



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del Proyecto:

**Agua caliente sanitaria en una furgoneta o
autocaravana mediante un intercambiador de calor y
el motor del vehículo.**

Sergio Sobrino Garde

Justo García Ortega

Pamplona Mayo 2011

INDICE

1. MEMORIA.....	8
1.1. Objeto del proyecto.....	8
1.2. Antecedentes y soluciones en el mercado.....	8
1.2.1. Calefacción estática.....	9
1.2.2. Calentadores de agua.....	10
1.3. Datos de partida.....	12
1.4. Características más importantes del proyecto.	12
1.5. Posibles soluciones y solución adoptada.....	13
1.5.1. Elección de la tubería de líquido refrigerante (lado caliente intercambiador):.....	13
1.5.2. Esquema circuito completo:	14
1.5.3. Intercambiador agua/agua	15
1.5.4. Ubicación del intercambiador agua/agua:.....	16
1.5.5. Tipo de bomba:	17
1.5.6. Ubicación de la bomba de agua:.....	17
1.5.7. Ubicación del depósito de agua potable:	18
1.5.8. Capacidad del depósito:.....	18
1.5.9. Intercambiador agua/aire:.....	18
1.5.10. Ventiladores.....	19
1.5.11. Tuberías agua fría (diámetro y material)	19
1.5.12. Tubería agua caliente (diámetro y material).....	19
1.5.13. Vaso de expansión:	20
1.5.14. Ubicación del vaso de expansión:	20
1.5.15. Electro válvulas:	20
1.5.16. Grifo:	20
1.5.17. Interruptores:.....	21
1.5.18. Cableado:	21
1.5.19. Termostato:.....	21
1.5.20. Resistencia para el agua:.....	22
2. CÁLCULOS.....	24
1. Caudal en el circuito de refrigeración.....	25
1.1. Mediante Tubo de Venturi	25
1.2. Mediante Caudalímetro	30
2. Presiones en el circuito de refrigeración.	31
2.1. Diseño y fabricación de piezas auxiliares.....	31
2.2. Presión a la salida de la culata.....	33
2.3. Diferencia de presión entre la salida de la culata y la entrada a la bomba de agua.	33
2.4. Presión a la entrada de la bomba de agua.	34
3. Calculo intercambiador agua agua para calentar agua fría.	34
3.1. Temp. salida lado FRIO frente a caudales frío/caliente	35
3.2. Temp. salida lado CALIENTE frente a caudales frío/caliente	45
3.3. Capacidad intercambiador	55
3.4. Pérdidas de Presión en lado frío y lado caliente (agua/anticongelante)	65
3.5. Análisis de datos y conclusiones.....	68
3.6. Comparativa de pérdidas de presión en lado frío y lado caliente.....	69

4. Modo ducha con motor parado.....	70
5. Modo ducha con motor encendido (al relentí).....	71
5.1. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H (Tfe=5°C).....	71
5.2. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H (Tfe=25°C).....	72
5.3. Análisis de datos y conclusiones.....	73
6. Calefacción adicional.....	73
6.1. Potencia deseada.....	73
6.2. Flujo volumétrico/Caudal de aire.....	74
6.3. Dimensiones estimadas del radiador.....	74
7. Calefacción estática.....	74
7.1. Energía necesaria (comparando con calefacción webasto 0.5L/noche).....	74
7.2. Energía disponible.....	75
7.3. Alternativas para aumentar la energía almacenada.....	75
7.4. Tiempo disponible estimado de calefacción estática.....	75
8. Presión mínima en el circuito de agua.....	75
3. PLANOS.....	79
3.1. Esquema hidráulico.....	79
3.2. Esquema eléctrico:.....	80
4. PLIEGO DE CONDICIONES.....	83
5. PRESUPUESTO.....	95
5.1. Instalación parcial.....	95
En el caso de que el vehículo cuente con las instalaciones típicas de agua corriente y circuito eléctrico auxiliar, el siguiente presupuesto incluye agua caliente para ducha con motor apagado programable, con motor encendido, calefacción auxiliar y calefacción estática programable.....	95
5.2. Instalación completa.....	96
En el caso de que el vehículo no disponga de ninguna instalación realizada este presupuesto incluye todo lo necesario para el funcionamiento de lo presupuestado anteriormente y además circuito de agua fría y circuito eléctrico auxiliar.....	96
6. BIBLIOGRAFÍA.....	99
6.1. Libros Consultados.....	99
6.2. Páginas de Internet consultadas.....	100
6.3. Programas Empleados.....	101
7. ANEXOS.....	103
7.1. Bombas.....	103
7.2. Ventiladores.....	110
7.3. Grifos termostáticos.....	111
7.4. Caudalímetros digitales SMC:.....	113
7.5. Purificadores de agua.....	113
7.6. Resistencia para el agua.....	113

1 MEMORIA

1. MEMORIA.

1.1. Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es:

1 diseñar y calcular una instalación de agua caliente sanitaria para una furgoneta o auto caravana mediante un intercambiador de calor (agua-agua) y el circuito de refrigeración líquida del motor de explosión/combustión del propio vehículo en cuestión. El objetivo principal de este proyecto es tener agua caliente para ducharse dentro o fuera de la auto caravana aunque al mismo tiempo que se diseña esta instalación se satisfacen otras utilidades más básicas como por ejemplo agua potable fría o caliente para cocinar, beber, limpiar en el fregadero, manguera exterior, etc.

Se deberá calcular dicha instalación para tener suficiente autonomía como para que se puedan duchar al menos 2 personas en unas condiciones de caudal y temperatura similares a las domésticas.

2 Con el fin de no poner en peligro la batería principal del vehículo (la de arranque) se deberá **diseñar un circuito eléctrico** con su respectiva batería auxiliar de autonomía suficiente, relé separador de carga, fusibles e interruptores.

3 También se abarcara la **posibilidad de tener una calefacción adicional** en la parte trasera del vehículo en cuestión, mediante un radiador (agua-aire) y un ventilador instalados en el interior del habitáculo. Esta calefacción adicional tendría 2 modalidades de funcionamiento.

- 1 cuando la furgoneta está circulando con el motor en marcha y se desea calentarla más rápidamente que utilizando únicamente la calefacción tradicional que tienen todos los vehículos.
- 2 cuando la furgoneta esta estacionada y se desea tener calefacción sin necesidad de tener el motor en marcha. En este segundo caso se estudiará cual sería la autonomía de dicha calefacción para unas condiciones fijadas desde el principio tales como la capacidad del depósito de agua potable, temperatura exterior e interior.

1.2. Antecedentes y soluciones en el mercado

La idea tiene sentido para furgonetas cuyo uso no es profesional sino de ocio (viajar), es decir, que tienen o tendrán una preparación cámper. Se hace evidente en esta situación la necesidad de instalar una cama, un circuito eléctrico auxiliar, una nevera, un circuito de agua potable, un fregadero, una cocina, un circuito, calefacción estática, una mesa, armarios etc. Este proyecto pretende dar una solución alternativa, más económica y más eficiente que las existentes en el mercado para 3 de las instalaciones básicas citadas en la lista anterior. Por lo tanto se trata de unos artículos muy solicitados por todos los consumidores que quieren preparar sus

furgonetas o bien unas instalaciones que se montan de serie en las fabricas de furgonetas cámper o autocaravanas.

