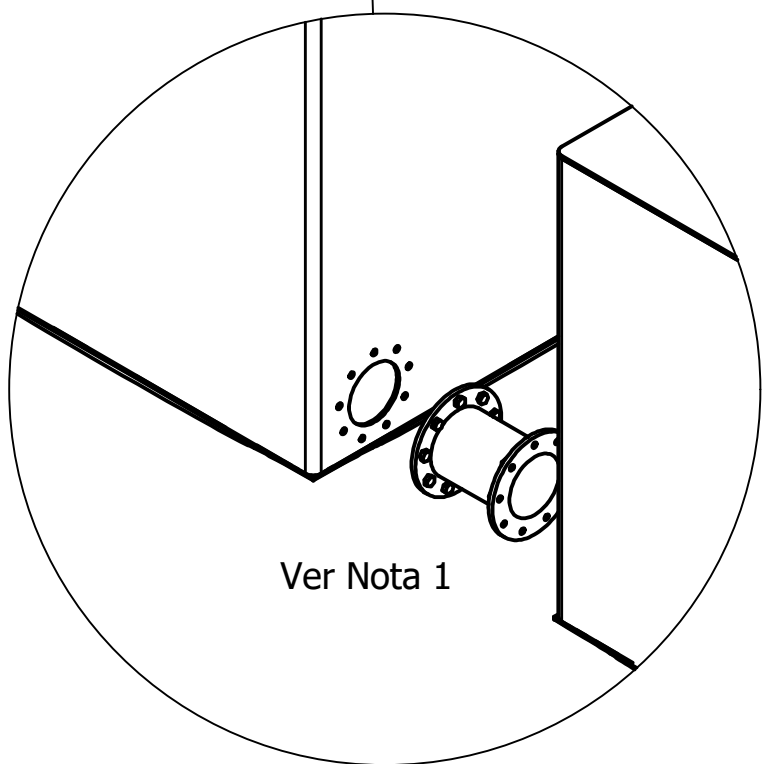


Distribución y ensamble (0,06 : 1,4)

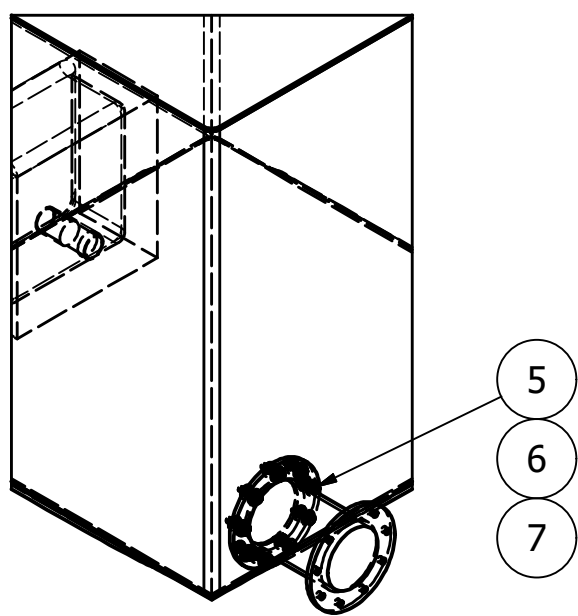
VISTA 6 (0,06 : 0,8)



Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros
 Nota 2: Se recomienda silicona de alta temperatura Loctite 59675 con empaques de caucho para garantizar sello entre el flange y los tanques.



F (0,06 : 0,8)

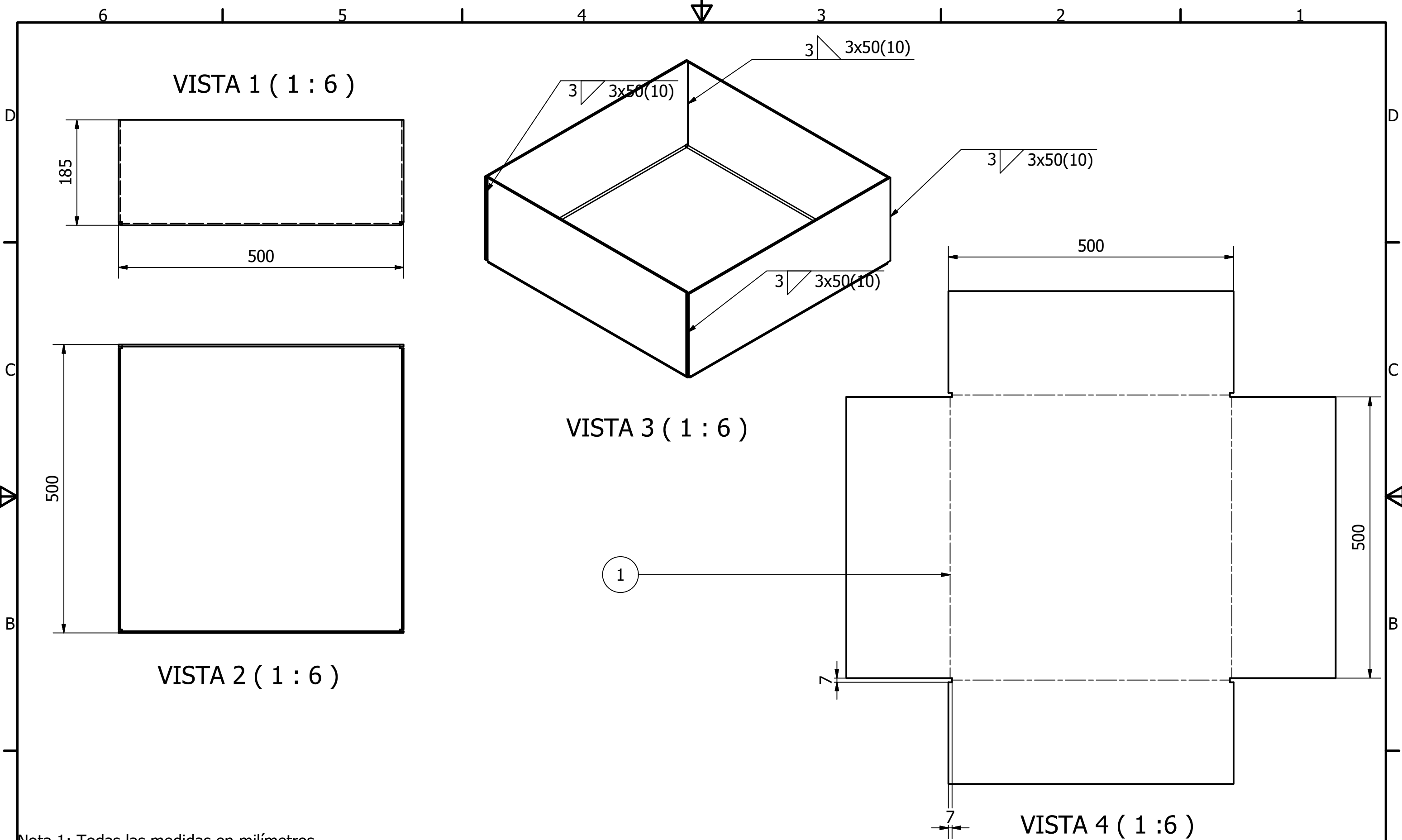


VISTA 5 (0,06 : 0,8)

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Tanque 1 metro cúbico	Tanque número 1
2	1	Tanque 1 metro cúbico	Tanque número 2
3	1	Tanque 1 metro cúbico	Tanque número 3
4	2	Tubo de conexión	Plano BC004
5	36	Tornillo hexagonal M10 x 40	
6	36	Tuerca hexagonal M10 x 1,5	
7	72	Arandela circular estructural M10	

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 11/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM		Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"		
		Ensamble de tanques BC003	Edición	Hoja 2 / 2

6 1 5 1 4 3 1 2 1 1



Nota 1: Todas las medidas en milímetros.

Nota 2: El mismo detalle de soldadura de los ángulos de anclaje aplican para las 4 unidades

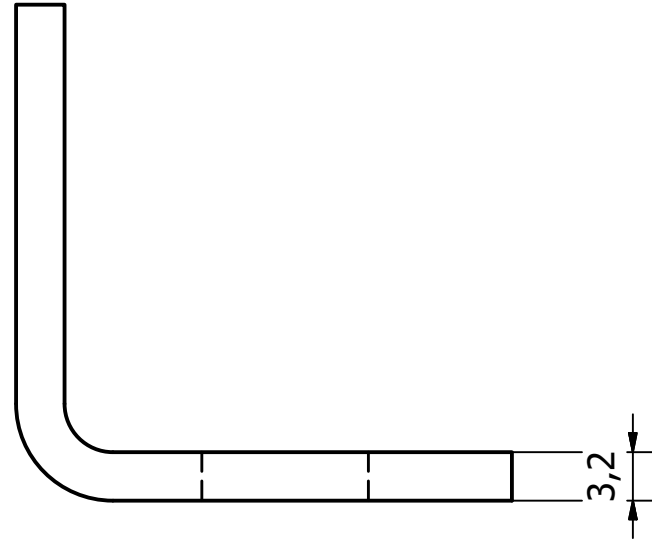
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Base motobomba	Lámina HR (laminada en caliente) espesor 1/8"

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
			Base motobomba BC0012	Edición Hoja 1 / 3

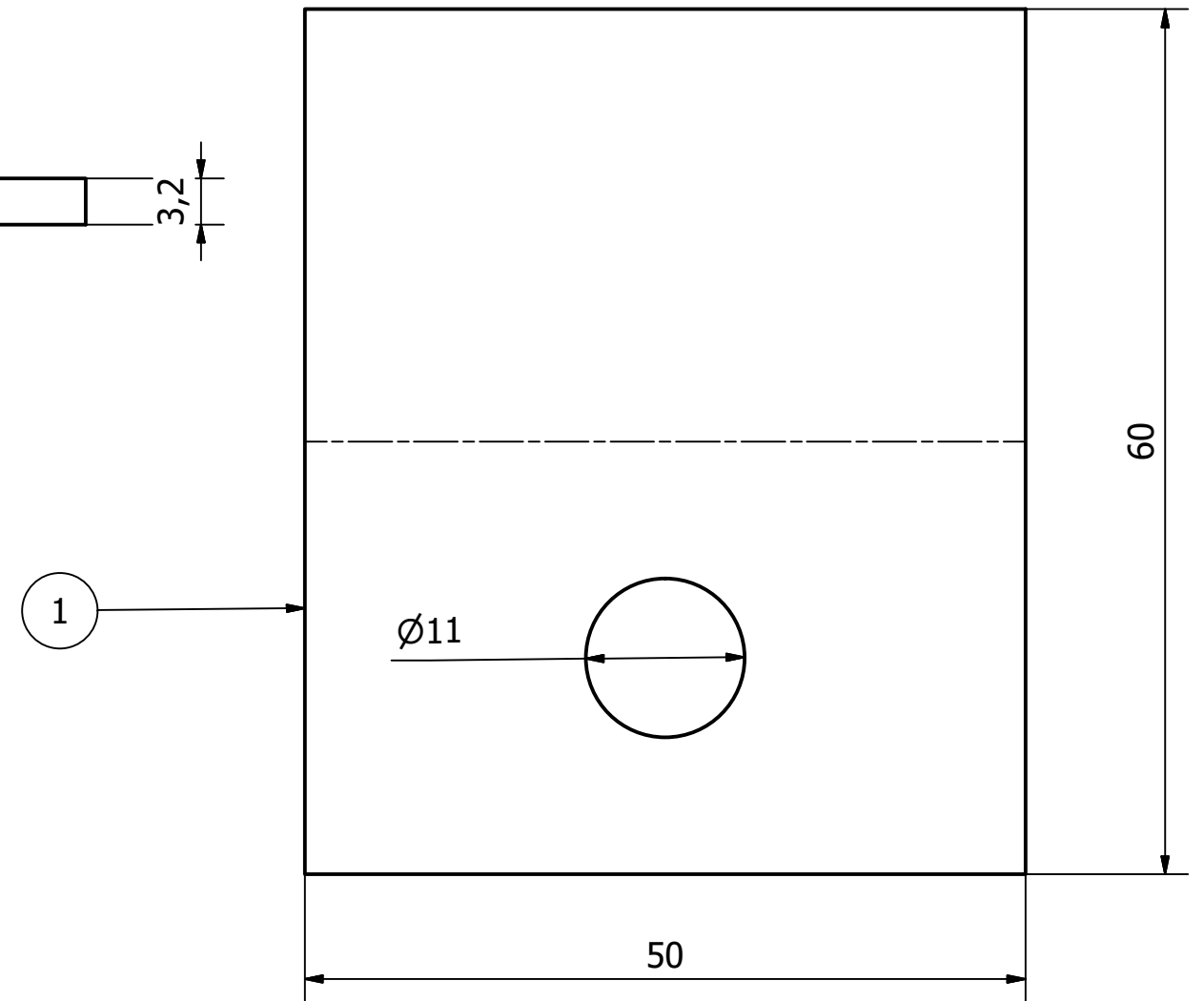
VISTA 5 (2 : 1)



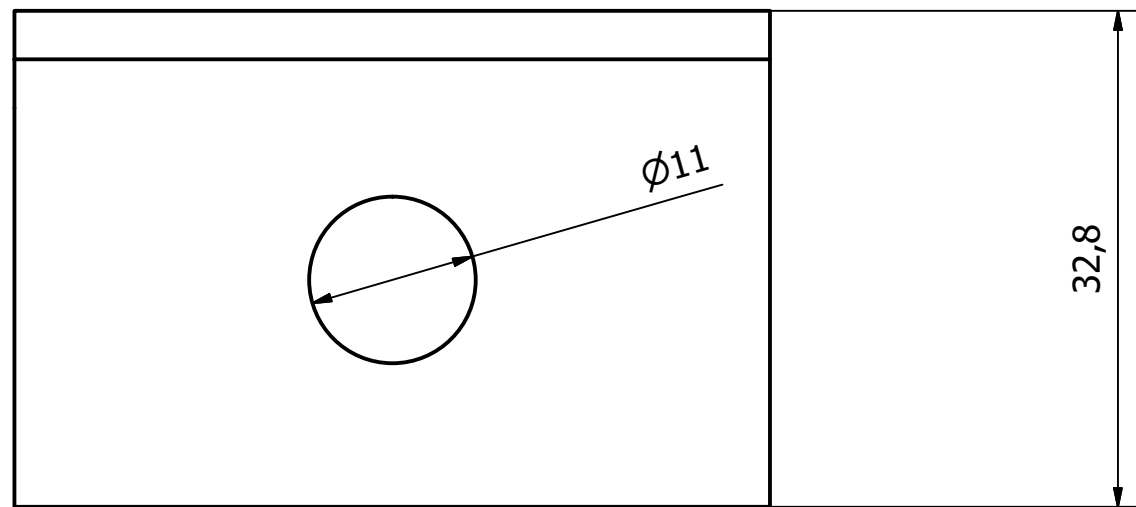
VISTA 7 (2 : 1)



VISTA 8 (2 : 1)



VISTA 6 (2 : 1)

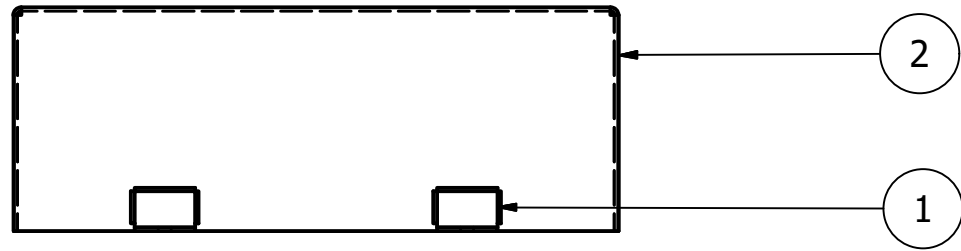


LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1		
		anclaje para base de motobomba	

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM			Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
			Base motobomba BC0012	Edición Hoja 2 / 3

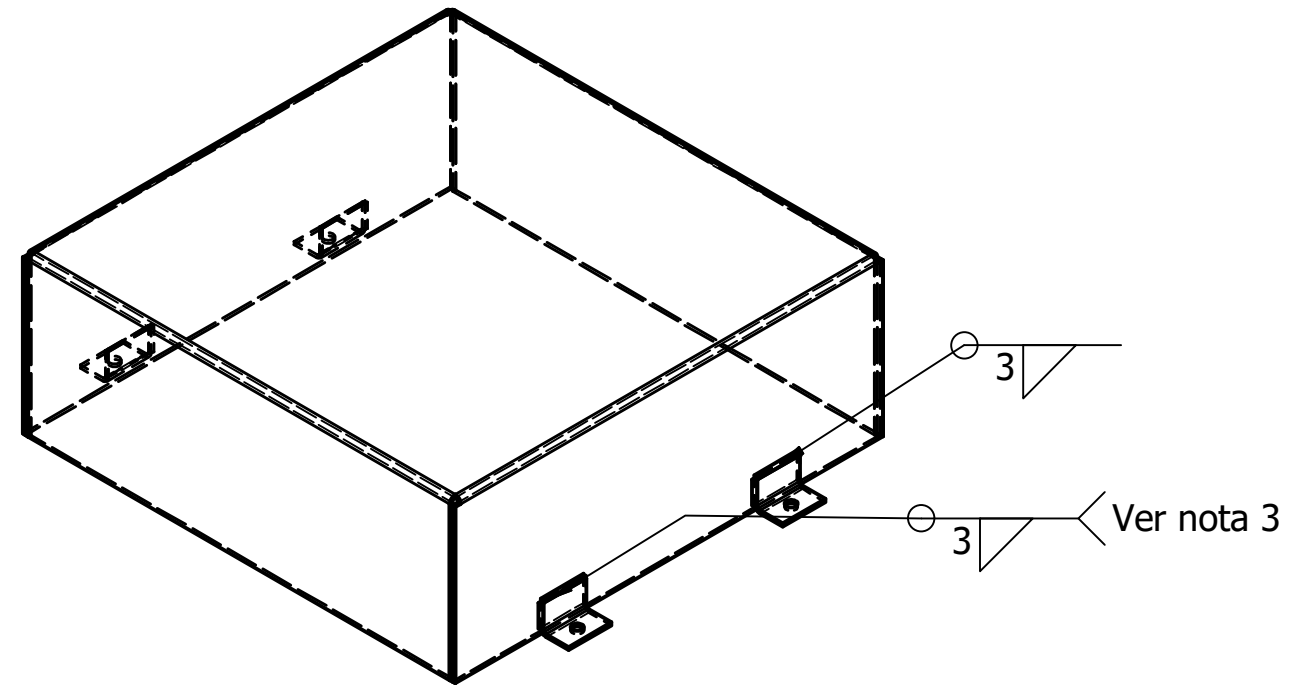
VISTA 9 (0,16 : 1)



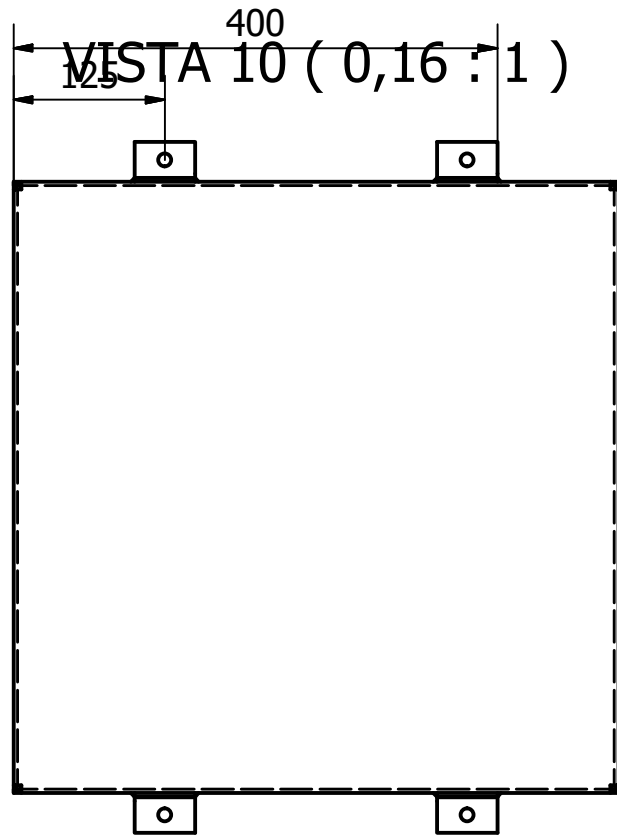
VISTA 11 (0,16 : 1)



VISTA 12 (0,16 : 1)

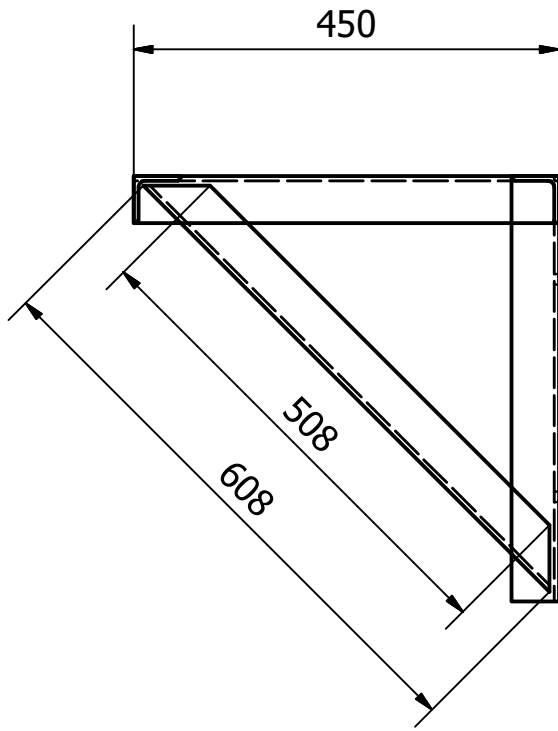


VISTA 10 (0,16 : 1)