Lo que se pretende cuando se hace este tipo de preparación en un vehículo es asemejar el vehículo a una vivienda (de hecho se homologa como vehículo vivienda en la ITV) y de la misma manera que en un hogar disponemos calefacción para los días fríos y agua caliente para fregar y ducharse es aun más necesario en un vehículo puesto que este esta más expuesto a las inclemencias del tiempo, no tiene espesores de pared ni mucho menos similares a los de una vivienda, tampoco así los del aislante y no tiene la posibilidad de estar protegido por otras viviendas (encima, abajo y laterales).

1.2.1. Calefacción estática

A. Gas



TRUMATIC E-2400

Calefacción de aire impulsado con funcionamiento a gas. Ideal para cámpers pequeños tipo VW Transporter, Mercedes Vito, etc. Mando regulador con 2 potencias. Consumo de gas: 100-200 g/h. Peso: 4,7 Kg. Consumo eléctrico: 0,6-1,1 A.

€1.250,00 (IVA inc.)



TRUMATIC S-2200

Encendido automático. Potencia nominal **2.200 W**. Consumo de gas: 53-170 g/h. Peso 6,5 Kg. Medidas: 420 (ancho) x 365 (alto) x 290 (fondo) mm.

€632,00 (IVA inc.)

B. combustible



CALEFACCIÓN WEBASTO AIR TOP 2000 Gasoil

Consumo de combustible: 0,10 - 0,21 litros/hora. Consumo eléctrico: 9-22 w. Potencia calorífica: **850-2000 Kw**. Medidas: 322 x 130 x 122 mm.

€1.400,20 (IVA inc.)

1.2.2. Calentadores de agua

Realmente, cualquier calentador de agua podría ser válido para cualquier tipo de vehículo, pero hay varios factores que nos llevarán a elegir el modelo adecuado para nuestra necesidad: si la instalación es para caravana o autocaravana, el espacio que disponemos para ubicarlo, el tipo de viaje que realizamos, el tipo de energía que tenemos en nuestro vehículo, etc.

A. gas



TRUMA BOILER 10 LITROS

Calentador de agua en acumulador con funcionamiento a gas. Potencia del quemador: **1.500 W** Consumo gas: 120 gr/h (para calentamiento hasta 80° C). Presión de servicio hasta 3,5 bar. 35 x 35 x 26 cm. 7kg.

€424,00 (IVA inc.)



TRUMATIC COMBI 4

Agua caliente y calefacción en un mismo aparato. Calentamiento del agua en acumulador. Funcionamiento a gas butano/propano. Consumo de gas: 160-320 g/h. Dos potencias: **2000 W**. y **4000 W**. Peso 14,5 Kg. Flujo máximo de aire: 130 m3/h. contenido de agua 10L. Tiempo de calentamiento de agua de 15° a 60°C 20min. (80 min. agua más calefacción).

€2.050,00 (IVA inc.)

B. corriente alterna 220V

El Truma - Therme a **220 V** es un calentador que se instala casi exclusivamente en caravanas, para su utilización conectado a la toma de 220 V del camping.



[TRUMA-THERME 5 L. A 220 V.](#)

Calentador de agua en acumulador, especialmente diseñado para caravanas. Dimensión reducida: 34 x 23 x 22 cm. Fácil manipulación por mando de control a distancia. Puede utilizarse cualquier bomba sumergible hasta un máximo de 1,2 bar. Consumo: **300W**

€246,00 (IVA inc.)

C. corriente continua 12V

Los calentadores Elgena **12 V** y **12/220 V** se instalan en campers pequeños, donde se dispone de poco espacio. Estos calentadores dan la posibilidad de disponer de agua caliente en momentos concretos, pero hay que saber que tienen una autonomía limitada. Funcionan mediante una resistencia que calienta el compartimiento de 3 o 6 litros y que puede mezclarse con agua fría del depósito. La resistencia tiene un consumo a 12 V elevado (200 W), por lo que es conveniente llevarlo enchufado durante la marcha para que al llegar a destino tener la posibilidad de disfrutar de agua caliente. Si se conecta con el vehículo en parado, tener presente el consumo. El modelo Elgena de 6 litros es el más utilizado en la VW California y similares y se instala en el interior del mueble de cocina, como puede verse en la imagen.

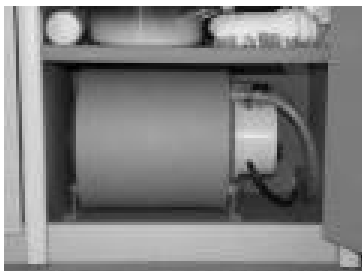


[CALENTADOR 'ELGENA' 3 L. 12 V.](#)

Apto para circuitos de agua sin presión. Regulación automática de 30 a 70 grados. Capacidad 3 litros. Dimensiones: 30 x 16 cm. Peso 1 Kg. Consumo **200W**

€189,00 (IVA inc.)

D. corriente continua 12V y corriente alterna 220V



[CALENTADOR 'ELGENA' 6 L 12/220 V](#)

Consumo a 220 V: **660 w**. Consumo a 12 V: **200 w**. Medidas aprox.: largo 42 cm., alto 25 cm., fondo 25 cm.

€296,00 (IVA inc.)



[CALENTADOR 'ELGENA' 3 L. KOMBI 12/220 V.](#)

Con termostato independientes para 12 y para 220 V. Consumo a 220 V.: **660 W**. Resto de características igual al anterior.

€68,00 (IVA inc).

1.3. Datos de partida

La idea de este proyecto es genérica y perfectamente válida para cualquier furgoneta o auto caravana sea cual sea su tamaño, cilindrada de su motor, combustible utilizado o circuitos instalados por lo tanto los datos de partida van a ser diferentes en cada caso. Vamos a enumerar los datos de partida más importantes a tener en cuenta para la elaboración del proyecto, sus posibles variaciones y cuales serían sus consecuencias.

Puesto que la fuente de calor la obtenemos del refrigerante del motor tenemos que la **temperatura del lado caliente** rondará entre los 100°C-120°C, el **caudal del refrigerante** variará linealmente según sea el régimen de giro del motor y la tubería donde lo queramos calcular (es imperativo hallar ese dato ya que es un parámetro fundamental para el cálculo del intercambiador) y la **presión es constante, P = 1.5 bar**. Si ya existe un circuito de agua potable en vehículo tenemos los siguientes datos: la **capacidad** del depósito de agua potable en litros que nos dará mayor o menor tiempo para ducharse y mayor o menor autonomía de calefacción. Yo he colocado uno de 53L colocado bajo el chasis. La bomba de agua potable de dicha instalación dará un **caudal** máximo de agua y un **consumo eléctrico** determinado por el fabricante. Pensar que para ducharse en condiciones normales hace falta un caudal de aproximadamente 6L/min, si nuestra bomba suministra un caudal superior bastará que en el cálculo del intercambiador usemos un caudal de 7-8L/min puesto que de la otra manera saldrá sobredimensionado inútilmente. La **ubicación** del depósito de agua potable es importante ya que si está colocado bajo el chasis estará expuesto a condiciones climatológicas adversas y corre riesgo de congelación. En cambio si está colocado en el interior, la **temperatura del agua** será generalmente superior en comparación. Se realizarán los cálculos necesarios para abarcar un rango de temperaturas ambientales desde los 5°C hasta los 25°C. También habrá que tener en cuenta que si el depósito está fuera y toda la instalación de tuberías tendremos unas **pérdidas de calor** considerables en el depósito y en las tuberías según la longitud y aislamiento de las mismas.

1.4. Características más importantes del proyecto.

- Consigue producir un gran caudal de **agua caliente** sanitaria de manera **instantánea y continuada** cuando el motor del vehículo está en funcionamiento.

- Permite, asimismo, utilizarlo para que durante la marcha, se aproveche el calor del motor, siendo acumulado en el depósito de agua potable destinado a tal fin y tener **agua caliente sin estar el motor en marcha**.
- Permite disponer de una **calefacción estática de 40.000 KJ** aprox. con un depósito de 110 litros sin gasto alguno de gasoil ni de ningún otro tipo de fuente de energía. Las calefacciones estáticas a gasoil ofrecen entre 18.000 y 36.000 KJ/noche puesto que el consumo de gasoil suele estar comprendido entre 0.5 y 1 litros por noche.
- **Extremadamente rápido** puesto que calienta un depósito de 55 litros de agua a 25°C hasta los 37,5°C en **1,25 minutos** (capacidad del intercambiador de 33.600 watios y si estuviera a 5°C en menos de **4,1 minutos** (capacidad del intercambiador **40.500 watios**). Los calentadores eléctricos a 12V tienen todos por lo general 200 watios y 600 watios a 220V. Por lo tanto es **entre 67.5 y 202 veces más rápido que un calentador de agua eléctrico**.
- Sistema **totalmente ecológico**, que aprovecha el calor del motor del vehículo, sin influir en su desarrollo, aprovechando además el residual que, de otra manera se perdería al ambiente sin ser aprovechado.
- Consumo eléctrico insignificante.
- Libre de mantenimiento.
- Permite una total despreocupación, ya que no necesita abastecimiento y permanece siempre conectado.
- Libre de homologaciones
- Seguro al 100x100 puesto que no funciona con gas ni gasoil
- **Espacio requerido insignificante** siendo un factor importantísimo en este tipo de vehículos.
- Más económico que los calentadores eléctricos o a gas.
- Muchísimo más económico que las calefacciones estáticas.
- En el supuesto caso de que el vehículo ya disponga de una instalación de agua fría la mayoría de las piezas necesarias ya están compradas y colocadas y solo tendremos que añadir una cantidad mínima de piezas y modificaciones en la instalación. Esto es una gran ventaja no sólo económica sino material puesto que para obtener agua caliente y calefacción por otros medios existentes en el mercado es necesario el montaje y homologación de 3 equipos independientes, los cuales son costosos, pesados y ocupan un espacio muy significativo.

1.5. Posibles soluciones y solución adoptada.

1.5.1. Elección de la tubería de líquido refrigerante (lado caliente intercambiador):

Puesto que el circuito de refrigeración es diferente en cada motor y marca de automóviles y bastante complicado debido al gran número de tuberías, ubicación, accesibilidad, diferencia de diámetros etc. tenemos una gran variedad de posibilidades a la hora de colocar el intercambiador.

Para que sea coherente la instalación del intercambiador de calor (agua/agua) los caudales del lado frío y caliente del mismo deben de ser del mismo orden de magnitud. El caudal del lado frío viene determinado por la bomba de agua que coloquemos y será más que suficiente con 10L/min. Por lo tanto hemos de escoger una tubería del circuito de refrigeración del motor por la que circule un caudal similar (preferiblemente superior). Un primer paso para escoger esta tubería es descartar las tuberías cuyos diámetros interiores disten mucho de entre 10-15mm que es una medida adecuada para un caudal de 10L/min. De esta manera quedan descartadas a simple vista las tuberías más gordas y las más finas.

- El problema de escoger una tubería con excesivo diámetro es que el intercambiador necesario para cumplir con los requisitos que deseamos provocaría caída de presión o una obstrucción al paso de líquido refrigerante tal que el circuito de refrigeración correría peligro de no cumplir con su misión por verse aminorado el caudal debido a la obstrucción y provocar una avería del motor por sobrecalentamiento. Tampoco resultaría lógico colocar un intercambiador de dimensiones adecuadas para dicho caudal puesto que sería muy grande y costoso.
- Por otro lado, escoger una tubería demasiado fina (mucho menos caudal) conlleva a una menor potencia calorífica, es decir, que sería imposible conseguir que la temperatura del lado frío llegue a 80°C a no ser de que se aumenten considerablemente las dimensiones del intercambiador, opción que incrementa muchísimo el precio de dicha pieza.

En éste caso concreto voy a colocar el intercambiador en la tubería que va al interior del habitáculo que sirve para la calefacción.



1.5.2. Esquema circuito completo:

La primera idea que surgió y la más sencilla que cumplía con los objetivos que se querían alcanzar fue la de colocar una “t” en la tubería después de la bomba de agua que bifurcarse una tubería asta el grifo (agua fría) y la otra pasando por el intercambiador hasta el grifo (agua caliente). La pega que tiene este circuito hidráulico es que la única manera de tener agua caliente en nuestro grifo es teniendo el motor arrancado (más que suficiente al relentí). ver 3.1, gráficas temp. salida grifo pág 30.).

Para dar solución a este inconveniente se plantea mejorar el circuito para almacenar agua caliente en un depósito y así disponer de ella aún cuando el motor este parado. Para ello se me ocurrieron 2 ideas.

- La primera fue tener 2 depósitos de agua uno para fría y otro para caliente. así, aún cuando el motor está parado podemos disponer de agua a la temperatura que deseemos, desde la temperatura a la que se encuentre el depósito de agua fría hasta la temperatura a la que se encuentre el agua caliente en el otro depósito. El inconveniente de esta solución es que hay que comprar 2 depósitos, fijarlos al chasis o colocarlos dentro del habitáculo incrementando el peso total de la furgoneta y por tanto su consumo y disminuyendo el espacio interior (si se coloca en el interior únicamente). También habría que comprar 2 bombas de agua (una para cada depósito) lo cual aumenta considerablemente el precio de la instalación.
- La segunda idea que se me ocurrió elimina los inconvenientes de la primera. Es posible disponer de agua caliente aun con el motor parado sin necesidad de tener 2 depósitos y dos bombas de agua. Esta idea funciona de la siguiente manera: en lugar de mandar agua caliente a otro depósito, la recirculamos al depósito de agua fría mediante la activación de una electro válvula o una manual. De esta manera la temperatura del único depósito de agua potable aumenta hasta un máximo de 110°C. El inconveniente que tiene esta solución es que una vez calentada el agua a la temperatura deseada, bien para ducharse (a unos 30°C o a 90°C para tener calefacción estática) no se puede regular la temperatura del agua a la salida del grifo aunque giremos en un sentido u otro puesto que la caliente y la fría vienen de un mismo sitio común. Para solventar este inconveniente colocaremos una sonda en el depósito de agua y un termostato que corte la recirculación de agua caliente hacia el depósito una vez que este llegue a la temperatura deseada evitando que se caliente accidentalmente demasiado y no se pueda duchar por estar el agua a una temperatura excesivamente caliente.