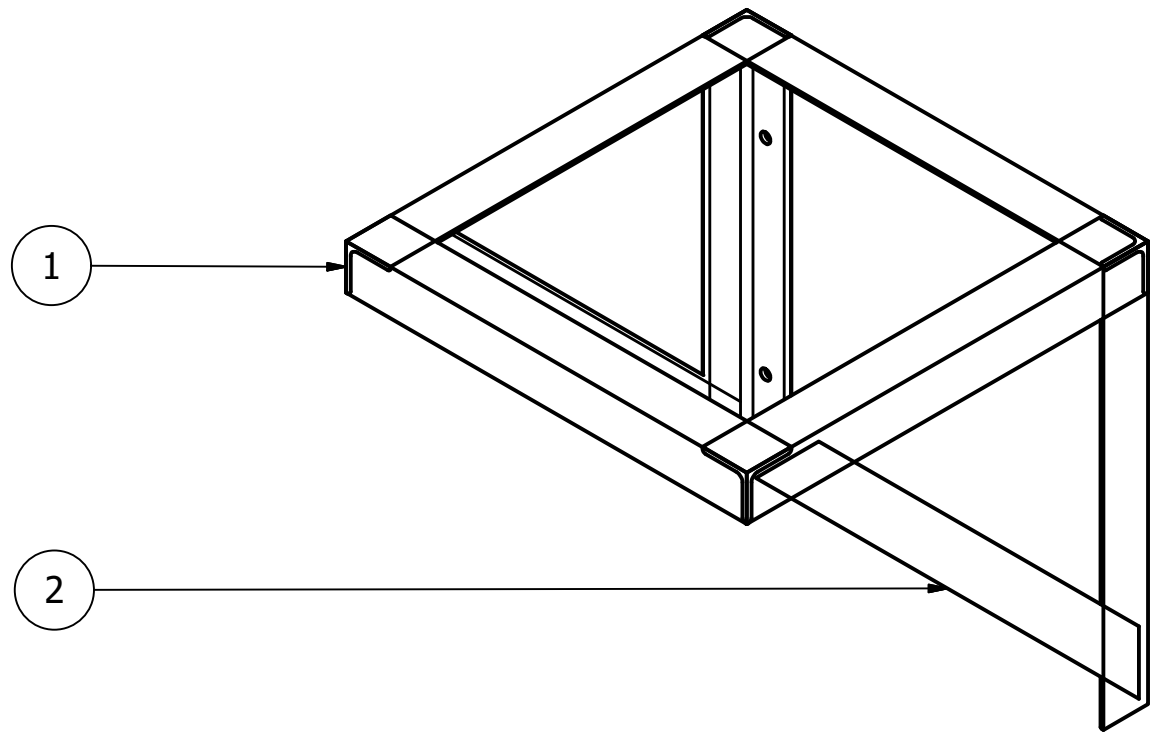
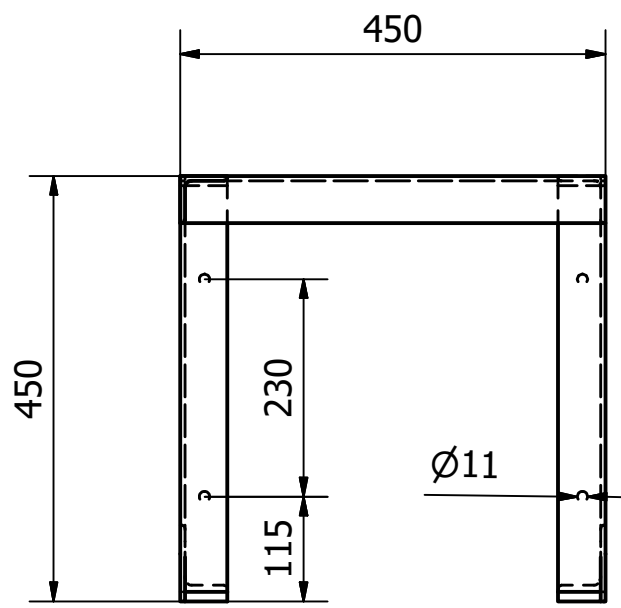


Nota 3: Se debe ejecutar el mismo tipo de soldadura a cada uno de los 4 anclajes

LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	4	anclaje para base de motobomba			
2	1	Base motobomba			
Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM		Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"			
Base motobomba BC0012			Edición	Hoja 3 / 3	



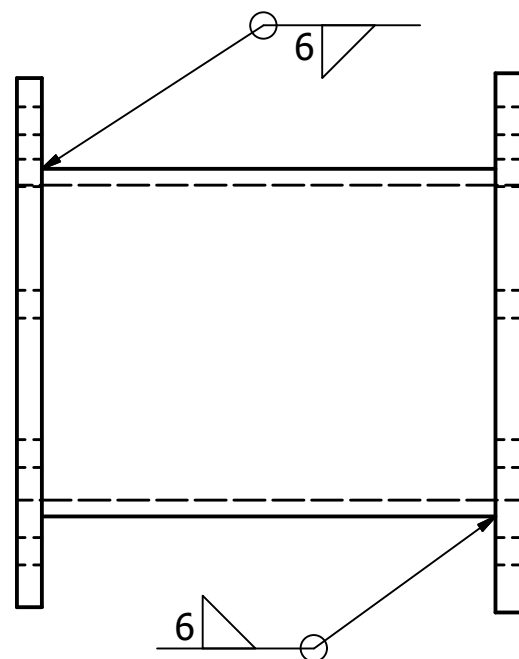
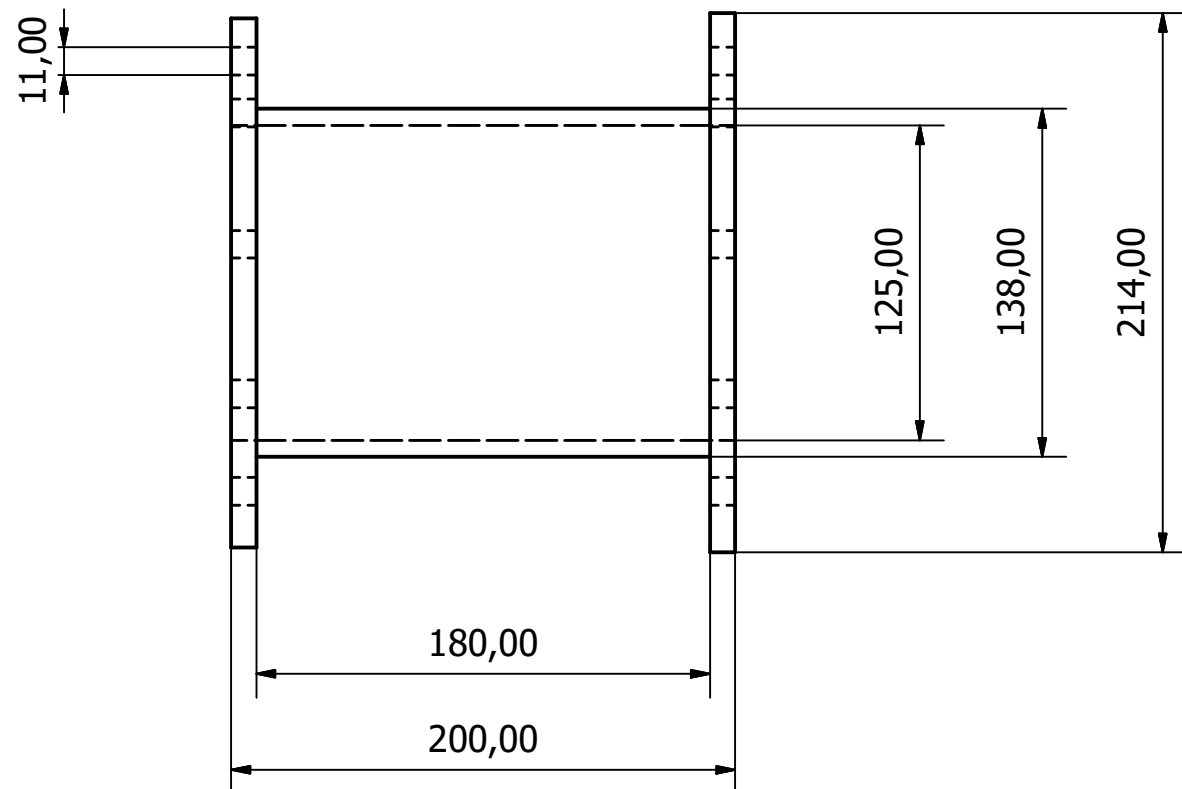
VISTA 1 (1 : 8)



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	2700,000 mm	ISO 657-1 - L50x50x5-450	Secciones de acero laminadas en caliente - Parte 1: ángulos de lados iguales
2	1216,224 mm	ISO 657-1 - L50x50x5-608,112	Secciones de acero laminadas en caliente - Parte 1: ángulos de lados iguales
Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha 13/05/2019
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM		Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"	
		Soporte para intercambiador BC0011	Edición Hoja 1 / 1

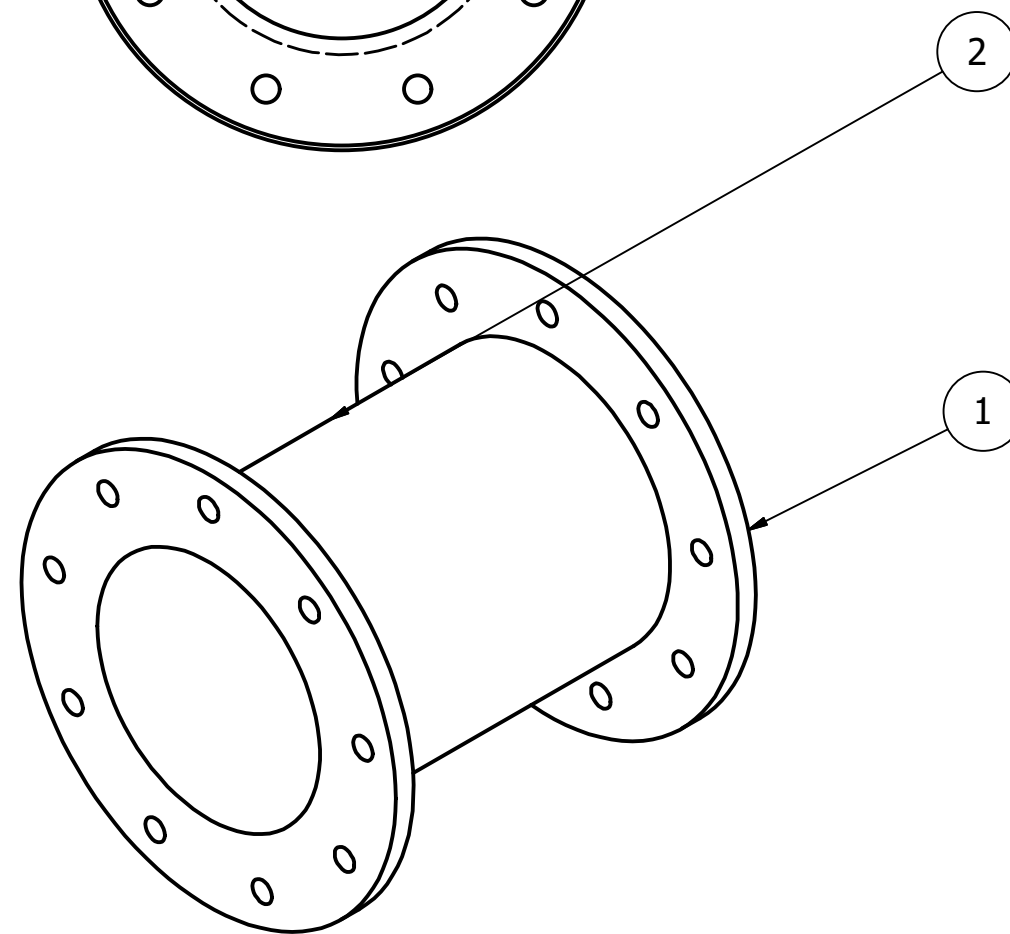
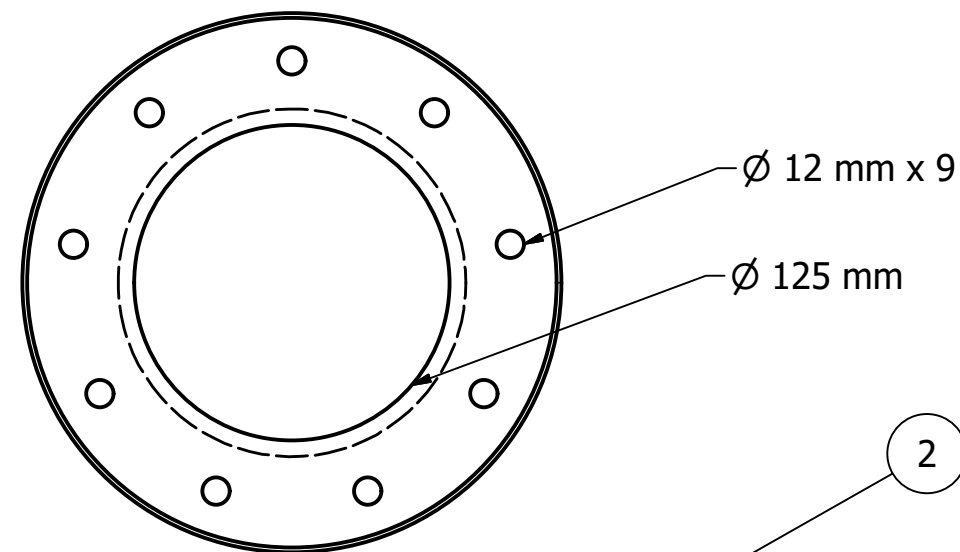
Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros

VISTA1 (1 : 3)



VISTA5 (1 : 3)

Nota 1: Todas las medidas de este plano están dadas en milímetros



LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD BASE
1	2	Flange		Unidad
2	0,4 m	Tubo 5" ASTM x 200 mm	Tubo 5" ASTM A 53 Galvanizado	Metros

Diseño de Daniel R / Mario L	Revisado por Juan G. Ardila	Aprobado por	Fecha	Fecha 12/05/2019
---------------------------------	--------------------------------	--------------	-------	---------------------

Instituto Tecnológico Metropolitano ITM	Proyecto de grado "Rediseño de bomba de calor con condensador torsionado"		
	Tubo de conexión BC0004	Edición	Hoja 1 / 1



Tru-Twist®
Technology!



Turbotec®

Edition I

Product Catalog

A world leader in enhanced heat transfer technology.

COAXIAL

Heat Exchangers & Enhanced Surface



Geothermal ★ Water Source ★ Pool & Spa ★ Marine ★ Water-Cooled
Renewable Energy ★ Refrigeration ★ HVAC ★ General Industries

Table of Contents

Company Overview	2
Tru-Twist Technology	3
Coaxial Heat Exchange Technology	4
Product Families	5 - 6
Performance Data	7
◆..... Applications	◆
Water-source Heat Pumps	◆
CES Specification - 6K-Series	8 - 15
Spiral Specifications	16 - 20
Geothermal Heat Pumps	◆
Slim Specification	21 - 25
Refrigeration Specification	26 - 30
Ice Machine Specification	31 - 33
Consoles Specification	34 - 35
Desuperheaters Specification	36 - 38
Marine Specifications	39 - 42
Swimming Pool Specification	43 - 44
Notes.....	45 - 47

Company Overview

For more than 40 years, Turbotec Products has built and maintained a BRAND leader in the heat transfer technology. Today, Turbotec utilizes the most modern manufacturing technologies and cost efficient manufacturing at it's facilities to deliver high quality, affordable products to Original Equipment Manufacturers.

With our facility in Hickory North Carolina, Turbotec supports the company's growing base of global customers, providing world class sales, manufacturing, sourcing and support.

The company's research, engineering and production facilities have been developing, designing, manufacturing, and delivering high performance, high quality heat exchangers and enhanced surface tubing products to the Geothermal, Water Source Heat Pump, Refrigeration, Pool and Spa, Marine, Ice-Machines, Boiler's, and HVAC Industries worldwide.



Engineered Solutions

At Turbotec, we understand that heat transfer technology goes beyond coils and tubes. That is why our engineering team works closely with your engineering staff to provide just the right enhanced heat transfer solution for virtually any application need. We utilize the latest design technologies and equipment to dramatically reduce new product development cycles. Manufacturing is performed in a Lean Sigma, ISO 9001 certified and Total Quality Management environment to assure that our products meet or exceed the application requirements of our customers.

TRU-TWIST's™ Technology



Tru-Twist®
Technology!

TRU-TWIST's™ unique properties allow for more surface area for a given length of tubing while creating a turbulent mixing action that results in very high heat transfer through the tube walls providing up to 300% more heat transfer capacity than smooth tubing.

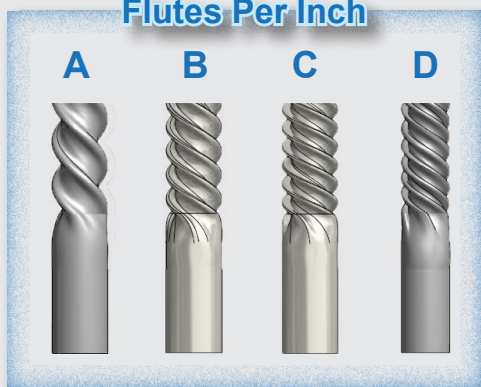
TRU-TWIST™ is available in a vented double wall configuration for potable water, as well as single wall configurations for non-potable water and chemical processes. It can also be shaped into virtually any space saving configuration. **TRU-TWIST™** gas and liquid applications make Turbotec the smart specification for engineers in a broad array of industries.

Turbotec tubing and heat exchangers are available in a variety of metals including :

- Copper
- Cupronickel
- Stainless Steel
- Aluminum
- Carbon Steel
- Titanium

(Information on other materials is available upon request).

Flutes Per Inch



Number of Flutes

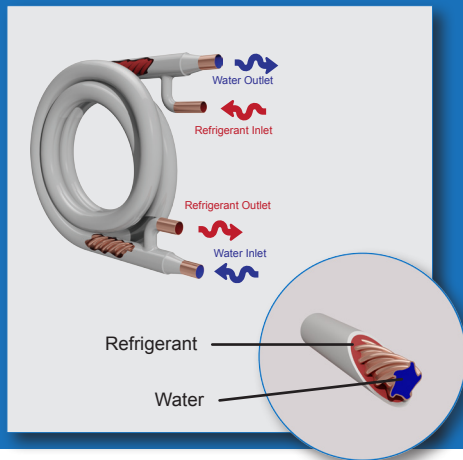


Surface Enhancement



For further information on specialized component design & development, please contact us at 800.394.1633

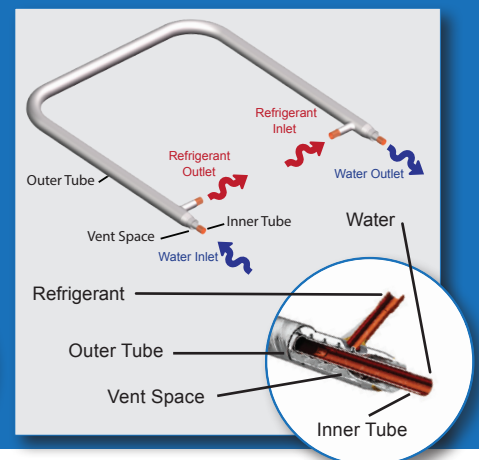
How our Coaxial Heat Exchanger Works



Coaxial Coils
Condenser / Evaporator



Pool & Spa Coils
Condensers



Heat Recovery
Desuperheaters

Model Number Nomenclature

va
If Manifold

2 B T S S C - 07 - ES - 5S - TJ - WB - LH

COIL / Classification

- B - Cond. & Evap.
- C - Condenser
- E - Evaporator
- D - Desuperheater

COIL Construction

- T - Tube - In - Tube

Shape of Coil

- H - Helical
- O - Other
- S - Spiral / Slim
- T - Trombone
- U - U Shape
- J - J Shape
- P - Stick

Jacket / Outer-Tube Material

- C - Copper
- K - Stainless Steel
- N - Cupronickel
- S - Carbon Steel
- T - Titanium
- V - Plastic

Twisted Tube Material

- C - Copper
- K - Stainless Steel
- N - Cupronickel
- S - Carbon Steel
- T - Titanium
- Fxx - Double Wall

Nominal Heat Exchange Rating

In Thousands of BTU's

Assembly Options

- LH - Wrap Direction
- RH - Wrap Direction

Assembly Options

- WB - With Bracket(s)
- VC - Vector Compact
- VM - Vertical Manifold
- HM - Horizontal Manifold

Assembly Options

- TJ - Tight Jacket
- WP - Wide Pitch
- IN - Insulated

Assembly Options

- XS - Num. of Flutes
- WLD - Welded
- LP - Liquid Propane

Assembly Options

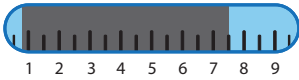
- ES - Enhanced Surface
- FM - For Manifold

Product Family

Slim



Capacity Range

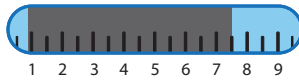


Nominal: 3/4 - 7 1/2 Tons

Spiral



Capacity Range

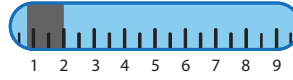


Nominal: 3/4 - 7 1/2 Tons

Helical



Capacity Range

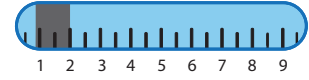


Nominal: 1/2 - 2 Tons

Trombone



Capacity Range



Nominal: 3/4 - 2 Tons

Applications:



Water Source Heat Pumps



Geothermal Heat Pumps



Vertical Stacks



HVAC



Water Source Heat Pumps



Geothermal Heat Pumps



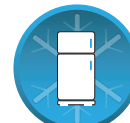
Vertical Stacks



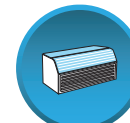
HVAC



Ice Machines



Refrigeration



Consoles



Water Source Heat Pumps

Benefits:

- Compact Designs
- Freeze / Foul Resistant
- Available with Copper & Cupronickel Inner tube
- Optimized thermal performance
- C-UL Approve
- Standard sizes for 3/4 - 7 1/2 tons
- Optional mounting brackets

- Standard sizes for 3/4 - 7 1/2 tons systems
- Available with Copper & Cupronickel Inner tube
- Increased thermal performance
- C-UL Approved
- Optional Mounting Bracket

- Standard sizes for 1/2 - 7 ton systems
- Superior anti - fouling designs
- Exact replacements for most Ice Machines
- Low Profile
- C-UL Approved
- Available with Copper & Cupro - Nickel Inner Tube.

- Standard sizes for 3/4 - 2 ton systems
- Available with Copper & Cupronickel Inner tube
- C-UL Approved
- Includes Mounting Bracket for easy mounting
- Perfect shape for WSHP Console units

Standard Construction Type:

Jacket Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

Jacket Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

Jacket Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

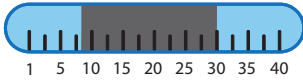
Jacket Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

Product Family

Manifolded

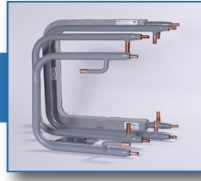


Capacity Range

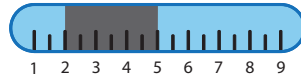


Nominal: 8 - 30 Tons

Desuperheaters



Capacity Range

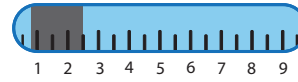


Nominal: 2 - 5 Tons

Marine



Capacity Range

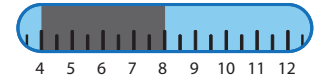


Nominal: 1/2 - 2 1/2 Tons

Pool & Spa



Capacity Range



Nominal: 4 - 8 Tons

Applications:



Benefits:

- Standard sizes for 8 - 30 Ton Systems
- Optional water & refrigerant port headers
- Available with Copper & Cupronickel Inner tube
- Optional Mounting Brackets
- C-UL Approved

- Standard sizes for 2 - 5 Ton Systems
- Vented Double Wall
- C-UL Approved
- Optional Mounting Brackets
- Available with Copper & Cupro - Nickel Inner Tube

- Standard sizes for 1/2 - 2 1/2 Ton Systems
- C-UL Approved
- Compact Designs
- Optimal Performance
- Cupro-nickel Inner tube for added protection against corrosion & erosion.

- Standard sizes for 4 - 8 Ton Systems
- Innovative Enhancement of Titanium Tubes
- Erosion & Corrosion Resistance
- C-UL Approved
- Available in multiple configurations
- Long lasting PVC Jacket

Standard Construction Type:

Jacket Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

Jacket Tube - Carbon Steel
Outer Tube - Carbon Steel
Inner Tube - Copper

Jacket Tube - Copper
Inner Tube - Cupronickel

Jacket - PVC
Inner Tube - Titanium

Performance Data

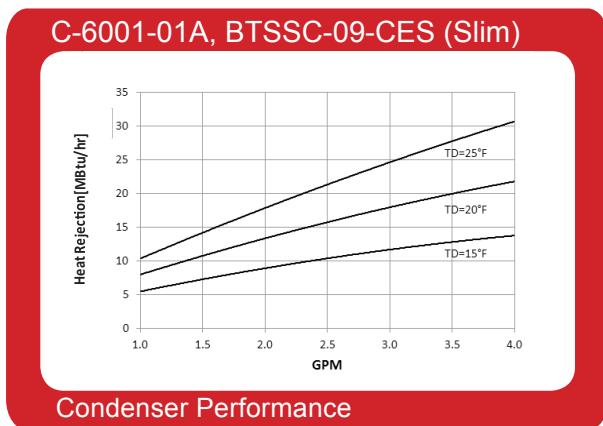
Coil performance charts are based on refrigerant R-410A and water. Condenser performance charts are plotted based on 86°F entering water temperature; refrigerant entering temperature 180°F and 10°F subcooling. Evaporator performance charts are based on 100°F at TXV inlet and 10°F superheat. Please contact Turbotec with other operating conditions and different working fluid.