La solución adoptada evidentemente es la 2ª puesto que el coste añadido es únicamente una “t”, un racor más para la entrada al depósito, escasos metros más de tubería, y un termostato con sonda. (Ver capítulo-planos-circuito hidráulico pág 74.)

1.5.3. Intercambiador agua/agua

El intercambiador de agua a colocar en la instalación no es libre en absoluto pues es el elemento fundamental de este proyecto, afecta enormemente a la instalación y requiere de un estudio amplísimo y minucioso que abarque la gran cantidad de variables y situaciones posibles que se pueden dar en la realidad.

- Hay que saber con exactitud la temperatura de salida del agua en función del caudal del lado frío, el caudal del lado caliente, la temperatura de entrada del lado frío y representarlo mediante matrices y gráficas en 3 dimensiones.
- Lo mismo para la temperatura de salida del lado caliente.
- Hay que obtener las pérdidas de presión para cada circuito (lado caliente y lado frío) en función del caudal.
- Por último hay que calcular la temperatura resultante de mezclar agua caliente proveniente del intercambiador con agua fría proveniente del depósito para averiguar si es viable o no la ducha. Dicha temperatura del agua que sale del grifo es función del caudal de agua fría y su temperatura, del caudal de agua caliente y su temperatura que está a su vez es función del caudal de agua que pasa por el intercambiador, de su temperatura de entrada y del caudal de refrigerante que pasa por el intercambiador. Estos datos se representan en varias matrices y gráficas en 3 dimensiones para cada intercambiador analizado y se decide la opción más correcta.

Como se puede intuir es tremendamente laborioso realizar la gran cantidad de cálculos para hallar los datos del primer punto, segundo y tercero. Para el cuarto punto hacen falta varias funciones polinómicas de orden 4 como mínimo para resolver el problema en cada intercambiador analizado. (Ver capítulo 2, modo ducha con motor encendido pág 66.).

Tras analizar todos los datos obtenidos del estudio de 3 intercambiadores Alfa Laval modelos: CB14-10H, CB14-14H y CB18-16H, el más idóneo de los 3 es el CB14-10H, incluso sobrepasa ampliamente las expectativas requeridas pero no se puede seleccionar un intercambiador más pequeño puesto que ese es el menor que fabrica Alfa Laval.

1.5.4. Ubicación del intercambiador agua/agua:

El lugar de colocación del intercambiador es libre y no afecta a la instalación pero aconsejo colocarlo en la zona del motor por las siguientes razones.

- Puesto que tiene unas dimensiones muy reducidas (208x78x30mm) se puede colocar en cualquier hueco del vano del motor cortando un trozo de tubería del refrigerante sustituyéndolo por el intercambiador. De esta manera evitamos comprar tubería de goma o del material que sea capaz de resistir las condiciones a las que estará sometido: temperaturas del orden de 120°C y presiones del orden de 1.5 bares. Al mismo tiempo que se ahorra materia se ahorra también en mano de obra.
- Aumenta la seguridad del circuito refrigerante del motor. No tiene igual importancia una avería en el circuito de refrigeración que en el de agua potable. Si colocamos el intercambiador en la parte trasera y no en la parte del motor habrá que llevar 2 tuberías del circuito refrigerante del motor por los bajos del vehículo, las cuales estarán expuestas a peligros adicionales como golpes por piedras, aplastamientos etc. Una avería en el circuito de refrigeración tiene muchísimas más repercusiones negativas que en el circuito de agua potable. Provocará un sobre calentamiento que arruinará el motor y nos dejará sin posibilidad de trasladarnos.

Por estos motivos colocaré el intercambiador en la zona del motor.

1.5.5. Tipo de bomba:

En el mercado se encuentran 2 tipos de bombas para estas instalaciones. (Ver capítulo 7, bombas pág 94)

- El primer grupo son las bombas sumergibles que se instalan dentro del propio depósito y su activación es eléctrica por medio de un interruptor. Cuando se coloca este tipo de bombas se utiliza unos grifos especiales que llevan alojado en su interior un interruptor para ponerla en marcha cuando se acciona el mando. La ventaja de estas bombas es que no ocupan un sitio adicional y dan un caudal del orden de 6 veces mayor (60L/min) con un consumo eléctrico parecido (5A). El inconveniente es que son enormemente más ruidosas y sobre todo que no dan apenas presión. Este último dato es precisamente el que la hace incompatible para esta instalación puesto que como se verá en los apartados siguientes necesitamos una presión de entre 0.4-1.0 bares (relativos) para que no entre en ebullición el agua dentro del intercambiador.
- El segundo grupo son las bombas de presión. No se pueden colocar dentro del depósito de agua sino atornilladas a algún soporte por medio de 4 silent bloks para no transmitir vibraciones al bastidor del vehículo, son tremendamente silenciosas y dan mucha presión (1.2-11.2 bares) aunque el caudal es menor contra mayor es la presión. Su accionamiento es mecánico, detectan una caída de presión mediante un presostato que llevan instalado en su interior al abrir el grifo y se ponen en marcha automáticamente dando un confort muy superior puesto que además se pueden utilizar grifos domésticos. Cuando se cierra el grifo aumenta la presión en la instalación inmediatamente y la bomba se detiene prácticamente en el momento manteniendo siempre una presión mínima regulada por el usuario.

Por estos motivos hay que colocar obligatoriamente una bomba de presión que llegue a dar una presión mínima de 1 bar. (Ver capítulo 2- cálculos- presión mínima en el circuito pág.72.).

1.5.6. Ubicación de la bomba de agua:

El lugar de colocación de la bomba es libre y no afecta a la instalación pero aconsejo colocarlo en la zona del motor por las siguientes razones.

- estará más protegida frente a las inclemencias del tiempo, no corre riesgo de mojarse, ensuciarse u oxidarse a pesar de circular largas distancias sobre suelo mojado
- Sobre todo estará lo más lejos posible del usuario por lo tanto aunque ya de por si sea muy silenciosa, en este emplazamiento resultara inapreciable ganando muchísimo en confort la instalación.
- En caso de colocara en los bajos de la furgoneta, cerca del depósito seria aconsejable protegerla con una caja hermética para prolongar su vida útil por lo tanto supone un coste añadido o una reducción de su vida útil.
- De colocarla en el interior perderemos espacio, confort y habrá que realizar mayor número de agujeros en el suelo para pasar tuberías.

1.5.7. Ubicación del depósito de agua potable:

El lugar de colocación del depósito es libre pero si afecta a la instalación así que será decisión del cliente tras sopesar las ventajas e inconvenientes.

- Si se coloca en el interior: la principal ventaja es que cuando queremos tener calefacción estática y tenemos nuestro depósito lleno de agua a unos 90°C, este calentará de forma natural por convección y de manera suave y agradable el habitáculo sin tener pérdidas al exterior dando mayor autonomía o mayor tiempo de calefacción. Otra ventaja es que se pueden colocar una gran variedad de depósitos universales que son más baratos que los que están fabricados específicamente para los bajos de un modelo concreto de furgoneta.
- Si se coloca en el exterior ganamos espacio interior y bajamos el centro de gravedad del vehículo sin embargo tiene pérdidas de calor al exterior cuando tiene agua caliente dentro y si queremos calefacción estática hay que conectar obligatoriamente la bomba para hacer circular el agua caliente y disponer de un radiador en el interior. Realmente es un ligero inconveniente puesto que el gasto eléctrico es reducido y el ruido ocasionado por la bomba y todo lo demás es pequeño pero aun así siempre será mayor que de la otra manera.

1.5.8. Capacidad del depósito:

Este parámetro queda a la libre elección del cliente. Solo tiene que saber que a mayor capacidad del depósito mayor autonomía de calefacción estática tendrá y que en torno a los 30 litros de agua es una cifra razonable para ducharse 2 personas. No obstante no aconsejo pasar de los 100 litros por razones de peso y consumo de combustible.

1.5.9. Intercambiador agua/aire:

El radiador de agua a colocar en la instalación no es libre puesto que tiene que cumplir varias condiciones:

- La potencia calorífica de calefacción de un vehículo es de 500W a 4000W dependiendo de la velocidad de giro del ventilador y estos suelen tener por lo general 4 velocidades de giro seleccionables desde el salpicadero.
- Para obtener dicha potencia, no depende tanto del radiador sino más bien del caudal de aire que lo atraviesa. Por lo tanto debe de tener unas dimensiones ajustadas al conducto que conduce el caudal de aire que suele ser de unos 15 centímetros de diámetro aproximadamente por lo tanto las dimensiones del radiador son muy reducidas.
- Puesto que vamos a colocar 2 ventiladores helicoidales de dimensiones 120 x 120 x 25 mm (ver capítulo 7-anexos-ventiladores), bastará que las dimensiones del radiador sean tales que se puedan colocar estos dos ventiladores acoplados en una de sus caras. No importa como estén colocados, los 2 en vertical, horizontal o en diagonal. Se puede colocar un radiador mayor aunque perderemos sitio inútilmente.

- Que el número de tomas del radiador sean 2 (una entrada y una salida). Existen radiadores para vehículos que se podrían ajustar muy bien a las condiciones impuestas en los apartados anteriores pero que tienen 3 tomas generalmente, además 2 de ellas tienen un diámetro muy grande por lo tanto habría que cerrar una.
- Que los diámetros de las tomas sean de entre 10 y 20 mm. para no tener que añadir piezas auxiliares y acoplar nuestra tubería de agua caliente directamente.

Por todos estos motivos la solución adoptada es colocar un radiador comercial de habitáculo de un vehículo o radiador del motor de una moto de cilindrada media.

1.5.10. Ventiladores

Existen 2 grandes tipos de ventiladores, helicoidales y centrífugos. Generalmente para la ventilación del habitáculo de los vehículos se emplea siempre un ventilador de tipo centrífugo que dan un caudal de aire de aproximadamente entre 0 y 260 m³/h. Dan menos caudal que los helicoidales a costa de dar mas presión. Así que para dar el mismo caudal que da un centrífugo un helicoidal consume muchísimo menos energía eléctrica y adema son muy planos.

Para aprovechar el espacio interior vamos a colocar ventiladores helicoidales que tienen muy poco fondo (extraplanos, 25mm), un consumo de 2-3W únicamente y un caudal de aire de 145 m³/h cada uno. Para hacerse una idea del consumo se puede comparar con la luz de techo que suele ser de 10W.

1.5.11. Tuberías agua fría (diámetro y material)

Para agilizar el montaje y ser más eficiente sin tener que comprar adaptadores o piezas auxiliares el diámetro de la tubería deberá coincidir con el diámetro de las tomas de la bomba eléctrica que se instale. En el caso de la bomba flopower FL-30 se trata de un diámetro de 13.5mm.

El material de la tubería de agua fría no deberá desprender olores ni mal sabor al agua y tampoco ser tóxico

1.5.12. Tubería agua caliente (diámetro y material)

Tendrá que resistir una temperatura de 90°C, una presión de 1,2 bares y ser lo más flexible posible. Según los materiales con los que estén fabricadas las tuberías de goma podrán ser más o menos flexibles pero en el mercado es complicado encontrar un artículo que satisfaga todas las condiciones impuestas. Para resistir esa temperatura suelen tener un espesor considerable por lo tanto le dan un diámetro exterior mucho mayor y lo hace muy rígida.

Sin embargo en el sector de la automoción las tuberías de goma utilizadas aguantan perfectamente la presión y temperatura teniendo unos espesores de pared pequeños que las hacen muy manejables y flexibles.

Otra opción es utilizar tubería de cobre recocido que es más barato que las tuberías de goma de automoción, es bastante maleable, no es tóxico y existen gran cantidad de piezas específicas para calefacción.

1.5.13. Vaso de expansión:

Elimina los ruidos intermitentes de las bombas de presión propios de su funcionamiento y mantiene constante la presión de la instalación de agua.

Alarga la vida de la bomba, del boiler y reduce el consumo de agua al evitar los cambios bruscos de caudal. Presión máxima 6 bares. Se instala en la tubería principal a continuación de la bomba.

1.5.14. Ubicación del vaso de expansión:

Aconsejo colocarlo en el mismo sitio que la bomba por las mismas razones. (Ver apartado 1.5.6 Pág. 14)

1.5.15. Electro válvulas:

Aunque resulta más caro que la alternativa de colocar válvulas manuales resulta muchísimo más cómodo, seguro y fácil de automatizar.

- Para el caso de la electro-válvula que actúa en el circuito de la recirculación de agua caliente al depósito, como solo tiene sentido esa situación cuando el vehículo esta en marcha es prácticamente necesario que la activación o desactivación se pueda realizar desde el puesto de conducción con solo pulsar un botón. De la otra manera el conductor deberá parar el coche, bajarse y accionar la válvula allá donde esté.
- Y para el caso de la electro-válvula que actúa en el circuito de la calefacción adicional o estática ofrece la posibilidad de acoplar un termostato programable que la desactive tras un periodo de tiempo, tras bajar la temperatura de un cierto nivel, a cierta hora de la noche, etc. Y todo eso mientras el usuario esta durmiendo.

Tienen que estar hechas para funcionar con una tensión de entre 11 y 14V y tener una sección de paso semejante a la tubería que se le conecte a ella para no crear una caída de presión del agua tras su paso por la electro-válvula. Deberán aguantar también temperaturas de hasta 100°C.