CONDENSER PERFORMANCE

Calculate temperature difference (TD) between condensing temperature (Tsat) and entering water temperature (EWT), $TD = T_{sat} - EWT$. Read condenser performance chart for a given coil to determine heat of rejection at a specific water flow rate (GPM) and desired temperature difference (TD).

EVAPORATOR PERFORMANCE

Calculate temperature difference (TD) between evaporating temperature (Tsat) and entering water temperature (EWT), $TD = EWT - T_{sat}$. Read evaporator performance chart for a given coil to determine heat of absorption at a specific water flow rate (GPM) and desired temperature difference (TD).

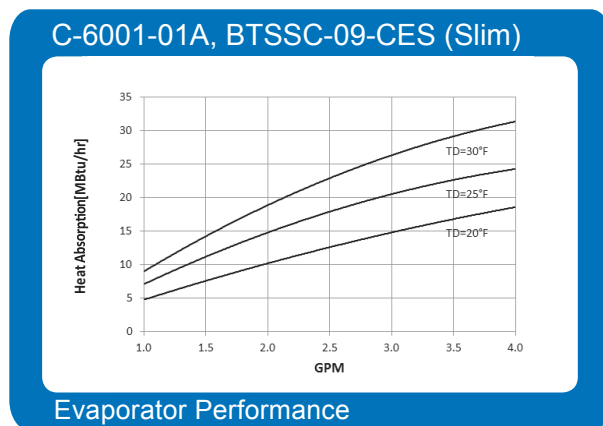


EXAMPLE:

Determine Performance of C-6001-01A at the following conditions.

CONDENSER	EVAPORATOR
Entering water Temp = 86°F	Entering Water Temp = 68°F
Condensing Temp = 106°F	Evaporating Temp = 48°F
Water Flow Rate = 2.3 GPM	Water Flow Rate = 2.3 GPM

1. Condenser mode: $TD = T_{sat} - EWT = 106 - 86 = 20^\circ\text{F}$, water flow rate = 2.3 GPM, heat of rejection is 15,000 Btu/hr
2. Evaporator mode: $TD = EWT - T_{sat} = 68 - 48 = 20^\circ\text{F}$, water flow rate = 2.3 GPM, heat of absorption is 11,000 Btu/hr
3. Water pressure drop: will be 4.3 psid at 2.3 GPM.



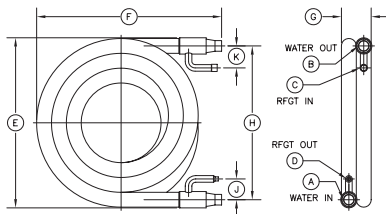
C-6001-01A	GPM	1.0	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8
	PSID	1.0	2.0	2.8	3.4	4.3	4.9	6.0



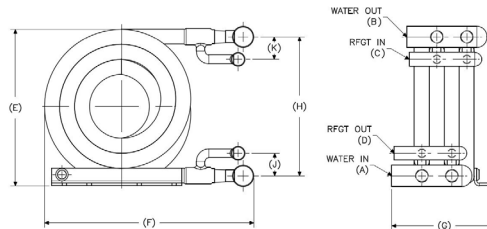
Standard Dimensions:

Part Number:	Nom. Size	WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
		Inlet (ID) In/mm	Outlet (ID) In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-6001-01A	9K	.508/12.90	.508/12.90	.375 / 9.53	.375 / 9.53	7.69/195.30	11.00/279.40	2.25/57.15	6.81/173.00	2.00/50.80	2.000/50.80
C-6002-01A	12K	.508/12.90	.508/12.90	.500/12.70	.500/12.70	9.31/236.40	12.75/323.80	2.25/57.15	8.31/211.10	1.63/41.40	1.63/41.40
C-6003-01A	15K	.508/12.90	.508/12.90	.500/12.70	.500/12.70	11.00/279.40	14.13/358.90	2.25/57.15	10.00/254.00	1.63/41.40	1.63/41.40
C-6004-01A	18K	.633/16.08	.633/16.08	.633/16.08	.500/12.70	11.00/279.40	14.13/358.90	2.25/57.15	10.00/254.00	1.63/41.40	2.13/54.10
C-6005-01A	24K	.883/22.43	.883/22.43	.633/16.08	.633/16.08	12.00/304.80	15.25/387.35	3.00/76.20	10.75/273.10	2.25/57.15	2.25/57.15
C-6006-01A	30K	.883/22.43	.883/22.43	.633/16.08	.633/16.08	12.50/317.50	15.25/381.35	3.00/76.20	11.19/284.23	2.25/57.15	2.25/57.15
C-6007-01A	36K	.883/22.43	.883/22.43	.633/16.08	.633/16.08	13.44/341.20	16.00/406.40	3.00/76.20	12.06/306.32	2.25/57.15	2.25/57.15
C-6008-01A	42K	.883/22.43	.883/22.43	.750/19.05	.750/19.05	15.19/385.80	17.25/438.20	3.38/85.70	13.69/347.72	2.25/57.15	2.25/57.15
C-6009-01A	48K	1.133/28.78	1.133/28.78	.875/22.23	.875/22.23	15.38/390.50	19.00/482.60	3.38/85.70	13.88/352.40	2.25/57.15	2.25/57.15
C-6010-01A	60K	1.133/28.78	1.133/28.78	.875/22.23	.875/22.23	16.25/412.75	20.13/511.30	3.38/85.70	14.63/371.50	2.38/60.33	2.38/60.33
C-6011-01A	72K	1.133/28.78	1.133/28.78	.875/22.23	.875/22.23	16.88/428.60	20.75/527.10	4.00/101.60	15.13/384.28	2.38/60.33	2.38/60.33
C-6012-01A	90K	1.133/28.78	1.133/28.78	.875/22.23	.875/22.23	21.00/533.40	25.00/635.00	4.25/108.00	19.25/489.00	2.38/60.33	2.38/60.33

Slim



Manifolded



Standard Dimensions:

Part Number:	Nom. Size	WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
		Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-6013-01A	8	2.125/53.98	2.125/53.98	1.375/34.93	1.375/34.93	15.375/390.53	20.935/531.75	-	13.875/352.43	2.250/57.15	-
C-6014-01A	10	2.125/53.98	2.125/53.98	1.375/34.93	1.375/34.93	16.250/412.75	22.056/560.22	-	14.625/371.48	2.375/60.34	-
C-6015-01A	12	2.125/53.98	2.125/53.98	1.375/34.93	1.375/34.93	16.750/425.45	22.675/576.95	-	15.125/384.18	2.375/60.34	-
C-6016-01A	15	2.125/53.98	2.125/53.98	1.375/34.93	1.375/34.93	-	-	-	-	-	-
C-6017-01A	20	2.625/66.68	2.625/66.68	1.625/41.28	1.625/41.28	16.250/ 412.75	22.310/566.67	-	14.625/371.48	2.375/60.34	-
C-6018-01A	25	2.625/66.68	2.625/66.68	1.625/41.28	1.625/41.28	16.750/ 425.45	22.935/582.55	-	15.125/384.18	2.375/60.34	-
C-6019-01A	30	2.625/66.68	2.625/66.68	1.625/41.28	1.625/41.28	-	-	-	-	-	-

Notes:

1. Optional Cupro-nickel inner tube available (-02A)
2. Optional mounting brackets available

Construction Data:

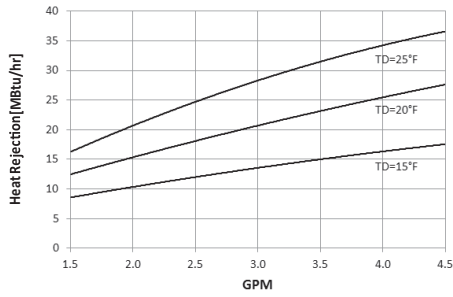
		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size	<i>Pounds/kg</i>	<i>in³</i>	<i>cm³</i>	<i>in³</i>	<i>cm³</i>	<i>psig</i>	<i>kpa</i>	<i>psig</i>	<i>kpa</i>
C-6001-01A	9K	5.9 / 2.68	15.20	249.08	13.86	227.12	600	4136	500	3447
C-6002-01A	12K	8.5 / 3.86	22.20	363.79	22.20	363.80	600	4136	500	3447
C-6003-01A	15K	8.3 / 3.76	27.70	453.92	30.50	499.81	600	4136	500	3447
C-6004-01A	18K	8.7 / 3.95	29.10	476.86	29.30	480.14	600	4136	500	3447
C-6005-01A	24K	15.4 / 6.99	52.70	863.60	48.50	794.77	600	4136	500	3447
C-6006-01A	30K	16.6 / 7.53	61.10	1001.25	55.40	907.86	600	4136	500	3447
C-6007-01A	36K	17.8 / 8.07	71.20	1166.76	70.70	1158.57	600	4136	500	3447
C-6008-01A	42K	24.2 / 10.98	97.00	1589.55	103.90	1702.61	600	4136	500	3447
C-6009-01A	48K	29.4 / 13.34	122.00	1999.22	152.44	2498.04	600	4136	500	3447
C-6010-01A	60K	38.5 / 17.46	152.40	2497.39	170.50	2794.00	600	4136	500	3447
C-6011-01A	72K	43.6 / 19.77	127.50	2089.36	205.10	3361.00	600	4136	500	3447
C-6012-01A	90K	65.6 / 29.75	262.41	4267.35	320.83	5257.46	600	4136	500	3447

Construction Data:

		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size	<i>Pounds/kg</i>	<i>in³</i>	<i>cm³</i>	<i>in³</i>	<i>cm³</i>	<i>psig</i>	<i>kpa</i>	<i>psig</i>	<i>kpa</i>
C-6013-01A	8	58.80 / 26.68	144.50	3998.44	304.88	4996.08	600	4136	500	3447
C-6014-01A	10	77.00 / 34.92	304.80	4994.78	341.00	5588.00	600	4136	500	3447
C-6015-01A	12	87.20 / 39.54	255.00	4178.72	410.20	6722.00	600	4136	500	3447
C-6016-01A	15	131.20 / 59.50	524.82	8534.70	641.66	10514.92	600	4136	500	3447
C-6017-01A	20	196.80 / 89.25	787.23	12802.0	962.49	15772.38	600	4136	500	3447
C-6018-01A	25	174.40 / 79.08	510.00	8357.44	820.40	4996.08	600	4136	500	3447
C-6019-01A	30	154.00 / 119.00	127.50	17069.40	1283.32	21029.84	600	4136	500	3447

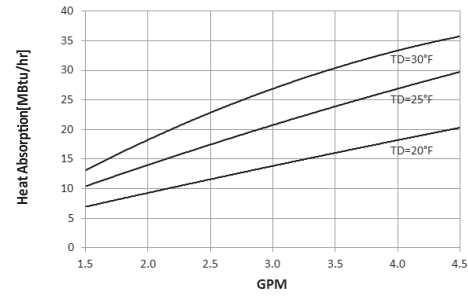
Performance Data

C-6002-01A, BTSSC-12-CES (Slim)



Condenser Performance

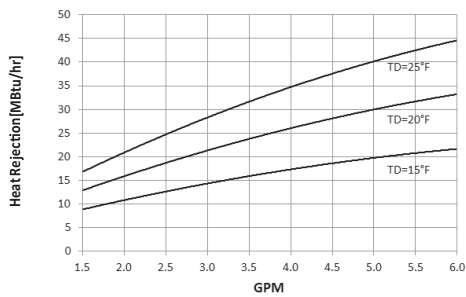
C-6002-01A, BTSSC-12-CES (Slim)



Evaporator Performance

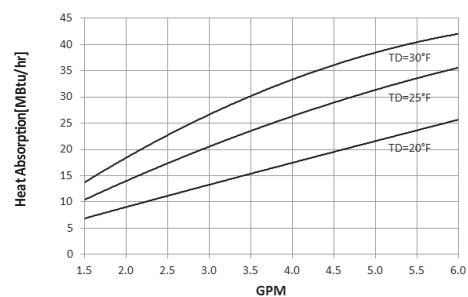
C-6002-01A	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	1.2	1.9	2.8	3.8	4.9	6.2	7.5

C-6003-01A, BTSSC-15-CES (Slim)



Condenser Performance

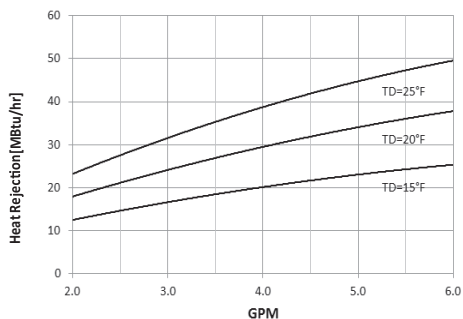
C-6003-01A, BTSSC-15-CES (Slim)



Evaporator Performance

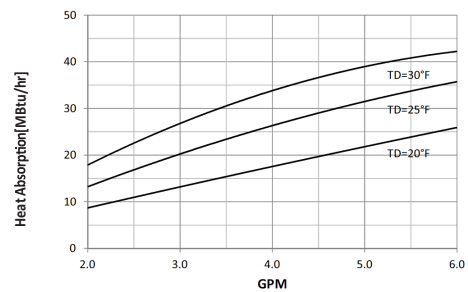
C-6003-01A	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	0.7	1.2	1.7	2.4	3.1	3.8	4.7

C-6004-01A, BTSSC-18-CES (Slim)



Condenser Performance

C-6004-01A, BTSSC-18-CES (Slim)

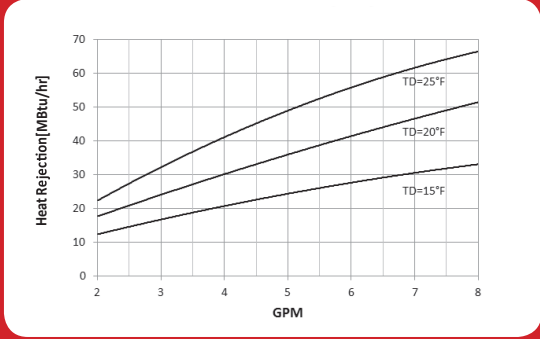


Evaporator Performance

C-6004-01A	GPM	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	6.0
	PSID	1.3	1.8	2.4	3.2	4.0	5.0	8.5

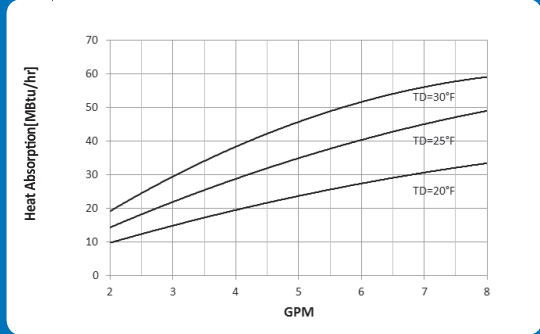
Performance Data

C-6005-01A, BTSSC-24-CES (SLim)



Condenser Performance

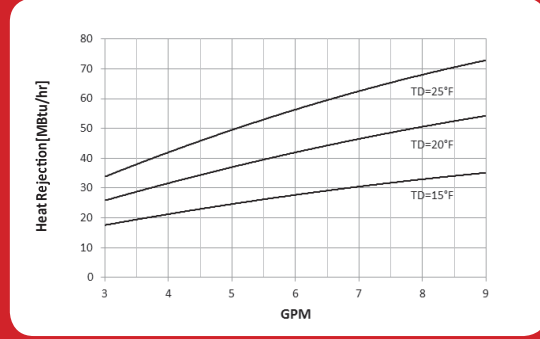
C-6005-01A, BTSSC-24-CES (Slim)



Evaporator Performance

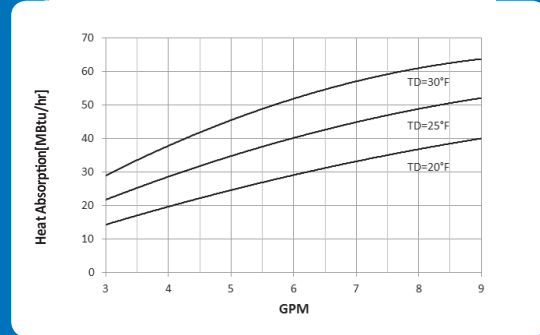
C-6005-01A	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.6	1.2	2.1	3.1	4.4	5.8	7.4

C-6006-01A, BTSSC-30-CES (Slim)



Condenser Performance

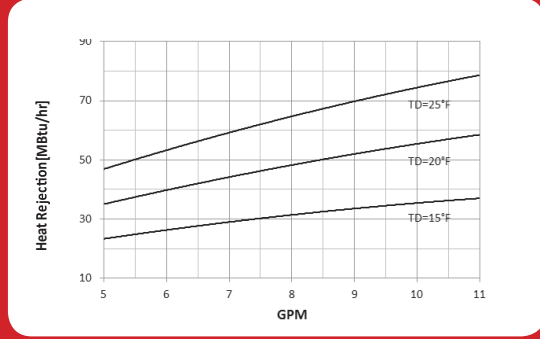
C-6006-01A, BTSSC-30-CES (Slim)



Evaporator Performance

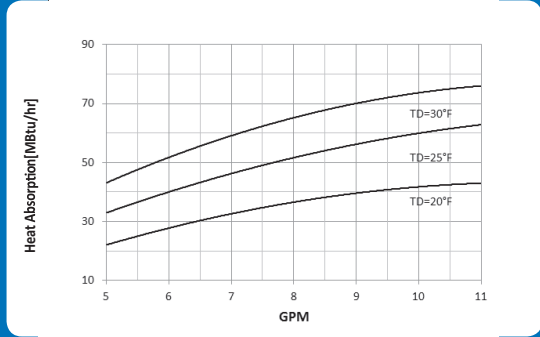
C-6006-01A	GPM	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
	PSID	0.8	1.4	2.1	3.0	4.0	5.1	6.3

C-6007-01A, BTSSC-36-CES (Slim)



Condenser Performance

C-6007-01A, BTSSC-36-CES (Slim)

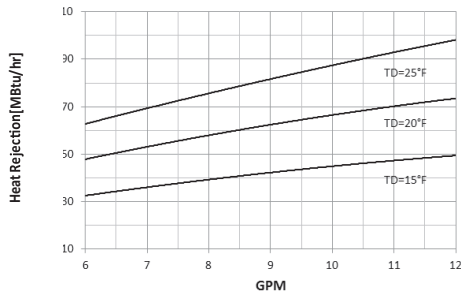


Evaporator Performance

C-6007-01A	GPM	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
	PSID	1.4	2.0	2.6	3.2	4.0	4.8	5.7

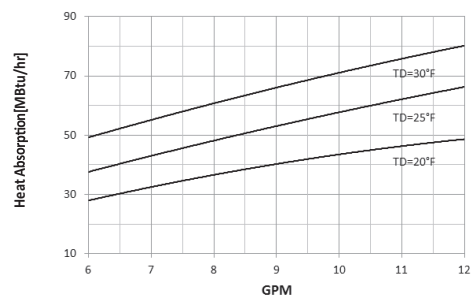
Performance Data

C-6008-01A, BTSSC-42-CES (Slim)



Condenser Performance

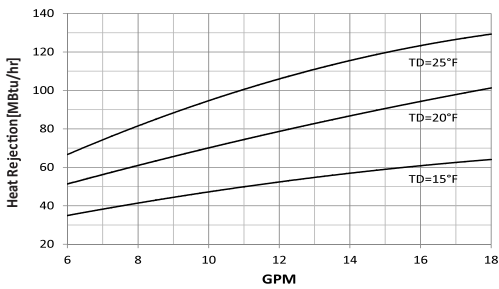
C-6008-01A, BTSSC-42-CES (Slim)



Evaporator Performance

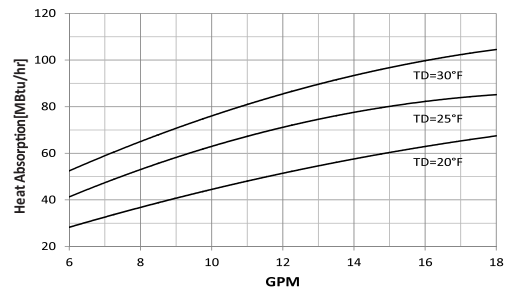
C-6008-01A	GPM	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
	PSID	2.3	2.8	3.4	4.2	5.0	5.9	7.0

C-6009-01A, BTSSC-48-CES (Slim)



Condenser Performance

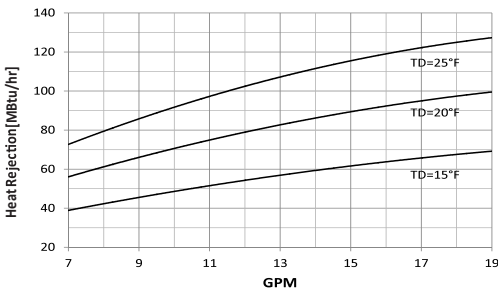
C-6009-01A, BTSSC-48-CES (Slim)



Evaporator Performance

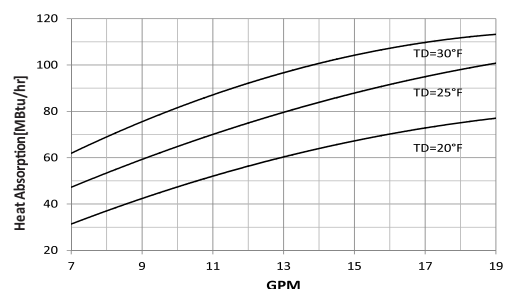
C-6009-01A	GPM	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0
	PSID	1.3	2.0	2.7	3.6	4.6	5.7	6.8

C-6010-01A, BTSSC-60-CES (Slim)



Condenser Performance

C-6010-01A, BTSSC-60-CES (Slim)

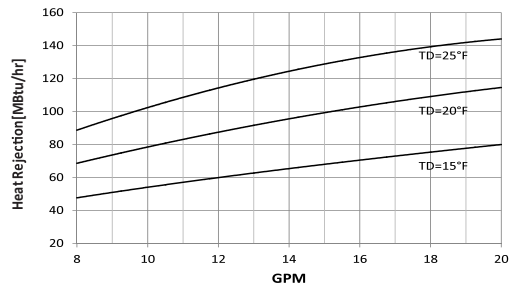


Evaporator Performance

C-6010-01A	GPM	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5
	PSID	1.2	1.7	2.3	3.0	3.7	4.6	5.5

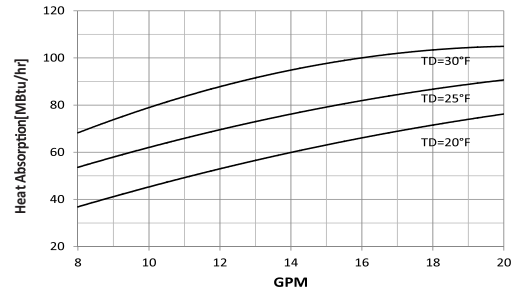
Performance Data

C-6011-01A, BTSSC-72-CES (Slim)



Condenser Performance

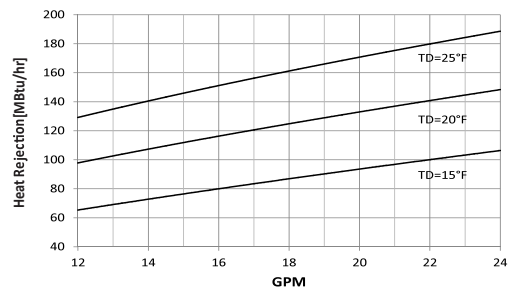
C-6011-01A, BTSSC-72-CES (Slim)



Evaporator Performance

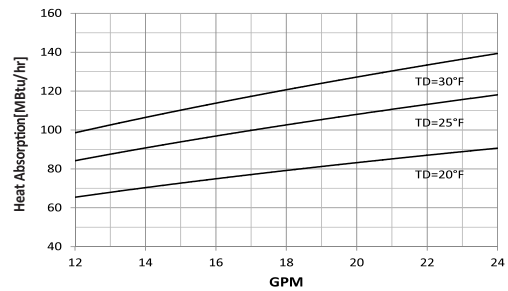
C-6011-01A	GPM	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
	PSID	1.4	2.1	2.9	3.8	4.9	6.1	7.4

C-6012-01A, BTSSC-90-CES (Slim)



Condenser Performance

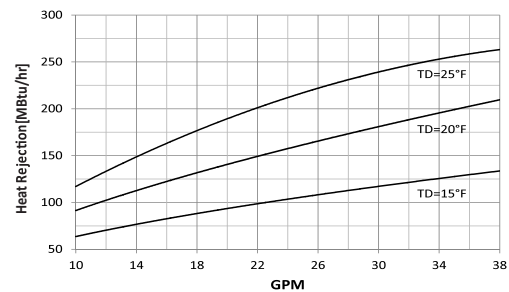
C-6012-01A, BTSSC-90-CES (Slim)



Evaporator Performance

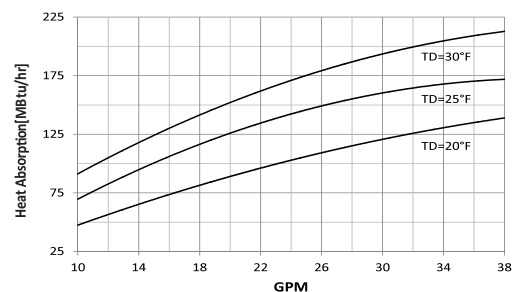
C-6012-01A	GPM	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	22.5	24.0
	PSID	2.6	3.3	4.1	5.0	5.9	6.2	6.9

C-6013-01A, BTSSC-96-CES (Slim)



Condenser Performance

C-6013-01A, BTSSC-96-CES (Slim)

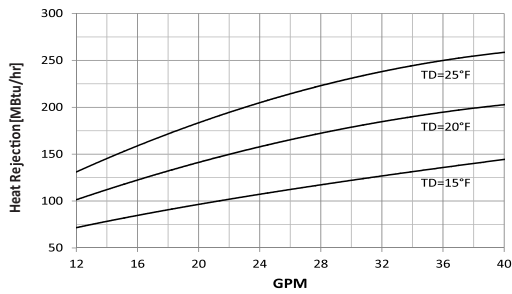


Evaporator Performance

C-6013-01A	GPM	10.0	14.0	18.0	22.0	26.0	30.0	34.0
	PSID	2.0	2.8	3.7	4.9	6.3	7.8	9.6

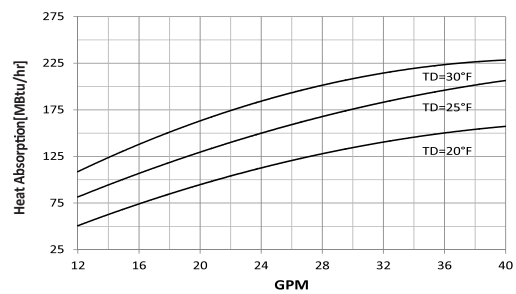
Performance Data

C-6014-01A, BTSSC-120-CES (Slim)



Condenser Performance

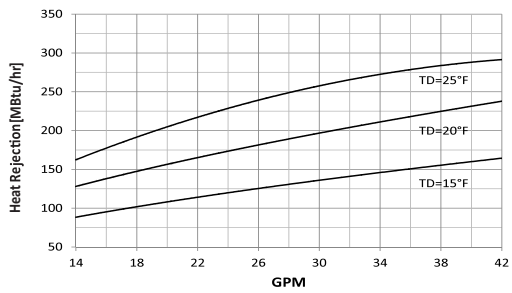
C-6014-01A, BTSSC-120-CES (Slim)



Evaporator Performance

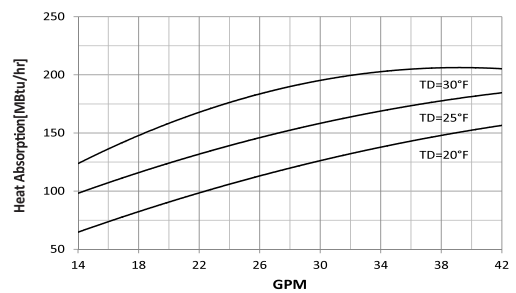
C-6014-01A	GPM	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0
	PSID	1.8	2.4	3.1	4.0	5.0	6.2	7.5

C-6015-01A, BTSSC-144-CES (Slim)



Condenser Performance

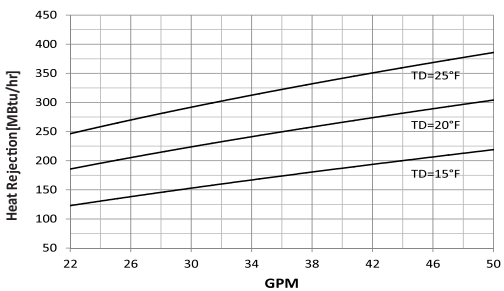
C-6015-01A, BTSSC-144-CES (Slim)



Evaporator Performance

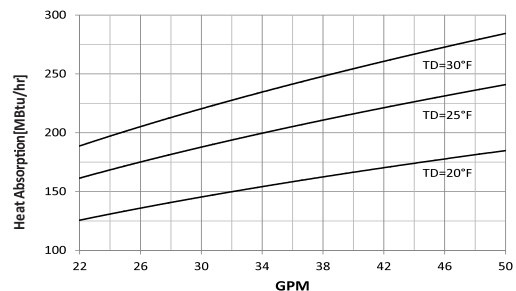
C-6015-01A	GPM	14.0	18.0	22.0	26.0	30.0	34.0	38.0
	PSID	2.1	2.7	3.5	4.4	5.4	6.5	7.7

C-6016-01A, BTSSC-180-CES (Slim)



Condenser Performance

C-6016-01A, BTSSC-180-CES (Slim)

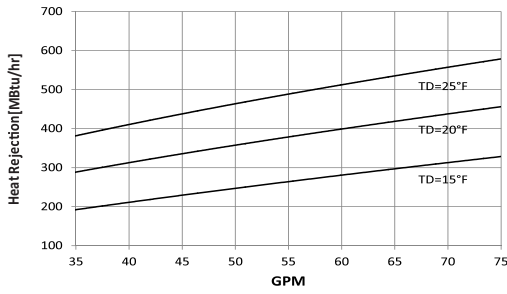


Evaporator Performance

C-6016-01A	GPM	22.0	26.0	30.0	34.0	38.0	42.0	46.0
	PSID	2.7	3.3	3.9	4.7	5.5	6.4	7.4

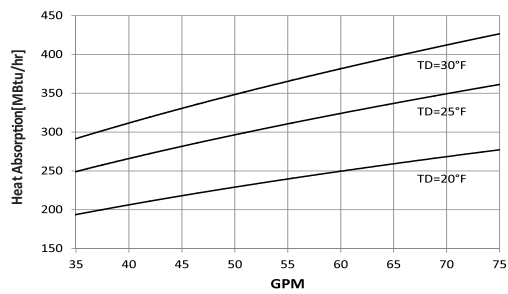
Performance Data

C-6017-01A, BTSSC-240-CES (Slim)



Condenser Performance

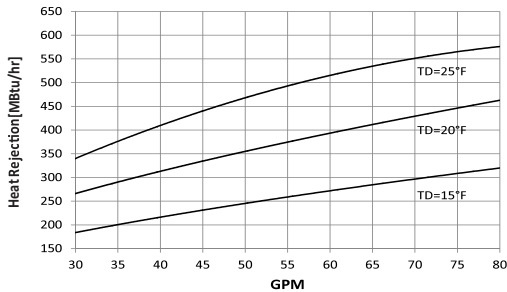
C-6017-01A, BTSSC-240-CES (Slim)



Evaporator Performance

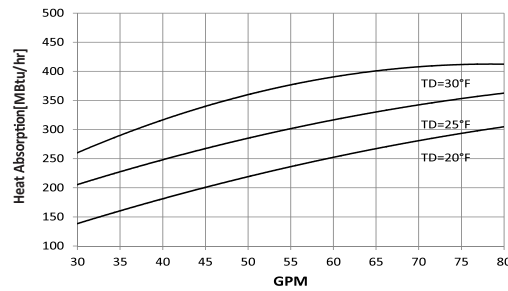
C-6017-01A	GPM	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0
	PSID	3.4	3.9	4.6	5.2	6.0	6.7	7.6

C-6018-01A, BTSSC-300-CES (Slim)



Condenser Performance

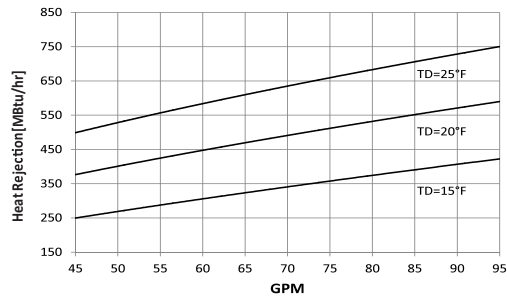
C-6018-01A, BTSSC-300-CES (Slim)



Evaporator Performance

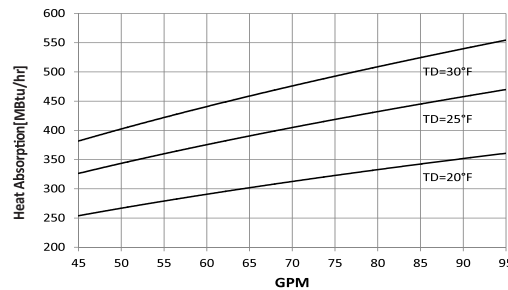
C-6018-01A	GPM	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0
	PSID	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.6

C-6019-01A, BTSSC-360-CES (Slim)



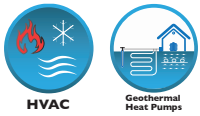
Condenser Performance

C-6019-01A, BTSSC-360-CES (Slim)



Evaporator Performance

C-6019-01A	GPM	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0
	PSID	4.9	5.4	5.9	6.4	7.0	7.5	8.2

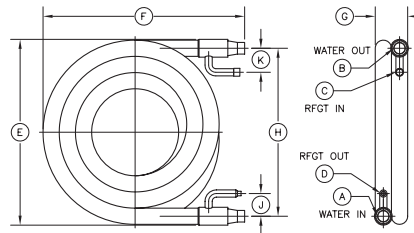


Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet (ID) In/mm	Outlet (ID) In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5956-01	9K	.500/12.70 ID	.500/12.70 ID	.383/9.73 OD	.383/9.73 OD	9.00/228.60	11.38/289.05	2.25/57.15	8.00/203.20	1.44/36.58	1.44/36.58
C-5981-01	12K	.633/16.07 ID	.633/16.07 ID	.383/9.73 OD	.383/9.73 OD	10.50/215.90	13.38/339.85	2.25/57.15	9.50/241.30	1.44/36.58	1.44/36.58
C-5954-01	19K	.633/16.07 ID	.633/16.07 ID	.508/12.90 OD	.383/9.73 OD	11.38/289.00	15.00/381.00	2.63/66.80	10.19/258.80	1.50/38.10	1.50/38.10
C-5905-01	24K	.758/19.253 ID	.758/19.253 ID	.633/16.08 OD	.383/9.73 OD	12.88/327.10	15.13/384.30	3.25/82.55	11.57/293.80	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5958-01	30K	.758/19.253 ID	.758/19.253 ID	.508/12.90 OD	.383/9.73 OD	14.75/374.60	15.00/381.00	3.00/76.20	13.44/341.30	2.41/61.21	2.41/61.21
C-5897-01	36K	.883/22.43 ID	.883/22.43 ID	.758/19.25 OD	.383/9.73 OD	16.00/406.40	17.00/431.80	3.38/85.85	14.50/368.30	1.75/44.45	2.50/63.50
C-5900-01	42K	.883/22.43 ID	.883/22.43 ID	.758/19.25 OD	.383/9.73 OD	18.50/469.90	17.00/431.80	3.38/82.85	15.63/397.00	1.75/44.45	2.50/63.50
C-5909-01	48K	1.133/28.78 ID	1.133/28.78 ID	.758/19.25 OD	.383/9.73 OD	18.50/469.90	20.00/508.00	3.88/98.55	17.00/431.80	2.38/60.45	2.50/63.50
C-5911-01	60K	1.133/28.78 ID	1.133/28.78 ID	.758/19.25 OD	.383/9.73 OD	19.25/488.90	21.00/533.40	4.00/101.60	17.50/444.50	2.38/60.45	2.50/63.50
C-5754-01	72K	1.133/28.78 ID	1.133/28.78 ID	.883/22.43 OD	.508/12.90 OD	20.38/517.60	21.75/552.45	4.38/111.20	18.50/469.90	2.75/69.85	2.50/63.50
C-5871-01	84K	1.133/28.78 ID	1.133/28.78 ID	.883/22.43 OD	.508/12.90 OD	23.50/596.90	24.13/612.90	4.75/120.60	21.25/539.70	2.75/69.85	2.50/63.50

- Notes:
1. Optional Cupro-nickel inner tube available (-02)
 2. Optional mounting brackets available

Slim



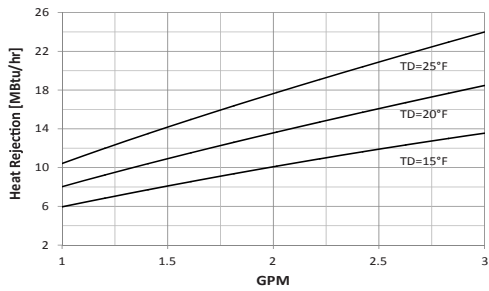
Slim

Construction Data:

		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size	Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5956-01	9K	9.48	29.75	487.52	19.50	319.55	600	4136	500	3447
C-5981-01	12K	8.50	22.20	363.79	22.20	363.79	600	4136	500	3447
C-5954-01	19K	12.25	40.31	660.56	33.17	543.56	600	4136	500	3447
C-5905-01	24K	17.27	52.88	866.55	60.53	991.91	600	4136	500	3447
C-5958-01	30K	21.84	54.80	898.01	48.50	794.80	600	4136	500	3447
C-5897-01	36K	26.00	92.91	1522.52	99.17	1625.1	600	4136	500	3447
C-5900-01	42K	27.90	113.70	1863.21	115.69	1895.8	600	4136	500	3447
C-5909-01	48K	48.00	218.20	3575.66	157.80	2585.8	600	4136	500	3447
C-5911-01	60K	54.90	266.00	4358.96	189.70	3108.6	600	4136	500	3447
C-5754-01	72K	-	-	-	123.30	2020.5	600	4136	500	3447
C-5871-01	84K	25.00	340.36	5577.5	410.58	6727.3	600	4136	500	3447

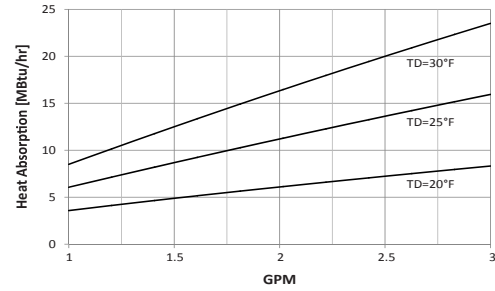
Performance Data

C-5956-01, BTSSC-09-ES (Slim)



Condenser Performance

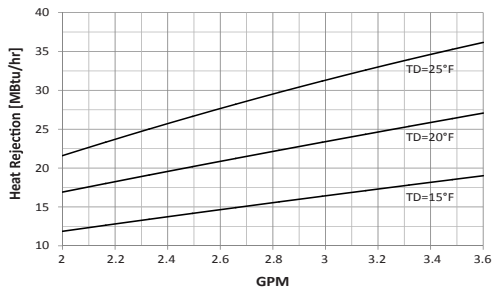
C-5956-01, BTSSC-09-ES (Slim)



Evaporator Performance

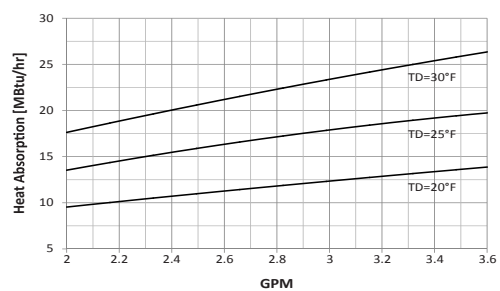
C-5956-01	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.5	1.1	2.0	3.1	4.5	6.1	7.9

C-5981-01, BTSSC-12-ES-TJ (Slim)



Condenser Performance

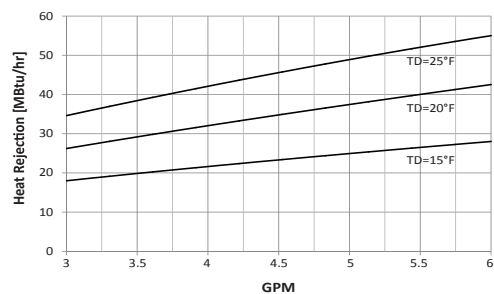
C-5981-01, BTSSC-12-ES-TJ (Slim)



Evaporator Performance

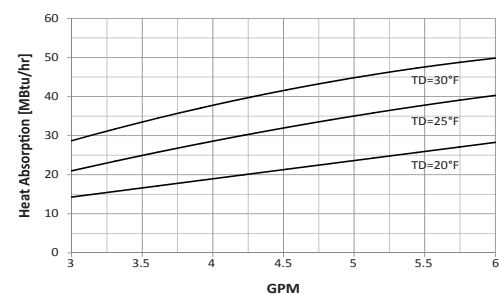
C-5981-01	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.6	1.2	2.1	3.1	4.3	5.7	7.3

C-5954-01, BTSSC-18-ES (Slim)



Condenser Performance

C-5954-01, BTSSC-18-ES (Slim)

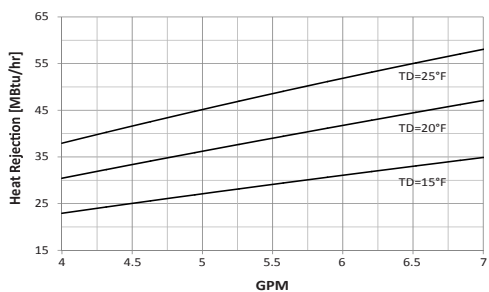


Evaporator Performance

C-5954-01	GPM	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
	PSID	1.4	2.0	2.6	3.4	4.3	5.2	6.2

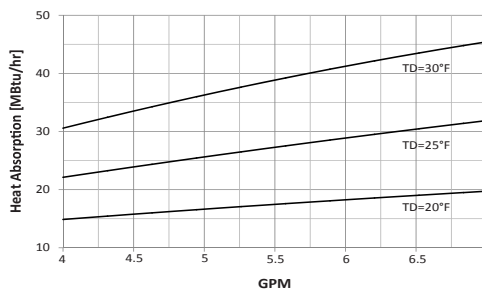
Performance Data

C-5905-01, BTSSC-24-ES (Slim)



Condenser Performance

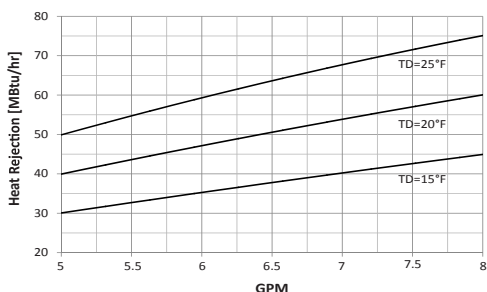
C-5905-01, BTSSC-24-ES (Slim)



Evaporator Performance

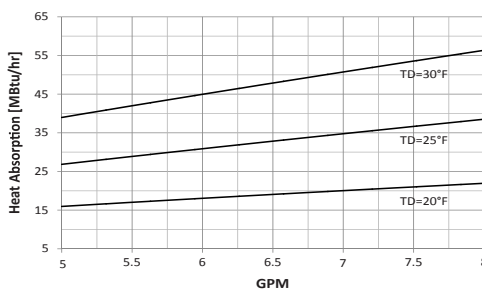
C-5905-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.3	0.8	1.4	2.4	3.6	5.0	6.8

C-5958-01, BTSSC-30-ES-TJ (Slim)



Condenser Performance

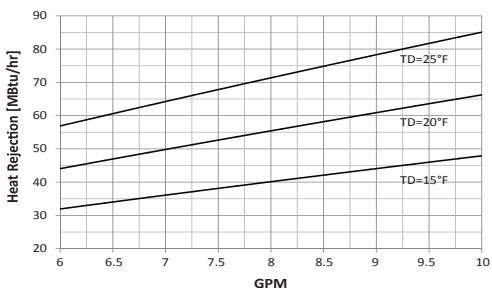
C-5958-01, BTSSC-30-ES-TJ (Slim)



Evaporator Performance

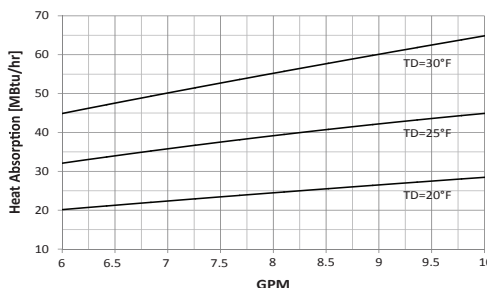
C-5958-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.8	1.6	2.6	3.9	5.5	7.2	9.2

C-5897-01, BTSSC-24-ES-TJ (Slim)



Condenser Performance

C-5897-01, BTSSC-36-ES-TJ (Slim)

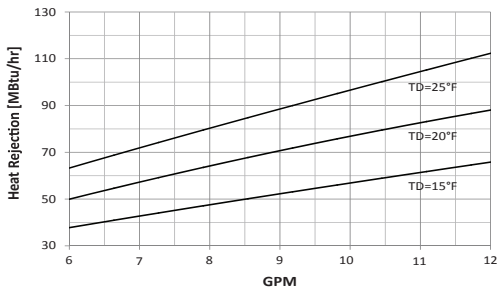


Evaporator Performance

C-5897-01	GPM	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
	PSID	1.1	1.6	2.1	2.7	3.3	4.1	4.8

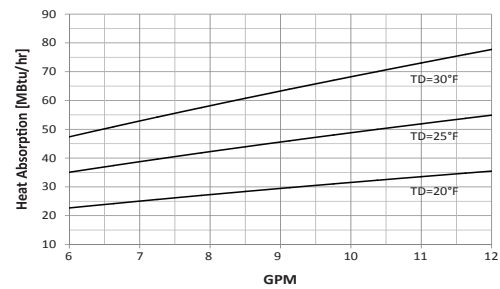
Performance Data

C-5900-01, BTSSC-42-ES-TJ (Slim)