1.5.16. Grifo:

En el mercado podemos encontrar 3 grandes grupos de grifos para colocar en esta instalación:

- Los grifos especialmente diseñados para furgonetas y caravanas que tienen un interruptor alojado en su interior para activar la bomba de agua. Se colocan cuando la bomba colocada es sumergible y no de presión. Por esa razón no interesa colocar este tipo de grifo ya que la bomba a colocar tiene que ser necesariamente de presión.
- Los grifos domésticos son la elección más económica y fiable en cuanto a relación calidad-precio y existe una gran variedad de modelos a elegir.
- Los grifos termostáticos presentan una serie de ventajas sobre cualquier otro tipo de grifo, que es preciso conocer:
 - ✓ *Comodidad*: el agua sale siempre a la misma temperatura.
 - ✓ *Ahorro*: se consigue la temperatura deseada con mayor rapidez que con cualquier otro tipo de grifo.
 - ✓ *Constancia*: aunque se cierre y abra el grifo, la temperatura se mantiene constante.
 - ✓ *Confort*: El cartucho automáticamente compensa las variaciones de temperatura que se producen cuando el grifo se cierra y se vuelve a abrir (debido al sobrecalentamiento del agua en el interior del calentador).
 - ✓ *Seguridad*: en el caso improbable de que se interrumpa el suministro de agua fría, el cartucho corta automáticamente el agua caliente, con lo que el riesgo de quemaduras se evita. El tope de seguridad está a 38 °C.
 - ✓ *Calibrado*: todos los grifos se calibran en fábrica a 38° C
 - ✓ *Fiabilidad*: al ser el cuerpo del cartucho de material sintético totalmente anticalcáreo, es insensible a las deposiciones de cal.

Por estas razones aconsejo firmemente colocar un grifo termostático para ganar en comodidad y seguridad. (ver capítulo 7-anexos-grifos termostáticos Pág. 102)

1.5.17. Interruptores:

El tipo o forma de los interruptores queda a la libre elección del cliente según dónde va a colocarlos y el modelo de furgoneta que tenga para que no destaquen demasiado o incluso que puedan ir a juego con el salpicadero.

1.5.18. Cableado:

Seguir las indicaciones del esquema del circuito eléctrico en cuanto a las secciones de los cables según su cometido y en cuanto a los colores se recomienda utilizar el rojo o azul para el terminal positivo y negro o marrón para el terminal negativo.

1.5.19. Termostato:

Deberá tener una sonda para colocarla en el depósito de agua que no sea tóxica y a ser posible que este tenga la posibilidad de ser programado.

1.5.20. Resistencia para el agua:

No es obligatorio pero es aconsejable sobre todo si el depósito de agua es exterior y viajamos por zonas con climas muy fríos. Se fija mediante contratuerca a la pared del depósito. Evita la congelación al disponer de termostato que se acciona a los 5°C. Consumo aprox.: 30 W.

2 CÁLCULOS

2. CÁLCULOS

INDICE

1. Caudal en el circuito de refrigeración
 - 1.1. mediante tubo de venturi
 - 1.1.1. Tubo de venturi.
 - 1.1.2. Definición.
 - 1.1.3. Funcionamiento
 - 1.1.4. Diseño y fabricación de un tubo venturi personalizado.
 - 1.1.5. Mediciones obtenidas con el manómetro diferencial.
 - 1.1.6. Caudales.
 - 1.2. mediante caudalímetro digital
 - 1.2.1. Tipo de caudalímetro usado
 - 1.2.2. Montaje
 - 1.2.3. Caudales
2. Presiones en el circuito de refrigeración
 - 2.1. Diseño y fabricación de piezas auxiliares
 - 2.2. Datos obtenidos
 - 2.2.1. Presión a la salida de la culata
 - 2.2.2. Diferencia de presión entre la salida de la culata y la entrada a la bomba de agua.
 - 2.2.3. Presión a la entrada de la bomba de agua.
3. Intercambiador agua agua
 - 3.1. Temp. salida lado frío frente a caudales frío/caliente
 - 3.1.1. Alfa Laval CB18-16H
 - 3.1.2. Alfa Laval CB14-14H
 - 3.1.3. Alfa Laval CB14-10H
 - 3.2. Temp. salida lado caliente frente a caudales frío/caliente
 - 3.2.1. Alfa Laval CB18-16H
 - 3.2.2. Alfa Laval CB14-14H
 - 3.2.3. Alfa Laval CB14-10H
 - 3.3. Capacidad intercambiador
 - 3.3.1. Alfa Laval CB18-16H

- 3.3.2. Alfa Laval CB14-14H
- 3.3.3. Alfa Laval CB14-10H
- 3.4. Pérdidas de Presión en lado frío y lado caliente (agua/anticongelante)
 - 3.4.1. Alfa Laval CB18-16H
 - 3.4.2. Alfa Laval CB14-14H
 - 3.4.3. Alfa Laval CB14-10H
- 3.5. Análisis de datos y conclusiones
 - 3.5.1. Alfa Laval CB18-16H
 - 3.5.2. Alfa Laval CB14-14H
 - 3.5.3. Alfa Laval CB14-10H
- 3.6. Comparativa de pérdidas de presión en lado frío y lado caliente.
- 4. Modo ducha con motor parado
- 5. Modo ducha con motor encendido (al relenti)
 - 5.1. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H ($T_{fe}=5^{\circ}\text{C}$)
 - 5.2. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H ($T_{fe}=25^{\circ}\text{C}$)
 - 5.3. Análisis de datos y conclusiones
- 6. Calefacción adicional
 - 6.1. Potencia deseada
 - 6.2. Flujo volumétrico /Caudal de aire
 - 6.3. Dimensiones estimadas del radiador
- 7. Calefacción estática
 - 7.1. Energía necesaria (comparando con calefacción webasto 0.5L/noche)
 - 7.2. Energía disponible
 - 7.3. Alternativas para aumentar la energía almacenada
 - 7.4. Tiempo disponible estimado de calefacción estática
- 8. Presión mínima en el circuito de agua.

1. Caudal en el circuito de refrigeración.

Para averiguar el caudal exacto que pasa por la tubería de refrigeración que hemos escogido ha sido necesaria la fabricación de un tubo de venturi.

1.1. Mediante Tubo de Venturi

1.1.1. Tubo de Venturi

El Tubo de Venturi fue creado por el físico e inventor italiano Giovanni Battista Venturi (1.746 – 1.822). Según él este era un dispositivo para medir el gasto de un fluido, es decir, la cantidad de flujo por unidad de tiempo, a partir de una diferencia de presión entre el lugar por donde entra la corriente y el punto, calibrable, de mínima sección del tubo, en donde su parte ancha final actúa como difusor.

1.1.2. Definición

Es un dispositivo que origina una pérdida de presión al pasar por él un fluido. En esencia, éste es una tubería corta recta, o garganta, entre dos tramos cónicos. La presión varía en la proximidad de la sección estrecha; así, al colocar un manómetro o instrumento registrador en la garganta se puede medir la caída de presión y calcular el caudal instantáneo, o bien, uniéndola a un depósito carburante, se puede introducir este combustible en la corriente principal.