Condenser Performance

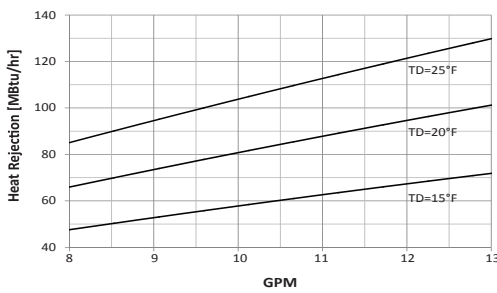
C-5900-01, BTSSC-42-ES-TJ (Slim)



Evaporator Performance

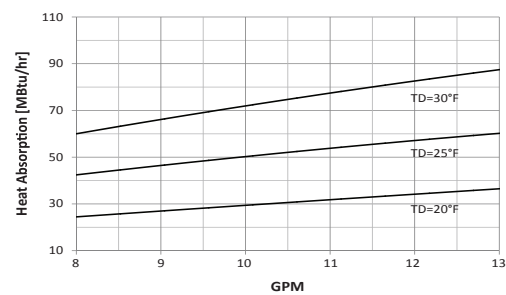
C-5900-01	GPM	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
	PSID	2.1	2.8	3.6	4.5	5.5	6.6	7.8

C-5909-01, BTSSC-48-5S-ES (Slim)



Condenser Performance

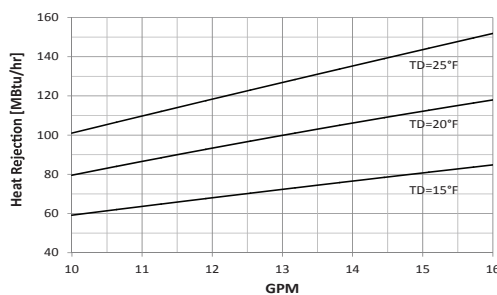
C-5909-01, BTSSC-48-5S-ES (Slim)



Evaporator Performance

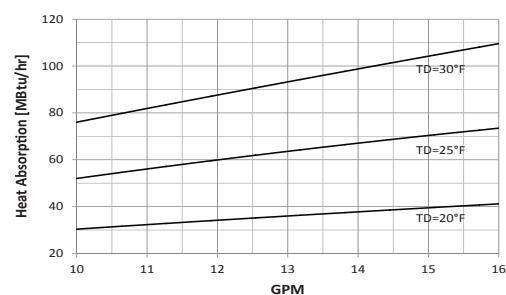
C-5909-01	GPM	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
	PSID	2.0	2.5	3.1	3.8	4.5	5.2	6.1

C-5911-01, BTSSC-60-6S-ES (Slim)



Condenser Performance

C-5911-01, BTSSC-60-6S-ES (Slim)

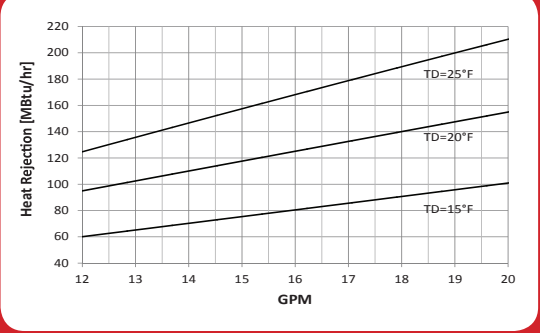


Evaporator Performance

C-5911-01	GPM	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
	PSID	2.9	3.4	3.9	4.4	5.0	5.7	6.3

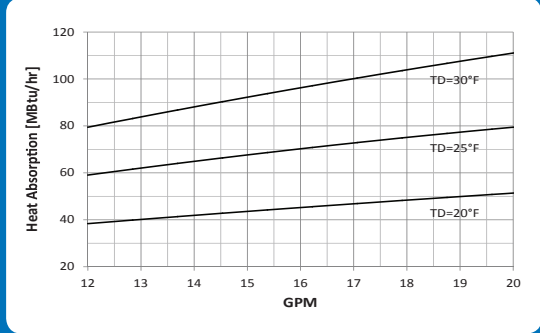
Performance Data

C-5754-01, BTSSC-72-6S-ES (Slim)



Condenser Performance

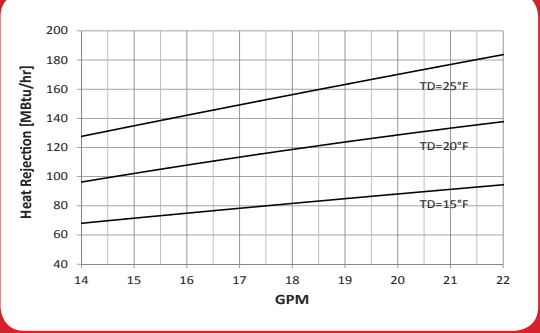
C-5754-01, BTSSC-72-6S-ES (Slim)



Evaporator Performance

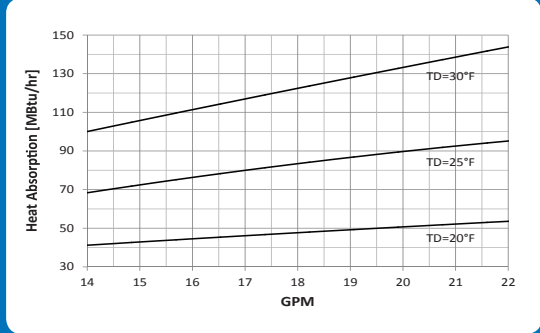
C-5754-01	GPM	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0
	PSID	1.7	2.4	3.1	3.9	4.7	5.7	6.7

C-5871-01, BTSSC-84-5S-ES (Slim)



Condenser Performance

C-5871-01, BTSSC-84-5S-ES (Slim)



Evaporator Performance

C-5871-01	GPM	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0
	PSID	2.0	2.7	3.4	4.2	5.1	6.0	6.9



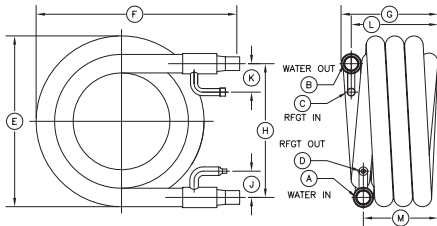
Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:				
		A	B	C	D	E	F	G	H	J
Part Number:	Nom. Size	Inlet (ID/OD) In/mm	Outlet (ID/OD) In/mm	Inlet (ID/OD) In/mm	Outlet (ID/OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm
C-5601-01	9K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.508/12.90 ID	.383/9.73 ID	9.00/228.60	11.38/289.05	3.63/92.20	7.00/177.80	2.13/54.10
C-5600-01	12K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.508/12.90 ID	.383/9.73 ID	10.75/273.50	13.00/330.20	3.50/88.90	8.75/222.20	2.25/57.15
C-5232-01	18K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.508/12.90 ID	.383/9.73 ID	9.38/238.20	11.25/285.75	4.50/114.30	7.38/187.45	2.25/57.15
C-5977-01	24K	.758/19.25 ID	.758/19.25 ID	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	13.13/333.50	14.50/368.30	4.25/107.90	10.50/266.70	2.06/52.32
C-5978-01	30K	.758/19.25 ID	.758/19.25 ID	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	12.81/325.30	15.38/390.60	4.38/111.20	10.25/260.30	2.38/60.45
C-5984-01	36K	.883/22.43 ID	.883/22.43 ID	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	14.00/355.60	15.75/400.00	5.19/131.80	10.88/276.30	2.50/63.50
C-5980-01	42K	.833/22.43 ID	.833/22.43 ID	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	14.88/377.90	16.88/428.70	5.06/128.50	12.00/304.80	2.50/63.50
C-5955-01	48K	1.125/28.78 ID	1.125/28.78 ID	.758/19.20 ID	.383/9.73 ID	15.00/381.00	17.50/444.50	8.06/204.70	11.75/298.40	2.38/60.45
C-5924-01	60K	1.125/28.58 OD	1.125/28.58 OD	.875/22.23 OD	.875/22.23 OD	17.25/438.10	18.00/457.20	7.63/193.80	14.00/355.60	2.50/63.50
C-5694-01	72K	1.125/28.78 ID	1.125/28.78 ID	.883/22.43 ID	.508/12.90 ID	16.25/412.70	18.75/476.20	8.38/212.80	12.38/314.40	2.38/60.45
C-5851-01	84K	1.125/28.78 ID	1.125/28.78 ID	.883/22.43 ID	.663/16.80 ID	19.50/495.30	19.50/495.30	9.50/241.30	15.38/390.60	2.63/66.80

Notes:

1. Optional Cupro-nickel inner tube available (-02)
2. Optional mounting brackets available

Spiral



OVERALL DIMENSIONS:

K	L	M
In/mm	In/mm	In/mm
2.13/54.10	3.13/79.50	2.00/50.80
2.25/57.20	3.00/76.20	2.00/50.80
3.50/88.90	4.00/101.60	3.88/98.55
2.06/52.32	3.75/95.25	2.25/57.15
2.38/60.45	3.75/95.25	3.50/88.90
2.50/63.50	4.44/112.78	4.00/101.60
2.50/63.50	4.38/111.25	4.31/109.47
2.63/66.80	7.25/184.15	6.63/168.40
2.50/63.50	6.75/171.45	5.38/136.65
2.63/66.80	7.38/187.45	7.25/184.15
2.63/66.80	8.50/215.90	7.63/193.80

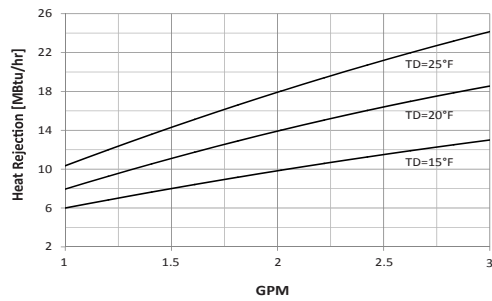
Spiral

Construction Data:

Part Number:	Nom. Size	NET WEIGHT:		SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
		Pounds/kg	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa	
C-5601-01	9K	8.08/3.66	-	-	-	-	600	4136	500	3447	
C-5600-01	12K	9.62/4.36	-	-	-	-	600	4136	500	3447	
C-5232-01	18K	10.74/4.87	40.31	660.56	33.17	543.56	600	4136	500	3447	
C-5977-01	24K	16.43/7.45	52.88	866.55	60.53	991.91	600	4136	500	3447	
C-5978-01	30K	21.53/9.77	-	-	-	-	600	4136	500	3447	
C-5984-01	36K	26.00/11.79	92.91	1522.53	99.17	1625.11	600	4136	500	3447	
C-5980-01	42K	20.00/9.07	113.70	1863.21	115.69	1895.82	600	4136	500	3447	
C-5955-01	48K	47.38/21.49	218.20	3575.67	-	-	600	4136	500	3447	
C-5924-01	60K	56.00/25.40	266.00	4358.90	189.7	3108.63	600	4136	500	3447	
C-5694-01	72K	62.90/28.53	-	-	-	-	600	4136	500	3447	
C-5851-01	84K	72.19/32.74	340.36	5577.51	410.50	6727.90	600	4136	500	3447	

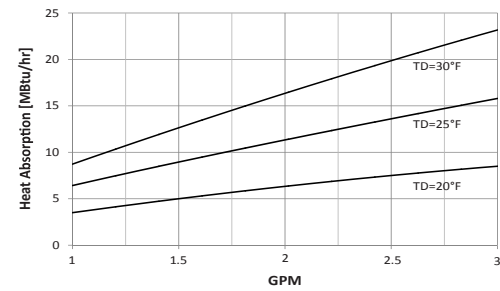
Performance Data

C-5601-01A, BTSSC-09-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

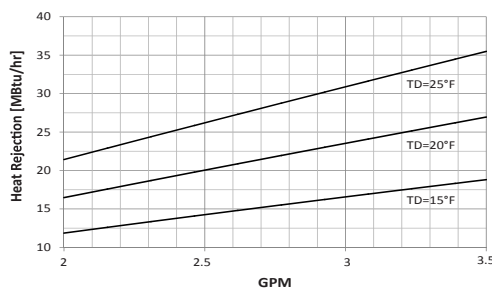
C-5601-01A, BTSSC-09-ES-TJ (Spiral)



Evaporator Performance

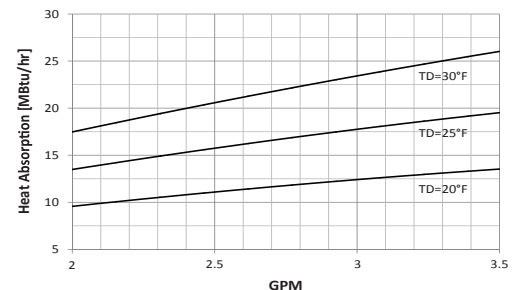
C-5601-01	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.1	0.5	1.1	2.0	3.1	4.5	6.1

C-5600-01A, BTSSC-12-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

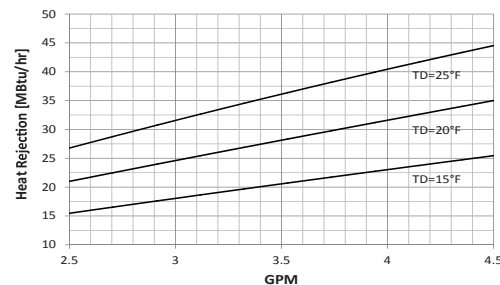
C-5600-01A, BTSSC-12-ES-TJ (Spiral)



Evaporator Performance

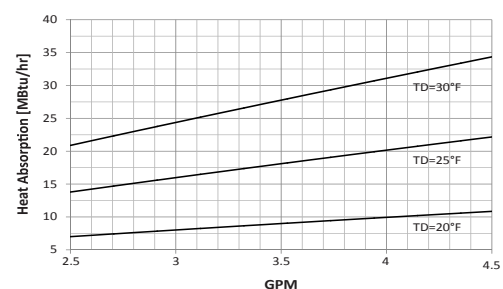
C-5600-01	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.9	1.6	2.5	3.5	4.6	5.8	7.1

C-5232-01, BTSSC-09-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

C-5253-01, BTSSC-18-ES-TJ (Spiral)

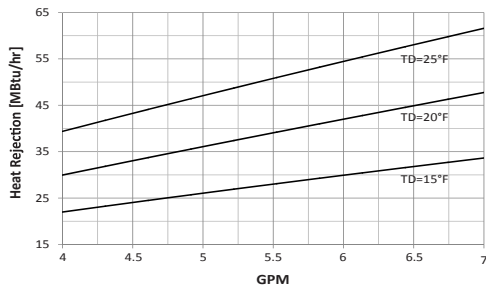


Evaporator Performance

C-5232-01	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	1.8	2.8	4.1	5.4	6.9	8.5	10.3

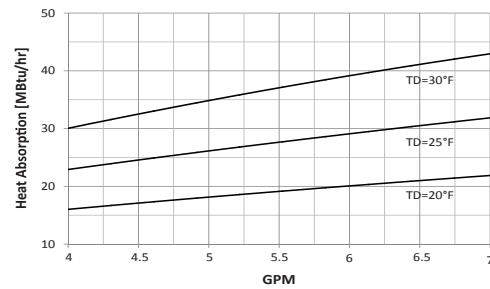
Performance Data

C-5977-01, BTSSC-24-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

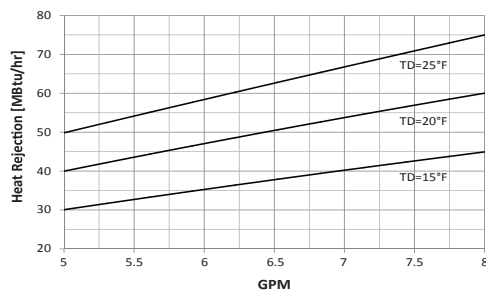
C-5977-01, BTSSC-24-ES-TJ (Spiral)



Evaporator Performance

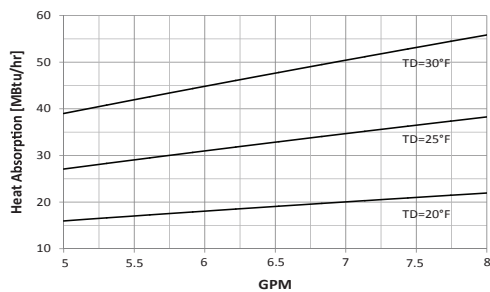
C-5977-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.5	1.0	1.8	2.7	3.9	5.2	6.7

C-5978-01, BTSSC-30-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

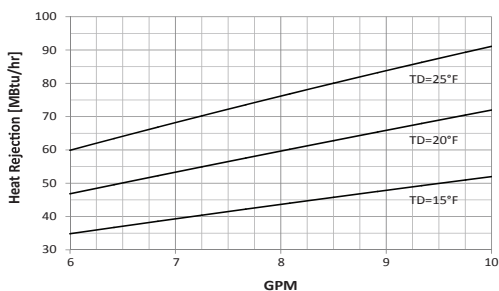
C-5978-01, BTSSC-30-ES-TJ (Spiral)



Evaporator Performance

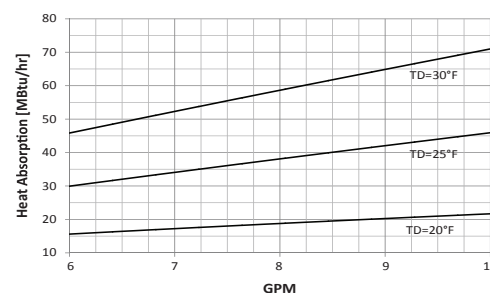
C-5978-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.8	1.6	2.6	3.9	5.5	7.2	9.2

C-5984-01, BTSSC-36-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

C-5984-01, BTSSC-36-ES-TJ (Spiral)

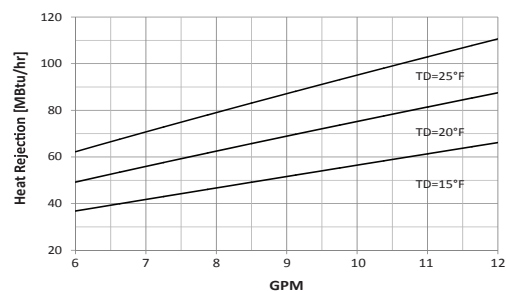


Evaporator Performance

C-5984-01	GPM	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
	PSID	0.8	1.1	1.6	2.2	2.8	3.5	4.3

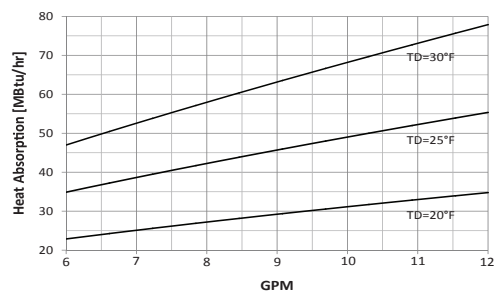
Performance Data

C-5980-01, BTSSC-42-ES-TJ (Spiral)



Condenser Performance

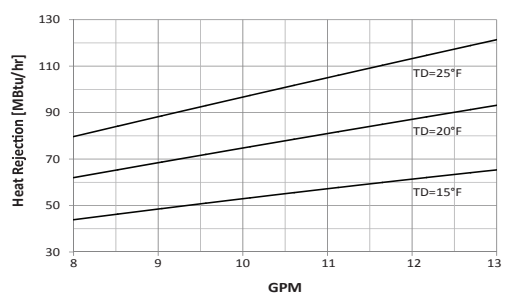
C-5980-01, BTSSC-42-ES-TJ (Spiral)



Evaporator Performance

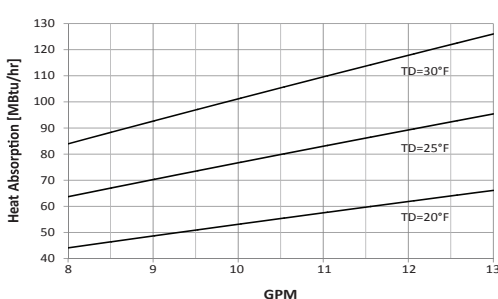
C-5980-01	GPM	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
	PSID	2.5	3.3	4.3	5.3	6.4	7.7	9.1

C-5955-01, BTSSC-48-5S-ES (Spiral)



Condenser Performance

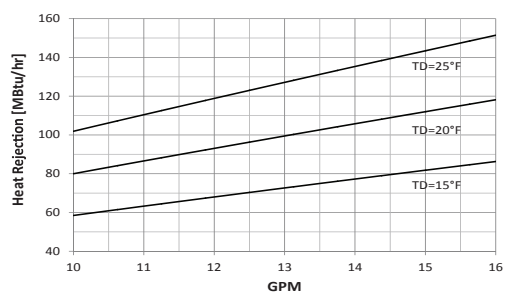
C-5955-01, BTSSC-48-5S-ES (Spiral)



Evaporator Performance

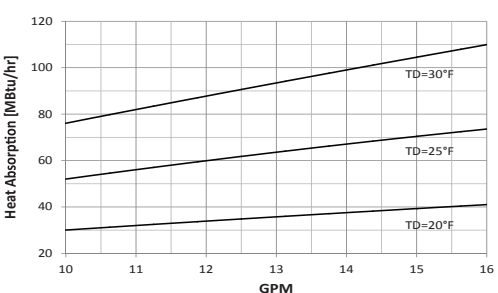
C-5955-01	GPM	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
	PSID	2.2	2.8	3.4	4.1	4.8	5.6	6.4

C-5924-01, BTSSC-60-6S-ES (Spiral)



Condenser Performance

C-5924-01, BTSSC-60-6S-ES (Spiral)

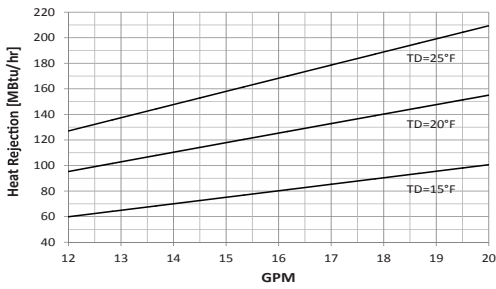


Evaporator Performance

C-5924-01	GPM	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
	PSID	3.2	3.8	4.4	5.0	5.6	6.3	7.0

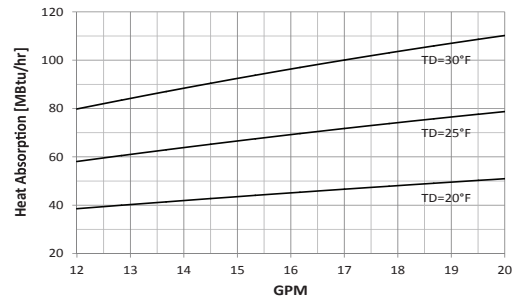
Performance Data

C-5694-01, BTSSC-72-ES-6S (Spiral)



Condenser Performance

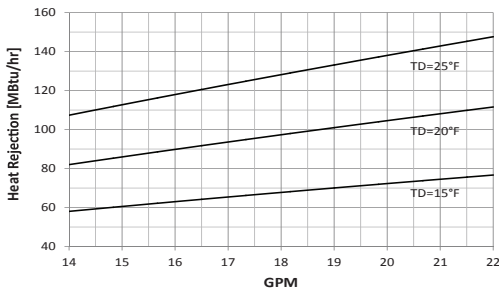
C-5694-01, BTSSC-72-ES-6S (Spiral)



Evaporator Performance

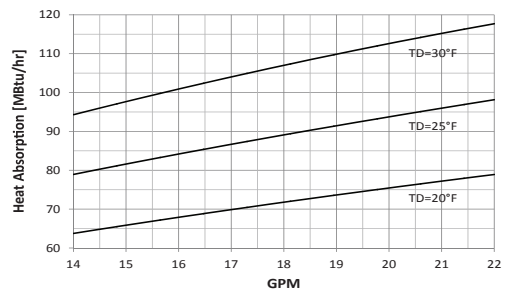
C-5694-01	GPM	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0
	PSID	2.1	2.8	3.7	4.6	5.6	6.7	7.9

C-5851-01, BTSSC-84-5S-ES (Spiral)



Condenser Performance

C-5851-01, BTSSC-84-5S-ES (Spiral)



Evaporator Performance

C-5851-01	GPM	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0
	PSID	2.0	2.6	3.3	4.1	4.9	5.7	6.7

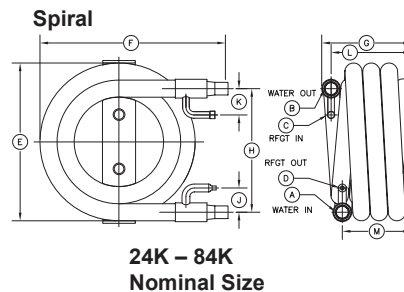
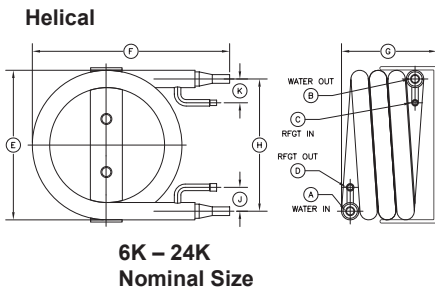


Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5205-01	6K	.625/15.88 ID	.625/15.88 ID	.375/9.53 ID	.375/9.53 ID	7.38/187.45	9.75/247.65	5.75/146.05	5.50/139.70	1.25/285.75	1.25/285.75
C-5205-02	9K	.625/15.88 ID	.625/15.88 ID	.375/9.53 ID	.375/9.53 ID	7.38/187.45	9.75/247.65	6.31/160.28	5.88/149.35	1.25/285.75	1.25/285.75
C-5205-03	12K	.625/15.88 ID	.625/15.88 ID	.375/9.53 ID	.375/9.53 ID	7.38/187.45	9.75/247.65	7.50/190.50	5.50/139.70	1.25/285.75	1.25/285.75
C-5205-04	18K	.750/19.05 ID	.750/19.05 ID	.500/12.70 ID	.500/12.70 ID	10.50/266.70	12.50/317.50	5.75/146.05	8.88/225.55	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5274-01	24K	.750/19.05 ID	.750/19.05 ID	.500/12.70 ID	.500/12.70 ID	12.75/323.85	14.00/355.60	-	10.00/254.00	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5274-03	30K	.750/19.05 ID	.750/19.05 ID	.500/ 2.70 ID	.500/12.70 ID	12.75/323.85	14.50/368.30	-	10.00/254.00	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5274-05	36K	.875/22.23 ID	.875/22.23 ID	.625/15.88 ID	.625/15.88 ID	14.75/374.65	15.38/390.65	-	11.25/285.75	2.50/63.50	2.50/63.50
C-5274-07	42K	.875/22.23 ID	.833/22.43 ID	.625/15.88 ID	.625/15.88 ID	15.50/393.70	16.00/406.40	-	12.50/317.50	2.50/63.50	2.50/63.50
C-5274-09	48K	1.125/28.58 ID	1.125/28.58 ID	.875/22.23 ID	.875/22.23 ID	17.75/450.85	18.50/469.90	-	14.50/368.30	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5274-11	60K	1.125/28.58 ID	1.125/28.58 ID	.875/22.23 ID	.875/22.23 ID	18.00/457.20	19.25/488.95	7.25/184.15	14.63/371.60	2.38/60.45	2.38/60.45
C-5694-01	72K	1.133/28.78 OD	1.133/28.78 OD	.883/22.43 OD	.508/12.90 ID	16.25/412.75	18.75/476.25	8.38/212.85	12.38/371.60	2.63/66.80	2.63/66.80
C-5879-01	84K	1.133/28.78 OD	1.133/28.78 OD	.508/12.90 OD	.883/22.43 OD	19.50/488.95	19.50/495.30	5.75/146.05	15.38/390.65	2.63/66.80	2.63/66.80

Notes:
1. Optional Cupro-nickel

Refrigeration



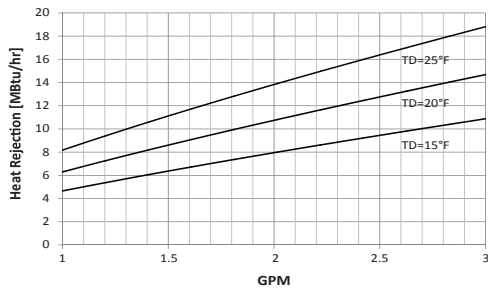
OVERALL DIMENSIONS: (24K-84K)	
L	M
In/mm	In/mm
3.13/79.50	2.00/50.80
3.00/76.20	2.00/50.80
4.00/101.60	3.88/98.55
3.75/95.25	2.25/57.15
3.75/95.25	3.50/88.90
4.44/112.78	4.00/101.60
4.38/111.25	4.31/109.47
7.25/184.15	6.63/168.40

Construction Data:

Part Number:	Nom. Size	NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOL- UME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
		Pounds/Kilo	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5205-01	6K	3.60/1.63	9.70	158.95	8.30	136.01	600	4136	500	3447
C-5205-02	9K	5.90/2.68	15.20	249.08	12.50	204.84	600	4136	500	3447
C-5205-03	12K	8.50/3.86	22.20	363.79	22.20	363.80	600	4136	500	3447
C-5205-04	18K	8.30/3.76	27.70	453.92	30.50	499.81	600	4136	500	3447
C-5274-01	24K	8.70/3.95	29.10	476.86	29.30	480.14	600	4136	500	3447
C-5274-03	30K	15.40/6.99	52.70	863.60	48.50	794.77	600	4136	500	3447
C-5274-05	36K	16.60/7.53	61.10	1001.25	55.40	907.86	600	4136	500	3447
C-5274-07	42K	17.80/8.07	71.20	1166.76	66.50	1089.74	600	4136	500	3447
C-5274-09	48K	24.20/10.98	97.00	1589.55	103.90	1702.61	600	4136	500	3447
C-5274-11	60K	29.40/13.34	122.00	1999.22	135.60	2222.09	600	4136	500	3447
C-5694-01	72K	38.50/17.46	152.40	2497.39	170.50	2794.00	600	4136	500	3447
C-5879-01	84K	43.60/19.77	127.50	2089.36	205.10	3361.00	600	4136	500	3447

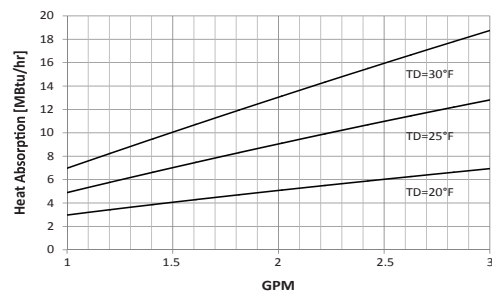
Performance Data

C-5205-01, BTHSC-06 (Helical)



Condenser Performance

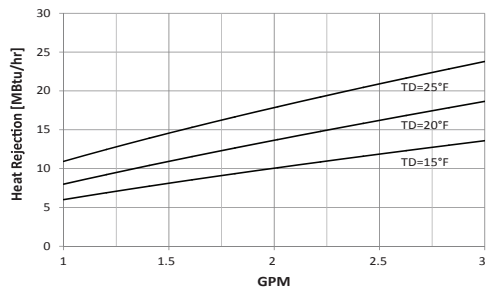
C-5205-01, BTHSC-06 (Helical)



Evaporator Performance

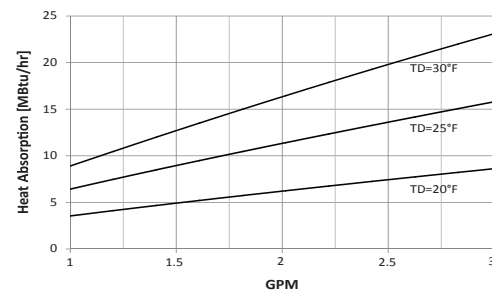
C-5205-01	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.1	0.4	0.9	1.6	2.2	2.6	3.7

C-5205-02, BTHSC-09 (Helical)



Condenser Performance

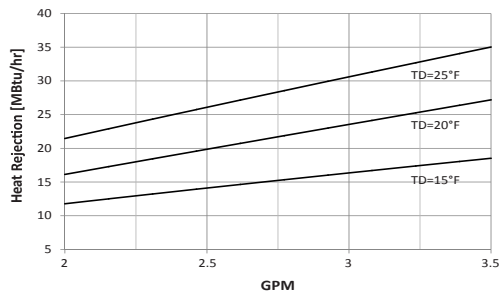
C-5205-02, BTHSC-09 (Helical)



Evaporator Performance

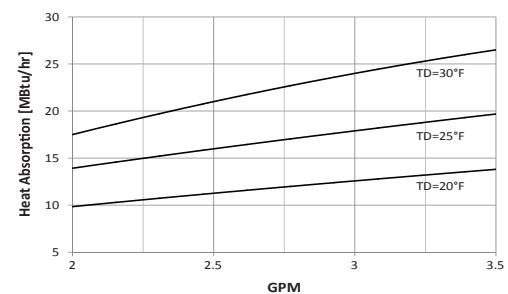
C-5205-02	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.3	2.5	3.0
	PSID	0.1	0.5	1.2	2.1	2.7	3.2	4.6

C-5205-03, BTHSC-12 (Helical)



Condenser Performance

C-5205-03, BTHSC-12 (Helical)

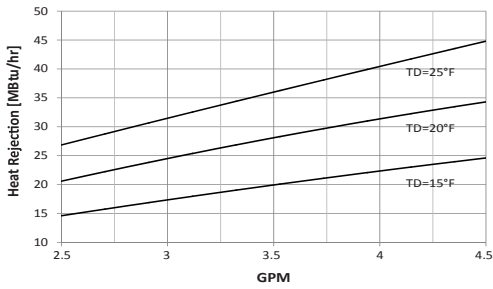


Evaporator Performance

C-5205-03	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.2	0.7	1.7	3.1	4.9	7.1	9.8

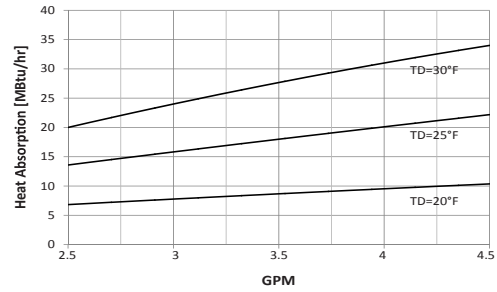
Performance Data

C-5205-04, BTHSC-18 (Helical)



Condenser Performance

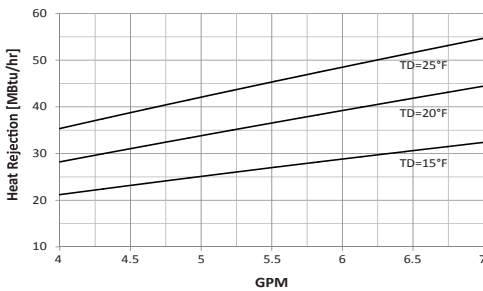
C-5205-04, BTHSC-18 (Helical)



Evaporator Performance

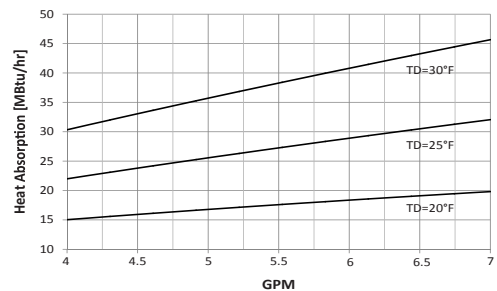
C-5205-04	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	1.3	2.2	3.2	4.4	5.7	7.1	8.7

C-5274-01, BTSSC-24 (Spiral)



Condenser Performance

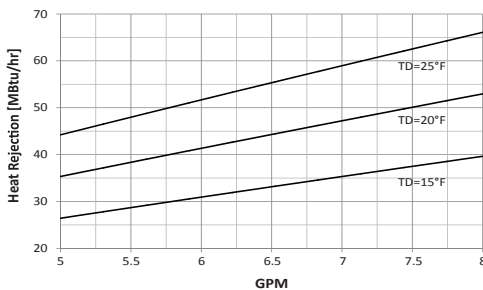
C-5274-01, BTSSC-24 (Spiral)



Evaporator Performance

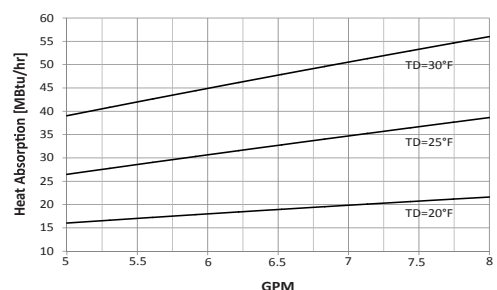
C-5274-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.5	1.0	1.8	2.7	3.9	5.2	6.7

C-5274-03, BTSSC-30 (Spiral)



Condenser Performance

C-5274-03, BTSSC-30 (Spiral)

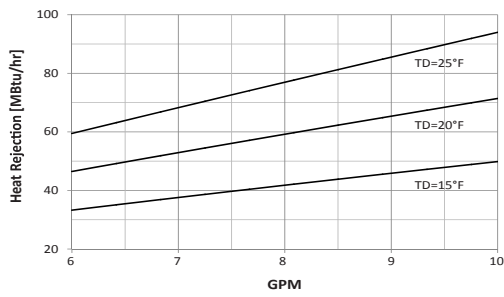


Evaporator Performance

C-5274-03	GPM	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	7.5	8.0
	PSID	1.5	2.6	4.0	5.7	7.6	8.7	9.9

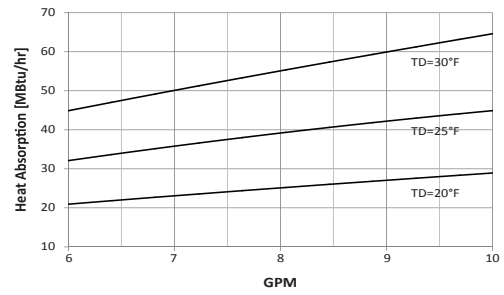
Performance Data

C-5274-05, BTSSC-36 (Spiral)



Condenser Performance

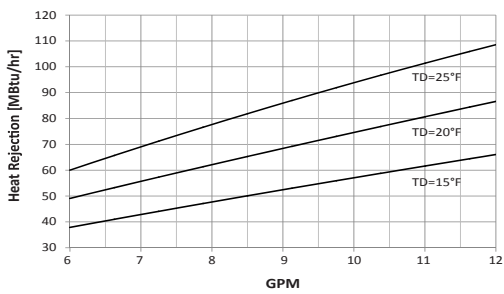
C-5274-05, BTSSC-36 (Spiral)



Evaporator Performance

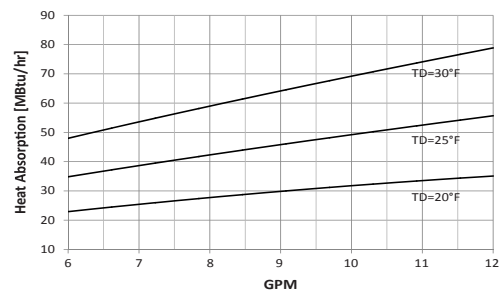
C-5274-05	GPM	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
	PSID	1.1	1.6	2.2	2.8	3.5	4.3	5.1

C-5274-07, BTSSC-42 (Spiral)



Condenser Performance

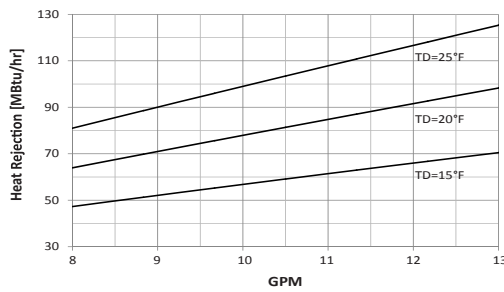
C-5274-07, BTSSC-42 (Spiral)



Evaporator Performance

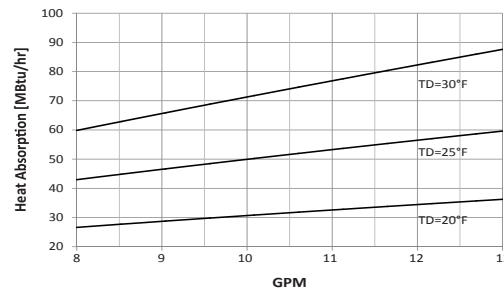
C-5274-07	GPM	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.5	11.0
	PSID	2.1	2.8	3.6	4.5	5.5	6.0	6.6

C-5274-09, BTSSC-48 (Spiral)



Condenser Performance

C-5274-09, BTSSC-48 (Spiral)

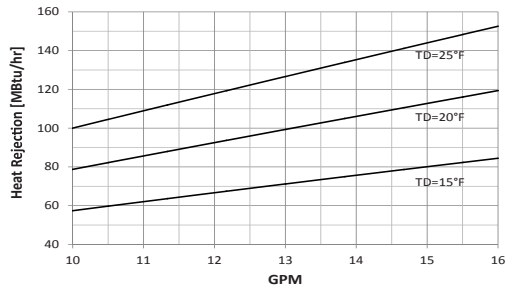


Evaporator Performance

C-5274-09	GPM	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
	PSID	1.7	2.1	2.6	3.2	3.8	4.4	5.1

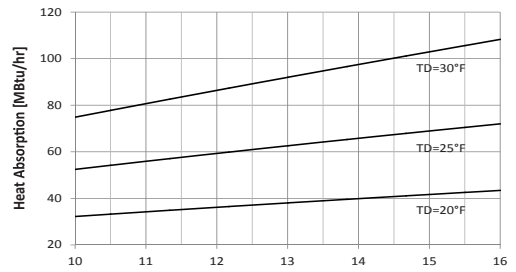
Performance Data

C-5274-11, BTSSC-60 (Spiral)



Condenser Performance

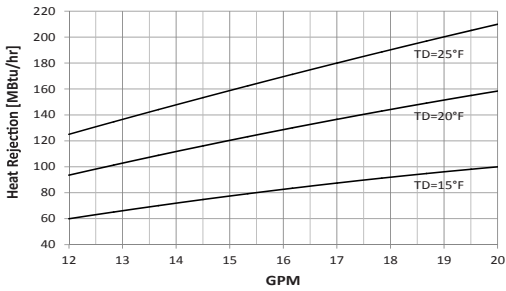
C-5274-11, BTSSC-60 (Spiral)



Evaporator Performance

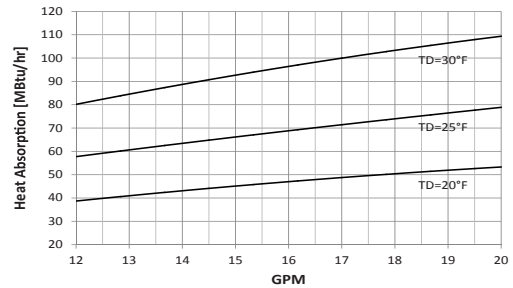
C-5274-11	GPM	7.0	9.0	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0
	PSID	2.1	3.4	4.8	6.5	8.5	10.6	13.0

C-5694-01, BTSSC-72 (Spiral)



Condenser Performance

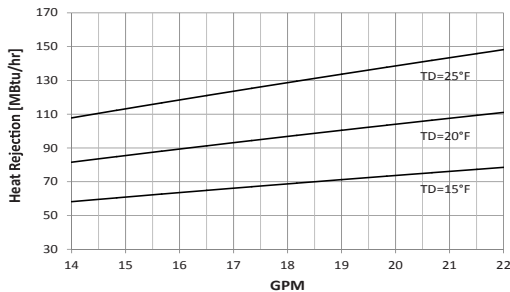
C-5694-01, BTSSC-72 (Spiral)



Evaporator Performance

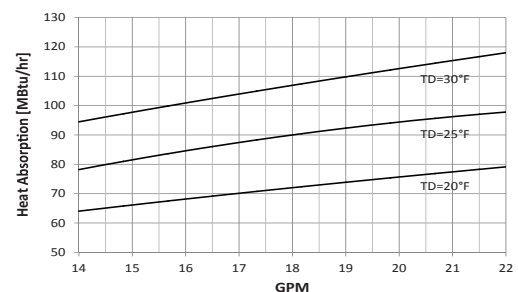
C-5694-01	GPM	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
	PSID	1.1	1.7	2.5	3.3	4.3	5.3	6.5

C-5879-01, BTSSC-84 (Spiral)



Condenser Performance

C-5879-01, BTSSC-84 (Spiral)



Evaporator Performance

C-5879-01	GPM	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0
	PSID	1.8	2.3	2.9	3.6	4.4	5.1	6.0



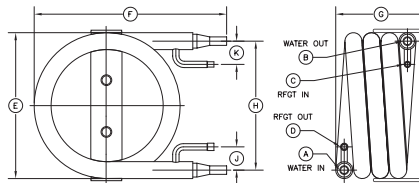
Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5205-01	6K	.625/15.88	.625/15.88	.375/9.53 OD	.375/9.53 OD	7.38/187.45	9.75/247.70	5.75/146.05	5.50/139.70	1.25/31.80	1.25/31.80
C-5205-02	9K	.625/15.88	.625/15.88	.375/9.53 OD	.375/9.53 OD	7.38/187.45	9.75/247.70	7.31/185.67	5.88/149.30	1.25/31.80	1.25/31.80
C-5205-03	12K	.625/15.88	.625/15.88	.375/9.53 OD	.375/9.53 OD	7.38/187.45	9.75/247.70	7.50/190.50	5.50/139.70	1.25/31.80	1.25/31.80
C-5205-04	18K	.750/19.05	.750/19.05	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	10.50/266.70	12.50/317.50	7.50/190.50	8.88/225.60	2.38/60.50	2.38/60.50
C-5208-01	24K	.750/19.05	.750/19.05	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	10.75/273.00	13.25/336.50	7.25/184.15	9.25/234.90	2.38/60.50	2.38/60.50

Notes:

1. Optional Copper inner tube available
2. Includes brackets

Helical



Construction Data:

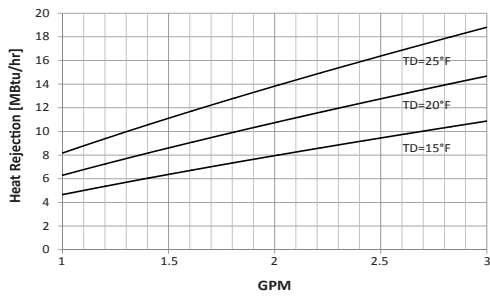
		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size	Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5205-01	6K	-	-	-	-	-	600	4136	-	-
C-5205-02	9K	7.85/3.56	15.20	249.08	12.50	207.84	600	4136	500	3447
C-5205-03	12K	9.16/4.15	22.20	363.79	22.20	363.79	600	4136	500	3447
C-5205-04	18K	10.21/4.63	27.70	253.92	30.50	499.81	600	4136	500	3447
C-5208-01	24K	16.08/7.29	29.10	476.86	29.30	480.14	600	4136	500	3447