Las dimensiones del Tubo de Venturi para medición de caudales, tal como las estableció Clemens Herschel, son por lo general las que indica la figura 1. La entrada es una tubería corta recta del mismo diámetro que la tubería a la cual va unida $\varnothing 18\text{mm}$. El cono de entrada, que forma el ángulo $\alpha_1=26,56^\circ$, conduce por una curva suave a la garganta de diámetro $d_1=8\text{mm}$. Un largo cono divergente, que tiene un ángulo $\alpha_2=7,9^\circ$, restaura la presión y hace expandir el fluido al pleno diámetro de la tubería. El diámetro de la garganta varía desde un tercio a tres cuartos del diámetro de la tubería.

La principal ventaja del Venturi estriba en que sólo pierde un 10 - 20% de la diferencia de presión entre la entrada y la garganta. Esto se consigue por el cono divergente que desacelera la corriente.

Es importante conocer la relación que existe entre los distintos diámetros que tiene el tubo, ya que dependiendo de los mismos es que se va a obtener la presión deseada a la entrada y a la salida del mismo para que pueda cumplir la función para la cual está construido. La entrada convergente tiene un ángulo incluido de alrededor de 21° , y el cono divergente de 7 a 8° . La finalidad del cono divergente es reducir la pérdida global de presión en el medidor; su eliminación no tendrá efecto sobre el coeficiente de descarga.

La presión se detecta a través de una serie de agujeros en la admisión y la garganta; estos dos agujeros conducen a un sensor de diferencial de presión.



1.1.3. Funcionamiento de un tubo de Venturi

En el Tubo de Venturi el flujo desde la tubería principal en la sección 1 se hace acelerar a través de la sección angosta llamada garganta, donde disminuye la presión del fluido. Después se expande el flujo a través de la porción divergente al mismo diámetro que la tubería principal. En la pared de la tubería en la sección 1 y en la pared de la garganta, a la cual llamaremos sección 2, se encuentran ubicados ramificadores de presión. Estos ramificadores de presión se encuentran unidos a los dos lados de un manómetro diferencial de tal forma que la deflexión h es una indicación de la diferencia de presión $p_1 - p_2$. Por supuesto, pueden utilizarse otros tipos de medidores de presión diferencial.

La ley de conservación de la masa establece que en un flujo estacionario toda la masa que entra por un lado de un recinto debe salir por otro, lo que implica que la velocidad debe ser mayor en la parte más estrecha del tubo

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1)$$

Por otro lado, la ley de Bernouilli establece que para dos puntos situados en la misma línea de corriente se cumple

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_l = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2)$$

Estas ecuaciones son válidas solamente para fluidos incomprensibles, en el caso de los líquidos. Para el flujo de gases, debemos dar especial atención a la variación del peso específico γ con la presión.

$$v_2^2 - v_1^2 = 2g \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right) + (Z_1 - Z_2) - h_l \right]$$

Pero $v_2^2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 = v_1^2$. Por consiguiente tenemos,

$$v_2^2 \left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right] = 2g \left[\left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right) + (Z_1 - Z_2) - h_l \right] \quad (3)$$

Se pueden llevar a cabo dos simplificaciones en este momento. Primero, la diferencia de elevación $(z_1 - z_2)$ es muy pequeña, aun cuando el medidor se encuentre instalado en forma vertical. Por lo tanto, se desprecia este término. Segundo, el termino h_l es la pérdida de la energía del fluido conforme este corre de la sección 1 a la sección 2. El valor h_l debe

determinarse en forma experimental. Pero es más conveniente modificar la ecuación (3) eliminando h_1 e introduciendo un coeficiente de descarga C:

$$v_2 = Cd \sqrt{\frac{2g \left(\frac{P_1 - P_2}{\gamma} \right)}{1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2}} \quad (4)$$

Puesto que $Q = A_2 v_2$, tenemos:

$$Q = A_2 v_2 = A_2 Cd \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho(1 - \beta^4)}} \quad (5) \quad \beta = \frac{D_2}{D_1} = \frac{8}{18} = 0.44$$

1.1.4. Diseño y fabricación de un tubo venturi personalizado

Datos de mi tubo de Venturi:

- ✓ $D_1 = 18\text{mm}$, $D_2 = 8\text{mm}$, $\beta = D_2/D_1 = 0.444$
- ✓ ρ (agua +40%ethyl glicol) = 1022kg/m^3
- ✓ μ (agua +40%ethyl glicol 110°C) = 0.506cP

El valor del coeficiente C_d depende del número de Reynolds del flujo y de la geometría real del medidor. Para calcular el número de Reynolds necesito saber la viscosidad cinemática del fluido en la sección 1 (entrada), que es igual a la viscosidad dinámica dividido por su densidad.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0.00506}{1.022} = 0.005 \text{ cm}^2/\text{s} = 5 \cdot 10^{-7} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Estimo que el caudal que pasara por el venturi será de aproximadamente $2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4Q}{\Pi D_1^2} = \frac{4 \cdot 2}{3600 \cdot \Pi \cdot 0.018^2} = 2.18 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{V_1 D_1}{\nu} = \frac{2.18 \cdot 0.018}{5 \cdot 10^{-7}} = 8 \cdot 10^4 \rightarrow \text{Tablas}(\beta, \text{Re}) \quad C_d = 0.97$$

$$Q = A_2 v_2 = A_2 C_d \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho(1-\beta^4)}} \quad (5)$$

$$\frac{2}{3600} = \frac{0.97 \cdot \pi \cdot 0.018^2}{4} \sqrt{\frac{2\Delta P}{1022(1-0.44^4)}} \rightarrow \Delta P = 0.64 \text{ bar}$$

Este resultado de $\Delta P = 0.64 \text{ bar}$ significa que si realmente hay un caudal de $2 \text{ m}^3/\text{h}$ con el manómetro diferencial y el venturi utilizado deberíamos obtener esta diferencia de presiones (0.64 bar).

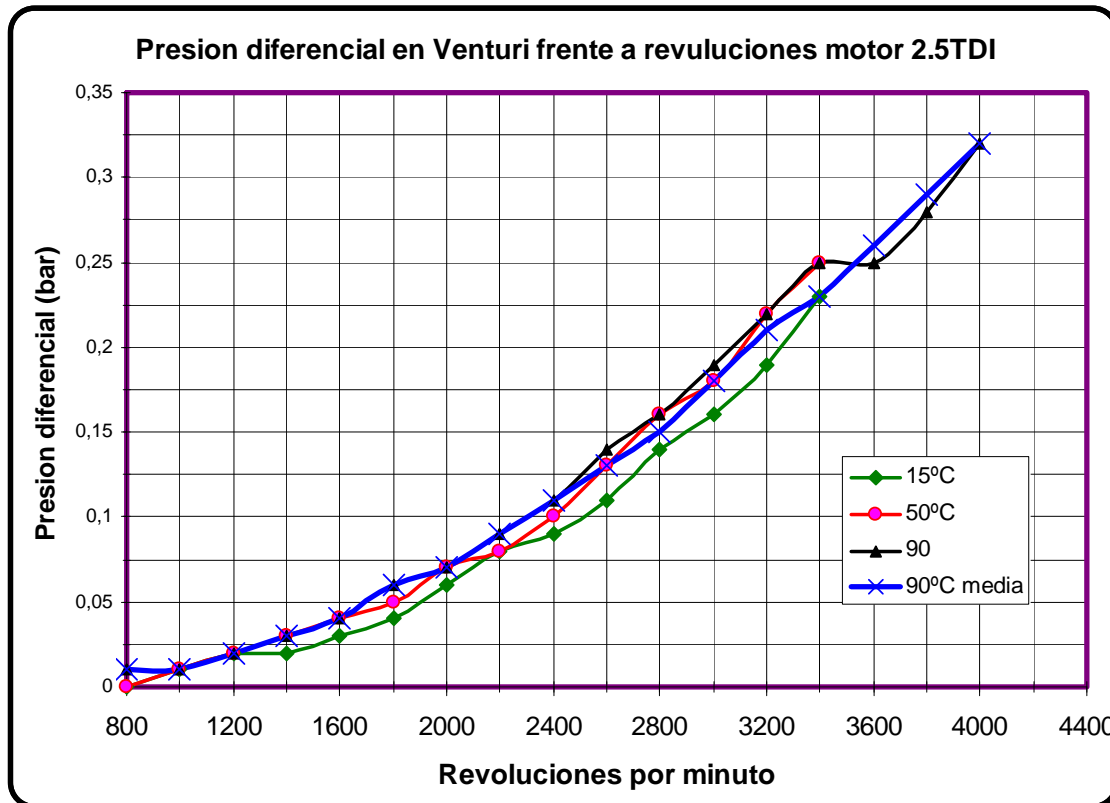
Puesto que el manómetro diferencial que vamos a utilizar tiene un fondo de escala que va desde menos 1 bar hasta 4 bares y una precisión de centésimas de bar, es adecuado para este montaje.