Ice Machine

Helical

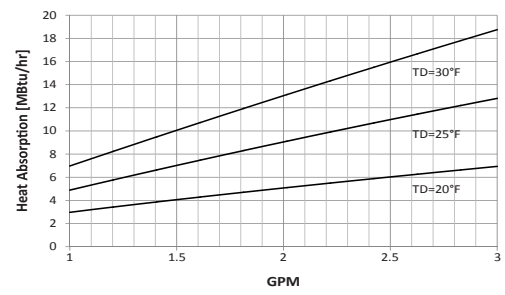
Performance Data

C-5205-01, BTHSC-06 (Helical)



Condenser Performance

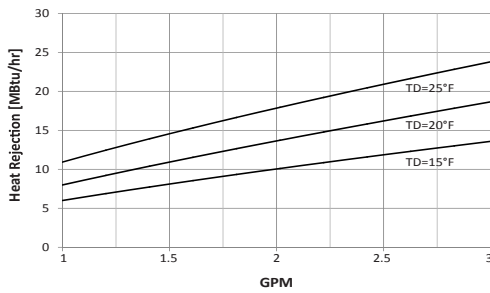
C-5205-01, BTHSC-06 (Helical)



Evaporator Performance

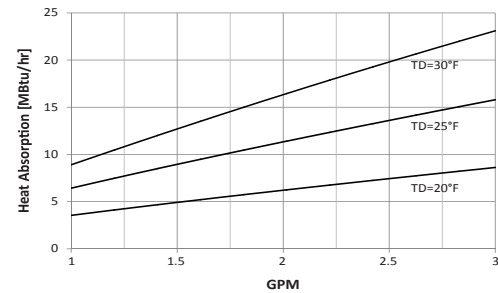
C-5205-01	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.1	0.4	0.9	1.6	2.2	2.6	3.7

C-5205-02, BTHSC-09 (Helical)



Condenser Performance

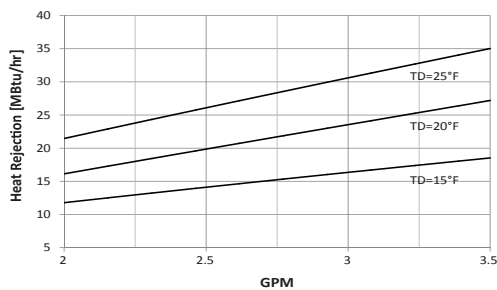
C-5205-02, BTHSC-09 (Helical)



Evaporator Performance

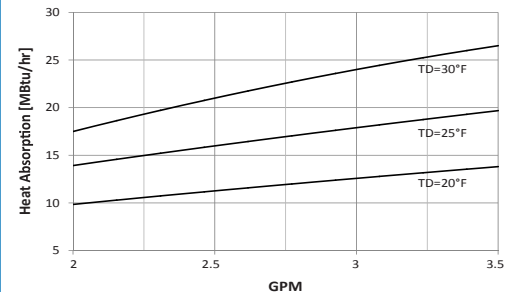
C-5205-02	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.3	2.5	3.0
	PSID	0.1	0.5	1.2	2.1	2.7	3.2	4.6

C-5205-03, BTHSC-12 (Helical)



Condenser Performance

C-5205-03, BTHSC-12 (Helical)

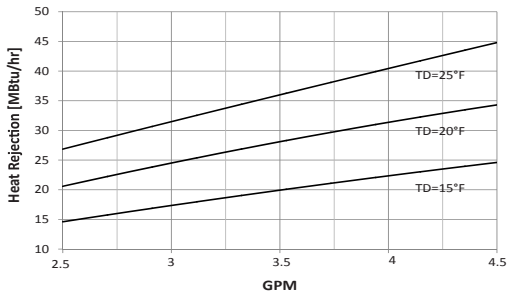


Evaporator Performance

C-5205-03	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.2	0.7	1.7	3.1	4.9	7.1	9.8

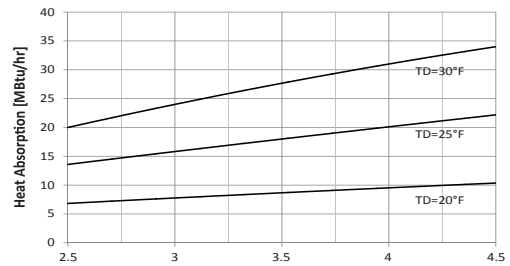
Performance Data

C-5205-04, BTHSC-18 (Helical)



Condenser Performance

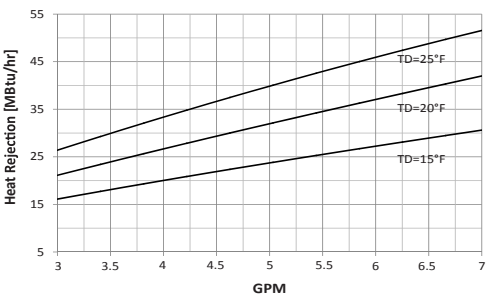
C-5205-04, BTHSC-18 (Helical)



Evaporator Performance

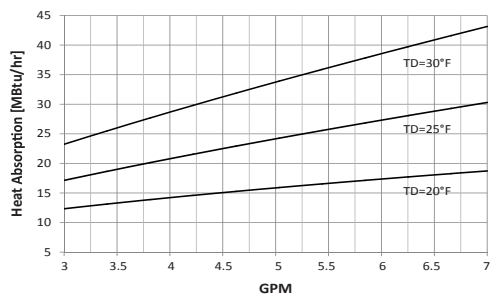
C-5205-04	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	1.3	2.2	3.2	4.4	5.7	7.1	8.7

C-5208-01, BTHSC-24 (Helical)



Condenser Performance

C-5208-01, BTHSC-24 (Helical)



Evaporator Performance

C-5208-01	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	0.4	1.0	1.7	2.6	3.7	4.9	6.3

Applications

Physical Data

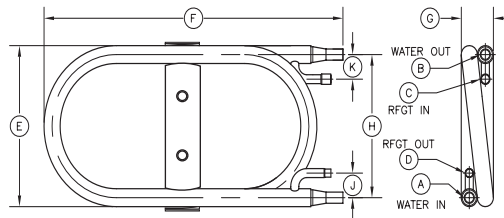


Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5312-01	9K	.500/12.70	.500/12.70	.375/9.53	.375/9.53	7.00/177.80	23.00/584.20	2.25/57.15	6.00/152.40	1.63/41.40	1.41/35.81
C-5889-01	12K	.625/15.88	.625/15.88	.500/12.70	.500/12.70	7.13/181.10	24.75/628.65	2.25/57.15	6.13/155.70	2.25/57.15	2.25/57.15
C-5890-01	24K	.625/15.88	.625/15.88	.500/12.70	.500/12.70	7.13/181.10	30.13/765.30	2.38/60.45	6.00/152.40	2.25/57.15	2.25/57.15

- Notes:
1. Optional Cupro-nickel inner tube available (-02)
 2. Includes mounting bracket

Trombone



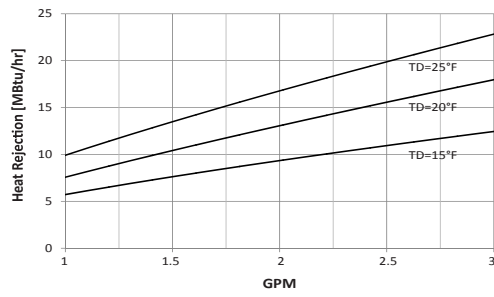
Consoles

Construction Data:

		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size:	Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5312-01	9K	7.43	15.2	-	12.5	-	600	4136	500	3447
C-5889-01	12K	10.50	27.7	-	30.5	-	600	4136	500	3447
C-5890-01	24K	14.50	29.1	-	29.3	-	600	4136	500	3447

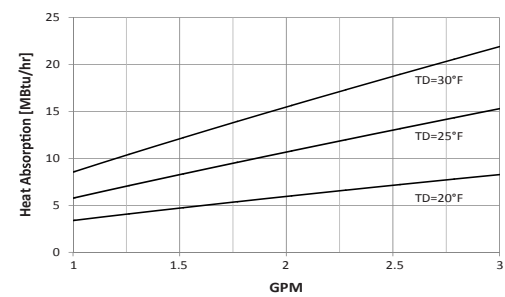
Performance Data

C-5312-01, BTTSC-09 (Trombone)



Condenser Performance

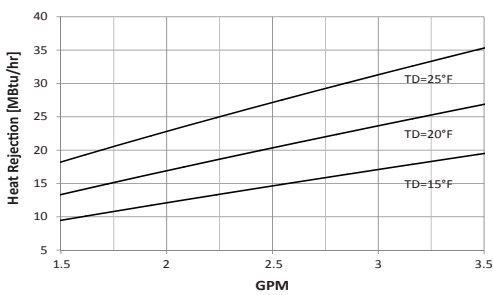
C-5312-01, BTTSC-09 (Trombone)



Evaporator Performance

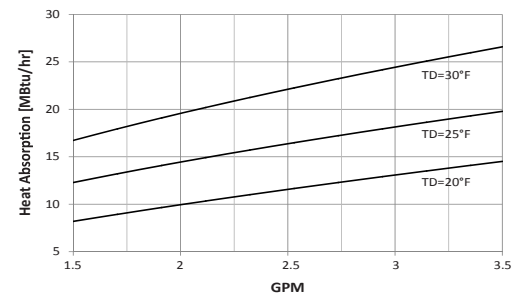
C-5312-01	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.3	2.5	3.0
	PSID	0.1	0.5	1.1	2.0	2.6	3.1	4.5

C-5889-01, BTTSC-12 (Trombone)



Condenser Performance

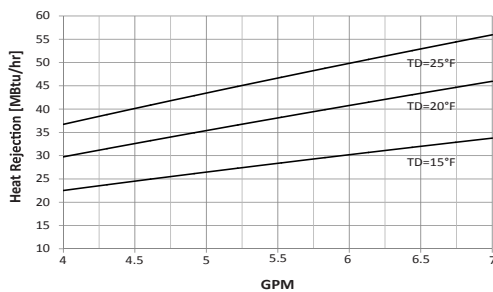
C-5889-01, BTTSC-12 (Trombone)



Evaporator Performance

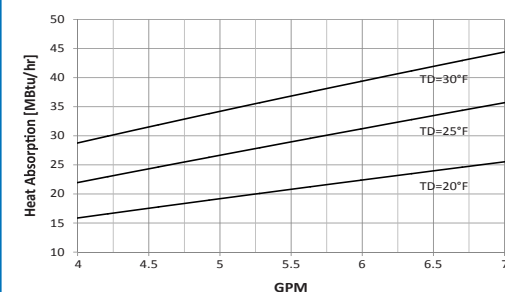
C-5889-01	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	1.3	1.7	2.3	3.2	4.3	5.7	7.4

C-5890-01, BTTSC-24 (Trombone)



Condenser Performance

C-5890-01, BTTSC-24 (Trombone)



Evaporator Performance

C-5890-01	GPM	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
	PSID	3.1	3.8	4.5	5.4	6.4	7.4	8.6



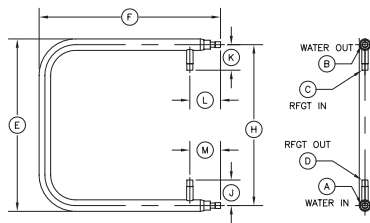
Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:				
		A	B	C	D	E	F	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5791	24K	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	15.01/381.25	14.63/371.60	13.88/352.55	2.50/63.50	2.50/63.50
C-5749	42K	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	16.88/428.75	17.75/450.85	15.75/400.05	2.50/63.50	2.50/63.50
C-5750	48K	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	19.01/482.85	20.63/524.00	17.88/454.15	2.50/60.50	2.38/60.50
C-5751	60K	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	19.38/492.13	20.75/527.05	18.00/457.20	2.63/66.80	2.63/60.50
C-5942	60K	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	.508/12.90 ID	.508/12.90 ID	19.38/492.13	20.25/514.35	18.00/457.20	2.25/57.15	2.25/57.15

Notes:

1. Optional Mounting Brackets
2. Optional Cupro-nickel

Desuperheater



OVERALL DIMENSIONS:

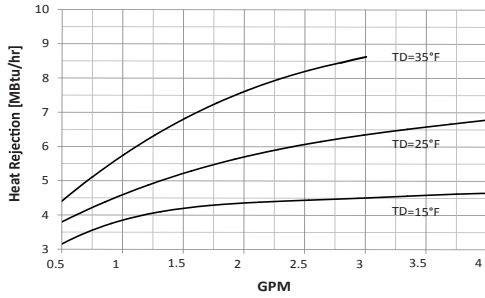
L	M
In/mm	In/mm
3.00/76.20	3.00/76.20
3.00/76.20	3.00/76.20
3.00/76.20	2.93/76.20
3.00/76.20	3.00/76.20
2.93/74.63	2.93/74.63

Desuperheater

Construction Data:

Part Number	Nom. Size	NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
		Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5791	24K	5.9/2.68	15.2	249.08	12.5	204.84	600	4136	500	3447
C-5749	42K	8.5/3.86	22.2	363.79	22.2	363.79	600	4136	500	3447
C-5750	48K	8.3/3.76	27.7	453.92	30.5	499.81	600	4136	500	3447
C-5751	60K	8.7/3.95	29.1	476.86	30.5	480.14	600	4132	500	3447
C-5942	60K	8.7/3.95	29.1	476.86	29.3	480.14	600	4136	500	3447

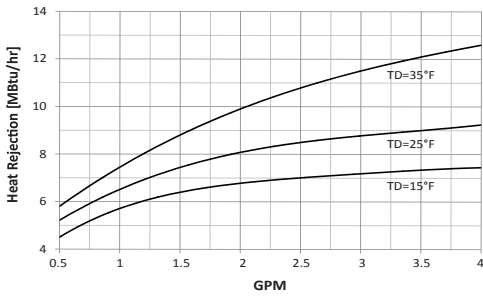
C-5791, DTUSFSC-24



Desuperheater Performance

C-5791	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.3	0.7	1.1	1.6	2.2	2.9	3.7

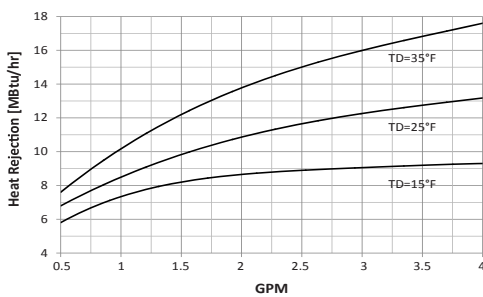
C-5749, DTUSFSC-42



Desuperheater Performance

C-5749	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.4	0.7	1.2	1.9	2.6	3.4	4.3

C-5750, DTUSFSC-48

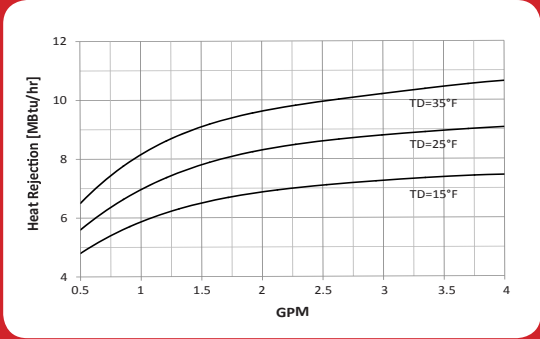


Desuperheater Performance

C-5750	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.5	1.0	1.8	2.7	3.7	4.9	6.3

Performance Data

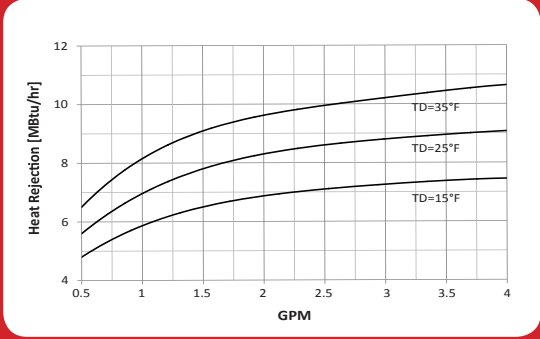
C-5751, DTUSFSC-60



Desuperheater Performance

C-5751	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.5	1.0	1.6	2.4	3.2	4.2	5.2

C-5942, DTUSFSC-60



Desuperheater Performance

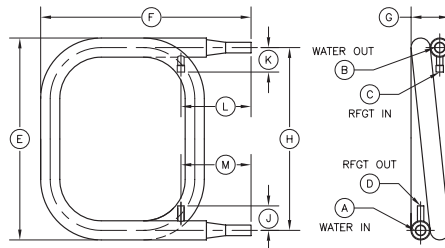
C-5942	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.5	1.0	1.6	2.4	3.2	4.2	5.2



Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:					
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Part Number:	Nom. Size	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Inlet In/mm	Outlet In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm	In/mm	In/mm
C-5867	6K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.375/9.53 OD	.375/9.53 OD	8.50/215.90	10.13/257.30	2.25/57.15	7.50/190.50	2.38/60.45	1.25/31.75
C-5868	9K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.500/12.70 OD	.375/9.53 OD	9.63/244.60	11.50/292.10	2.25/57.15	8.63/219.20	2.75/69.85	1.25/31.75
C-5744	12K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.383/9.73 ID	.375/9.53 OD	9.88/250.95	10.25/260.35	2.30/58.42	8.63/219.20	1.38/35.05	1.38/35.05
C-5926	14K	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	.383/9.73 ID	.375/9.53 OD	12.00/304.80	12.88/327.15	2.38/60.45	10.88/276.3	1.44/36.58	1.44/36.58
C-5869	16K	.633/16.08 ID	.633/16.08 ID	.500/12.70 OD	.375/9.53 OD	10.75/273.00	11.00/279.40	2.30/58.42	9.50/241.30	3.50/88.90	1.38/35.05
C-5626	18K	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	.508/12.90 ID	.375/9.53 OD	11.13/282.70	17.00/431.80	3.63/92.20	9.88/250.35	1.50/38.10	1.50/38.10
C-5563	24K	.730/18.54 ID	.730/18.54 ID	.508/12.90 ID	.375/9.53 OD	14.75/374.60	14.50/368.30	3.00/76.20	13.38/ 339.8	1.50/38.10	1.63/41.40
C-5535	30K	1.00/25.40 OD	1.00/25.40 OD	.633/16.08 ID	.625/15.88 OD	12.25/311.10	23.00/584.20	3.63/92.20	11.13/282.7	2.56/65.02	2.56/65.02

Marine

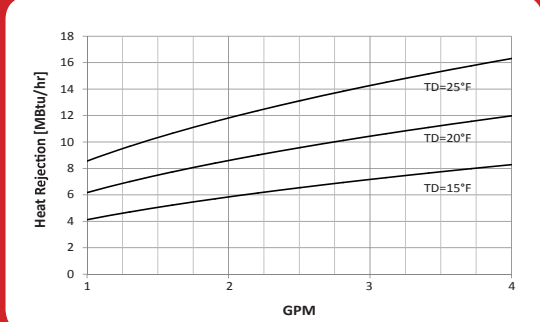


Marine

Construction Data:

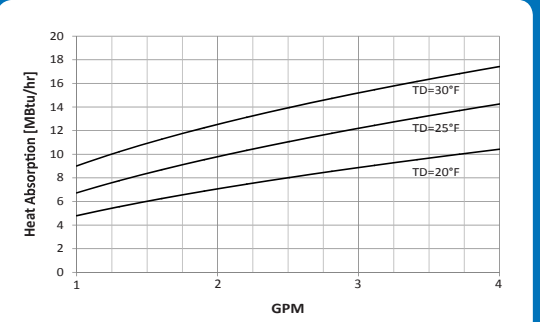
		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN	
Part Number:	Nom. Size	Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5867	6K	3.10	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5868	9K	3.90	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5744	12K	5.05	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5926	14K	6.50	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5869	16K	5.75	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5626	18K	10.29	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5563	24K	10.08	-	-	-	-	600	4136	500	3447
C-5535	30K	18.80	-	-	-	-	600	4136	500	3447

C-5867, BTOCN-06-ES-LH (Marine)



Condenser Performance

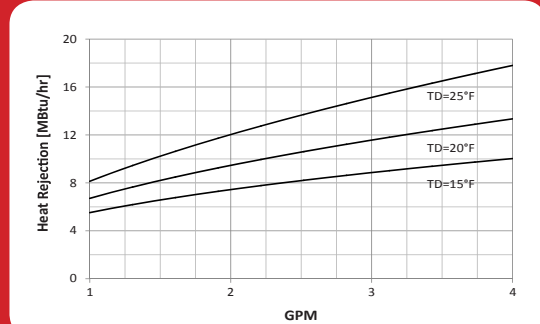
C-5867, BTOCN-06-ES-LH (Marine)



Evaporator Performance

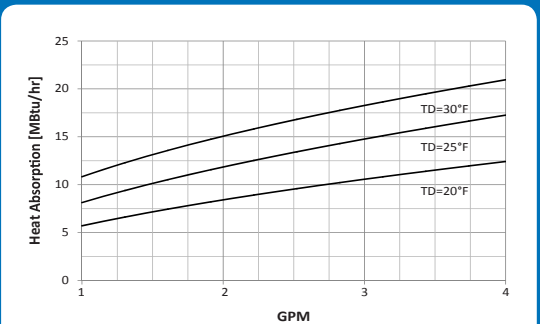
C-5867	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.3	0.9	1.6	2.4	3.3	4.3	5.3

C-5868, BTOCN-09-ES-LH (Marine)



Condenser Performance

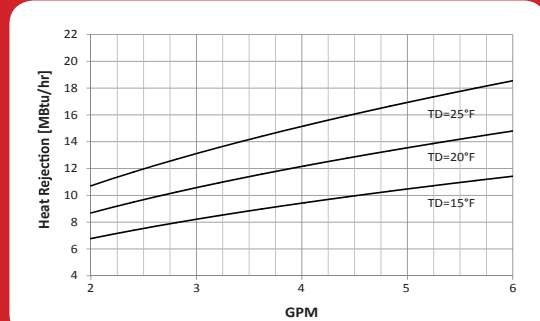
C-5868, BTOCN-09-ES-LH (Marine)



Evaporator Performance

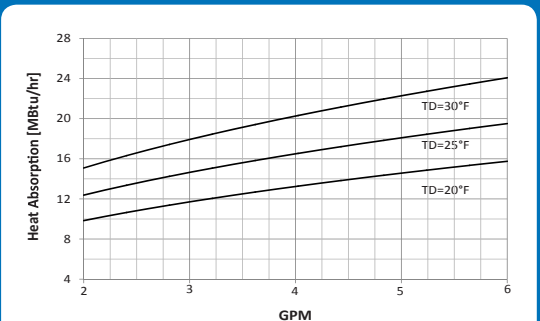
C-5868	GPM	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	PSID	0.1	0.5	1.0	1.7	2.5	3.5	4.7

C-5744, BTOCN-12-ES-VC (Marine)



Condenser Performance

C-5744, BTOCN-12-ES-VC (Marine)



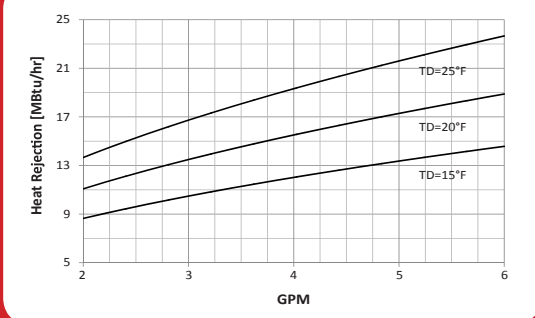
Evaporator Performance

C-5744	GPM	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
	PSID	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6

Marine

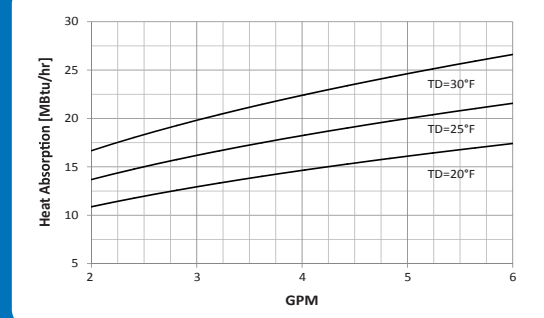
Performance Data

C-5926, BTOCN-14-ES-RH (Marine)



Condenser Performance

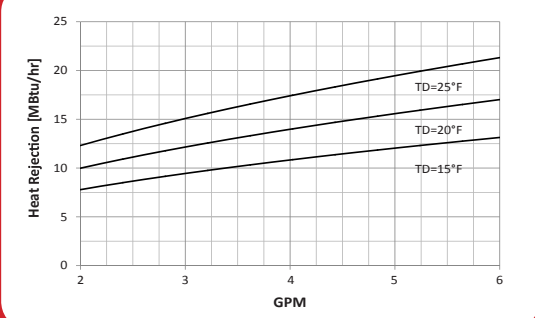
C-5926, BTOCN-14-ES-RH (Marine)



Evaporator Performance

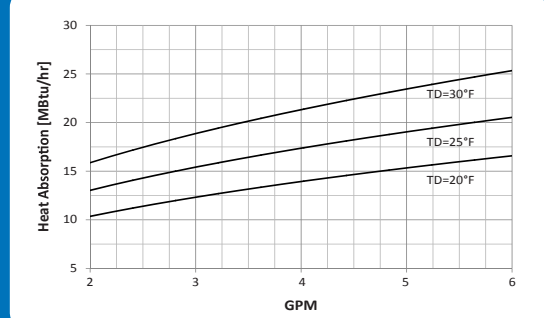
C-5926	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	0.4	0.6	0.9	1.2	1.6	2.1	2.5

C-5869, BTOCN-16-ES-LH (Marine)



Condenser Performance

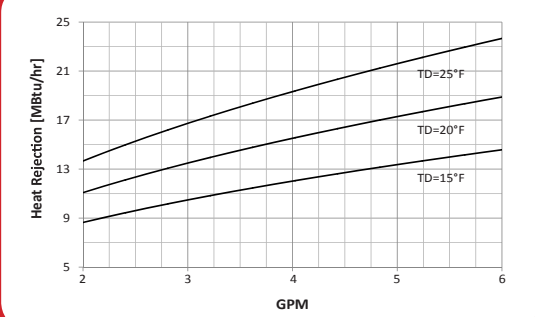
C-5869, BTOCN-16-ES-LH (Marine)



Evaporator Performance

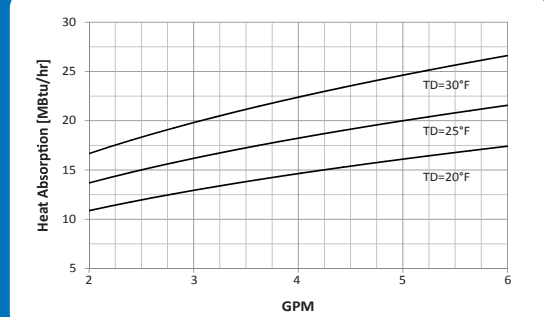
C-5869	GPM	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	PSID	0.5	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.8

C-5626, BTOCN-18-ES-WP-LH (Marine)



Condenser Performance

C-5626, BTOCN-18-ES-WP-LH (Marine)



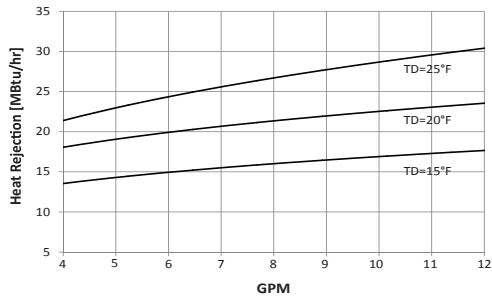
Evaporator Performance

C-5626	GPM	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
	PSID	0.4	0.6	0.9	1.2	1.6	2.1	2.5

Marine

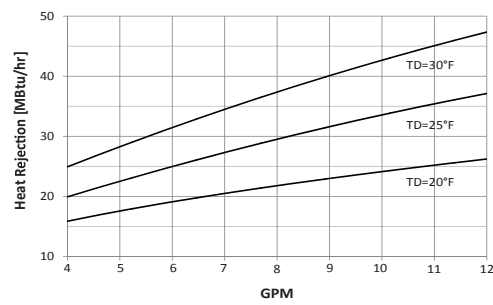
Performance Data

C-5563, BTHCN-24-5S-ES-LH (Marine)



Condenser Performance

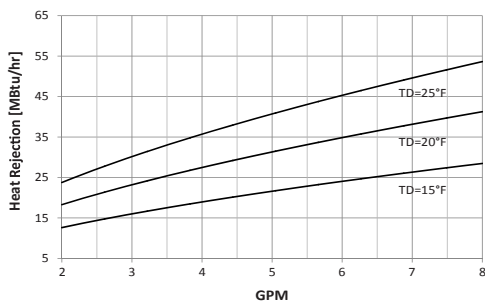
C-5563, BTHCN-24-5S-ES-LH (Marine)



Evaporator Performance

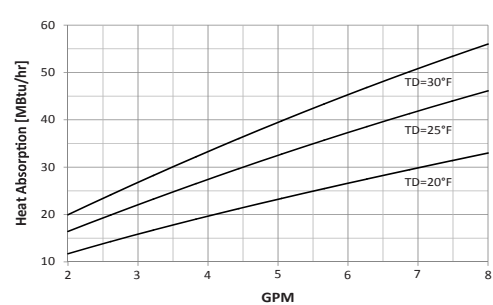
C-5563	GPM	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0
	PSID	0.5	1.1	1.7	2.5	3.5	4.5	5.7

C-5535, BTOCN-30-ES-LH (Marine)



Condenser Performance

C-5535, BTOCN-30-ES-LH (Marine)



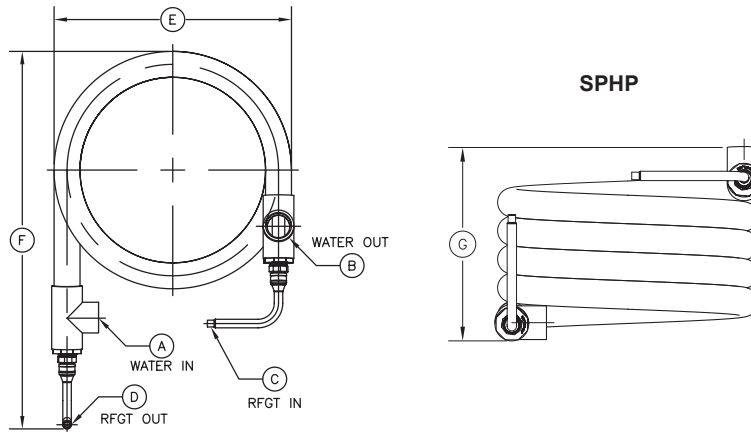
Evaporator Performance

C-5535	GPM	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
	PSID	1.0	1.9	3.0	4.2	5.6	7.0	8.6



Standard Dimensions:

		WATER CONNECTIONS:		REFRIGERANT CONNECTIONS:		OVERALL DIMENSIONS:			
		A	B	C	D	E	F	G	H
Part Number:	Nom. Size	Inlet Nom. In/mm	Outlet Nom. In/mm	Inlet (OD) In/mm	Outlet (OD) In/mm	Width In/mm	Length In/mm	Height In/mm	Centerline In/mm
C-5901	50K	1.50/38.10	1.50/38.10	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	17.40/441.96	27.25/692.15	10.00/254.00	15.50/393.70
C-5903	70K	1.50/38.10	1.50/38.10	.500/12.70 OD	.500/12.70 OD	18.40/467.36	27.75/704.85	11.75/298.45	16.50/419.10
C-5904	95K	2.00/50.80	2.00/50.80	.625/15.88 OD	.625/15.88 OD	23.13/587.50	24.00/609.6	14.50/368.30	20.75/527.05

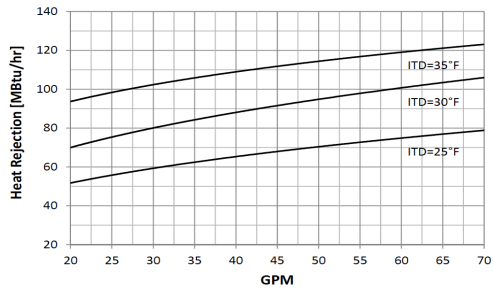


Construction Data:

		NET WEIGHT:	SHELL SIDE VOLUME:		TUBE SIDE VOLUME:		SHELL SIDE DESIGN:		TUBE SIDE DESIGN:	
Part Number:	Nom. Size	Pounds	in ³	cm ³	in ³	cm ³	psig	kpa	psig	kpa
C-5901	50K	5.90	15.20	249.08	12.50	204.84	75	517	600	4136
C-5903	70K	8.50	22.20	363.79	22.20	363.79	75	517	600	4136
C-5904	95K	8.30	27.70	445.73	30.50	499.81	75	517	600	4136



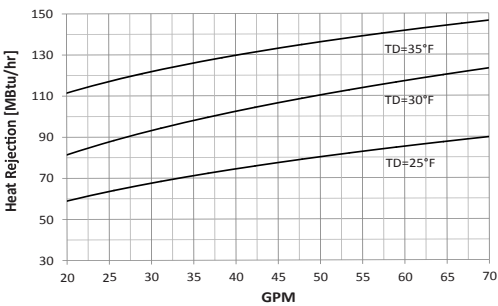
C-5901, CTHVT-50A-R410A (SPHP)



Condenser Performance

C-5901	GPM	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
	PSID	1.9	2.6	4.6	7.4	11.1	15.6	20.9

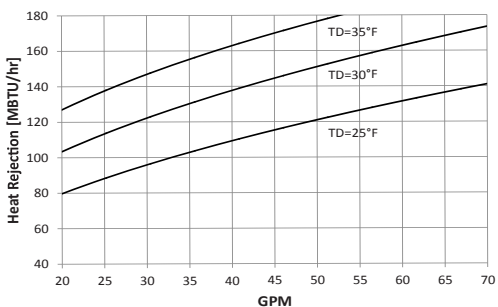
C-5903, CTHVT-70A-R410A (SPHP)



Condenser Performance

C-5903	GPM	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
	PSID	2.7	3.7	6.6	10.7	16.1	22.6	30.4

C-5904, CTHVT-95-R410A (SPHP)



Condenser Performance

C-5904	GPM	25.0	30.0	35.0	40.0	50.0	60.0	70.0
	PSID	1.7	2.3	2.9	3.6	5.2	7.0	9.0



Turbotec Products, Inc.

2042 Fairgrove Church Rd. SE
Newton, NC 28658-8598

Tel: 828.468.2400

Toll Free: 1.800.394.1633

Fax: 828.469.2562

Website: www.turbotecproducts.com

Email: sales@turbotecproducts.com



ISO 9001:2008

Certified



The specifications contained in this printing are intended only to serve the non-binding description of our products and services are not guaranteed. Binding specifications, especially pertaining to performance data and suitability for specific operating purposes, are dependent upon the individual circumstances at the operation location and can, therefore, only be made in terms of precise request. Specifications are subject to change without notice.

COTIZACIÓN					
Fecha	lunes, 04 de marzo de 2019		Cotización No.	Y-0071-02-19	
Cotizado a:	GRUPO UNION		Atención:	MARIO ALBERTO LÓPEZ OSORIO	
Sede	POBLADO		Dirección:	Calle 15 Sur 48 – 39, Medellín - Colombia	
Telefonos:	3168787332		Ciudad:	Medellin	
Validez de la oferta:	Treinta (30) días hábiles		Correo electrónico:	malopez@uniongr.com	
Condiciones de Pago:	30 dias despues de terminado el trabajo, por el 100 % del valor total.		Plazo de entrega:	2 Semanas	
Alcance: Suministro componentes					
No.	Artículo/Servicio	Unidad	Cant.	Valor Und	Total
1	Compresor COPELAND 7,5 TON/R para R410A	Unidad	1	\$ 4.550.000	\$ 4.550.000
2	Compresor DANFOSS 7,5 TON/R para R410A	Unidad	1	\$ 4.309.500	\$ 4.309.500
3	Tuberia 1.1/8 cobre	Metro	1	\$ 35.100	\$ 35.100
4	Tuberia 7/8 cobre	Metro	1	\$ 24.700	\$ 24.700
5	Filtro secador	Unidad	1	\$ 46.800	\$ 46.800
6	Indicador de liquido	Unidad	1	\$ 97.500	\$ 97.500
7	Refrigerante R410A	Libras	25	\$ 19.656	\$ 491.400
				Subtotal	\$ 9.555.000
				IVA	\$ 1.815.450
				Total	\$ 11.370.450
Observaciones:					
<p>Gracias por confiar en AIRE AMBIENTE S.A., Nos complace presentar nuestra propuesta, durante la ejecución de las actividades es posible que alguno de los elementos del equipo se encuentren defectuosos, en ocasiones esto se desconoce hasta el arranque del equipo, en caso de presentarse alguna falla se informara al cliente para su verificación y aprobación. La garantía para mantenimientos correctivos y ocasionales son de 2 meses despues de terminado el trabajo y solo se hara efectivo en los elementos intervenidos. La garantía para equipos electronicas sera dada solo por defectos de fabrica, no por fluctuaciones electricas que afecten los equipos. Aclaremos con gusto, cualquier inquietud que se presente durante el estudio de esta propuesta.</p>					
ANDRES FELIPE OLIVERA CASTILLO					
andres.olivera@aireambiente.com					
INGENIERO DE SOPORTE EN SERVICIOS					



N. I. T. 800.004.326 - 6

COTIZACIÓN.		11769	
Fecha: 8 de mar. de 19			
Señores: GRUPO UNION.			
Obra:			
Estimado (os) señor (es):			
Nos complace ofrecerles los elementos que a continuación cotizamos:			
<i>Descripción</i>	<i>Cant.</i>	<i>Valor Unid.</i>	<i>Valor Total.</i>
-Motobomba alta presión BARNES HE 1.5 30 hp3, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	1.109.000	1.109.000
-ARRANCADOR STEAK.	1	150.000	150.000
CONDICIONES COMERCIALES.			
FORMA DE PAGO: CONTADO.			
TIEMPO DE ENTREGA:			
DESCUENTO DEL 15%			
ADICIONAR EL 19% DE IVA.			

Atentamente,

SERGIO RESTREPO RICARDO
Ventas.

Carrera 56 A No. 49 A – 18 - Teléfonos 5763700 – 5763710 – 2319900 – 2319955 Fax: 2314201
Medellín Colombia.

srrtecnibombas@hotmail.com
tecnibombas2010@hotmail.com

COTIZACIÓN.		11769	
Fecha: 11 de mar. de 19			
Señores: GRUPO UNION.			
Obra:			
Estimado (os) señor (es):			
Nos complace ofrecerles los elementos que a continuación cotizamos:			
<i>Descripción</i>	<i>Cant.</i>	<i>Valor Unid.</i>	<i>Valor Total.</i>
-Motobomba alta presión BARNES HE 1.5 60 hp6, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	1.790.000	1.790.000
-ARRANCADOR STEAK.	1	150.000	150.000
CONDICIONES COMERCIALES.			
FORMA DE PAGO: CONTADO.			
TIEMPO DE ENTREGA:			
DESCUENTO DEL 15%			
ADICIONAR EL 19% DE IVA.			

Atentamente,

SERGIO RESTREPO RICARDO
Ventas.

Carrera 56 A No. 49 A – 18 - Teléfonos 5763700 – 5763710 – 2319900 – 2319955 Fax: 2314201
Medellín Colombia.

srrtecnibombas@hotmail.com
tecnibombas2010@hotmail.com

COTIZACIÓN.		11769	
Fecha: 8 de mar. de 19			
Señores: GRUPO UNION.			
Obra:			
Estimado (os) señor (es):			
Nos complace ofrecerles los elementos que a continuación cotizamos:			
<i>Descripción</i>	<i>Cant.</i>	<i>Valor Unid.</i>	<i>Valor Total.</i>
-Motobomba centrífuga IHM 15H-3TW hp3, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	1.120.000	1.120.000
-ARRANCADOR STEAK.	1	150.000	150.000
CONDICIONES COMERCIALES.			
FORMA DE PAGO: CONTADO.			
TIEMPO DE ENTREGA:			
DESCUENTO DEL 15%			
ADICIONAR EL 19% DE IVA.			

Atentamente,

SERGIO RESTREPO RICARDO
Ventas.

Carrera 56 A No. 49 A – 18 - Teléfonos 5763700 – 5763710 – 2319900 – 2319955 Fax: 2314201
Medellín Colombia.

srrtecnibombas@hotmail.com
tecnibombas2010@hotmail.com



**AIRE ACONDICIONADO,
REFRIGERACION Y
VENTILACION**

PRESUPUESTO DE COTIZACION

FECHA: Abril 25 del 2019

COTIZACION: EK # 6904

CLIENTE: Union Electrica

TEL: 320 755 50 24

CONTACTO: Mario Lopez

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	VR.UNIT	VR.TOTAL
1	Condensador COV-9010A3 7,5TR (3/220v) R-410a SEER 10 Blueline	1	7.100.000	7.100.000
2	Tuberia cobre rígida 3/8" x 0.030" Tipo L (Tubo 6 m)	1	5.750	5.750
3	Tuberia cobre rígida 7/8" x 0.045" Tipo L (Tubo 6 m)	1	20.500	20.500
4	Aislamiento 1-1/8" x 1/2"esp.	1	6.400	6.400
5	Codo de cobre 3/8" ODF 90o Cuello corto	1	900	900
6	Codo de cobre 7/8" ODF 90o Cuello corto	1	3.400	3.400
7	Filtro secador 1/2" Roscar 304	1	42.080	42.080
8	Indicador liquido de 3/8" Roscar R-22 - R410a - R134a - R407c - R404a	1	29.000	29.000
9	Racor tuerca 3/8" Flare para refrigeracion	4	11.000	44.000
	Subtotal			7.252.030
	Iva 19%			1.377.885
	Total			8.629.915

FORMA DE PAGO: A Convenir

TIEMPO DE ENTREGA: Inmediata confirmado el recibo de la OC de su compañía

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 Días

MERCANCIA SUJETA A INVENTARIO

CORDIALMENTE

ELKIN VILLAMIZAR

Asesor Comercial Proyectos

TRS PARTES S.A

Tel. 460 15 52

Cel. 310 402 35 50

Fax. 385 91 80

elkin.villamizar@trspartes.com

COTIZACIÓN.		11769	
Fecha: 8 de mar. de 19			
Señores: GRUPO UNION.			
Obra:			
Estimado (os) señor (es):			
Nos complace ofrecerles los elementos que a continuación cotizamos:			
<i>Descripción</i>	<i>Cant.</i>	<i>Valor Unid.</i>	<i>Valor Total.</i>
-Motobomba centrifuga IHM 15H-3TW hp3, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	1.120.000	1.120.000
-ARRANCADOR STEAK.	1	150.000	150.000
-Motobomba centrifuga IHM 15A-1.5TW hp1.5, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	977.000	977.000
-Motobomba centrifuga IHM 15A-2TW hp2, ph3 volt220/440, rpm3600, succxdesc 1.1/2"x1.1/2".	1	991.000	991.000
CONDICIONES COMERCIALES.			
FORMA DE PAGO: CONTADO.			
TIEMPO DE ENTREGA:			
DESCUENTO DEL 15%			
ADICIONAR EL 19% DE IVA.			

Atentamente,

SERGIO RESTREPO RICARDO
Ventas.

Carrera 56 A No. 49 A – 18 - Teléfonos 5763700 – 5763710 – 2319900 – 2319955 Fax: 2314201
Medellín Colombia.

srrtecnibombas@hotmail.com

tecnibombas2010@hotmail.com



**AIRE ACONDICIONADO,
REFRIGERACION Y
VENTILACION**

PRESUPUESTO DE COTIZACION

FECHA: Febrero 14 del 2019

COTIZACION: EK # 6810

CLIENTE: Union Electrica

TEL: 320 755 50 24

CONTACTO: Mario Lopez

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	VR.UNIT	VR.TOTAL
1	Compresor ZP83K5E-TF5-622 (3/220V) 7.5HP Soldar Copeland	1	3.640.000	3.640.000
2	Filtro secador 1/2" Roscar DML164 Hasta 8.5 TR Danfoss	1	32.000	32.000
3	Indicador liquido de 1/2" Roscar R-22 Danfoss	1	69.300	69.300
4	Racor tuerca 1/2" Flare para refrigeracion Danfoss	4	13.000	52.000
5	Tuberia cobre rigida 1/2" x 0.049" Tipo K (Tubo 1 m)	1	12.539	12.539
6	Tuberia cobre rigida 7/8" x 0.065" Tipo K (Tubo 1 m)	1	29.975	29.975
7	Refrigerante R-410a (Cilindro 25 Libras)	1	328.350	328.350
	Subtotal			4.164.164
	Iva 19%			791.191
	Total			4.955.355

FORMA DE PAGO: A Convenir

TIEMPO DE ENTREGA: Inmediata confirmado el recibo de la OC de su compañía

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 Días

MERCANCIA SUJETA A INVENTARIO

CORDIALMENTE

ELKIN VILLAMIZAR

Asesor Comercial Proyectos

TRS PARTES S.A

Tel. 460 15 52

Cel. 310 402 35 50

Fax. 385 91 80

elkin.villamizar@trspartes.com



Fecha: 17/05/2019

Cotización Nro: 070-2019 ITM

CLIENTE: Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM)
Atn. Ing. Danny Restrepo Hernández

De la manera más atenta nos permitimos presentar la cotización solicitada:

Item	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Barras de grafito de alta pureza (99.99%). Con dimensiones de 3mm de diámetro por 305 mm de largo (Paquete x 10 Unidades)	1	542.500	542.500
Barras de grafito de alta pureza (99.99%). Con dimensiones de 3mm de diámetro por 305 mm de largo (Paquete x 50 Unidades)	1	1.980.400	1.980.400
		Subtotal	2.522.900
		IVA (19%)	479.351
		Total	3.002.251

Forma de Pago: 30 días.

Entrega: 45 días aprox, sujeto a tiempos de importación.

Garantía: 3 meses por defectos de fabricación.

Validez de la Cotización: 30 días a partir de la fecha de emisión.

Esperamos que la propuesta sea de su utilidad y cualquier inquietud con gusto le atenderemos
 Cordialmente,

Gustavo López Mendoza.
 Director Comercial
 Cel.: 300-804-5511
ventas@imposoluciones.com

SOMOS SU ALIADO ESTRATÉGICO, COLOCAMOS EL MUNDO EN SUS MANOS.

IMPORTACIONES Y SOLUCIONES DE INGENIERÍA S.A.S. / TRANS. 39 No. 71 - 100. OF. 305. / TEL: (300) 804 55 11 - 57 (4) 250 63 64 / MEDELLÍN - ANTIOQUIA.