Despejando ΔP de la ecuación (5) tenemos que:

$$Q = 7.920926 \cdot 10^{-3} \sqrt{\Delta P} \quad (6)$$

(Tener en cuenta que nuestro manómetro mide en bares y para hallar el caudal en la fórmula anterior hay que introducir ΔP en Pascales, es decir multiplicando por 10^5)

1.1.5. Mediciones obtenidas con el manómetro diferencial.



1.2. Mediante Caudalímetro

1.2.1. Tipo de caudalímetro utilizado

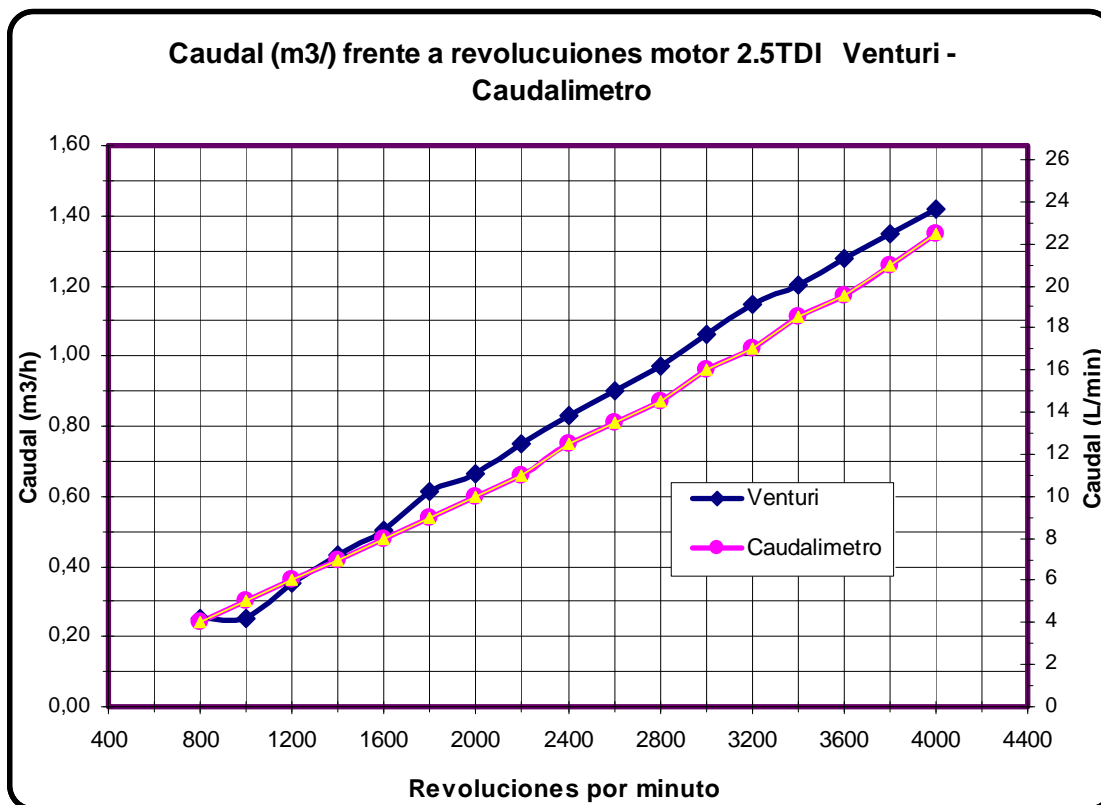
Modelo: SMC FLOW SWICH PFW 740-F04-67Q (ver capítulo 7-anexos-caudalímetros digitales SMC Pág.104). El tipo de medición se basa en el vórtice Karman, el cual mide la frecuencia en que los vórtices que se forman en la calle de vórtices de Karman se desprenden alternativamente de la izquierda y derecha creando una pequeña depresión cada vez que esto ocurre.

1.2.2. Montaje

Colocaremos el caudalímetro intercalándolo en serie en la tubería donde deseamos conocer el caudal. Puesto que es digital y necesita una fuente de alimentación de entre 12-24V CC lo podemos conectar directamente a la batería del vehículo.



1.2.3. Caudales



2. Presiones en el circuito de refrigeración.

2.1. Diseño y fabricación de piezas auxiliares

Después de comprobar que el caudal aumenta linealmente con el régimen de giro del motor debemos averiguar que es lo que sucede con la presión puesto que si sube al cuadrado del aumento de revoluciones podría explotar el intercambiador si la presión sube por encima de la máxima que puede soportar.

Para ello hemos fabricado 3 piezas cilíndricas que colocaremos en las tuberías de refrigeración de un motor 1.6 de gasolina de un citroen ZX en el laboratorio de ensayos de la Universidad Publica de Navarra. Las dimensiones de estas piezas auxiliares son totalmente

arbitrarias siempre y cuando se puedan conectar los manguitos del motor a ellas y el diámetro interior de la pieza sea lo más parecido posible al diámetro interior de los manguitos a fin de no causar pérdidas de presión. Es importante fabricar estas piezas auxiliares de un material que soporte temperaturas de 150°C sin deformarse como por ejemplo aluminio o acero. ATENCION: ¡no utilizar PVC!

1. Una en la tubería principal lo más cerca posible de la salida de la culata.
2. Otra toma de presión lo más cerca posible a la entrada de la bomba centrífuga en el bloque del motor
3. Y la tercera toma en la tubería del circuito de calefacción del interior del coche.

A un manómetro diferencial hemos conectado las tomas 1 y 3 y a otro manómetro la 2, dejando la toma restante del manómetro a la presión atmosférica.



Toma de presión nº1



Toma de presión nº2



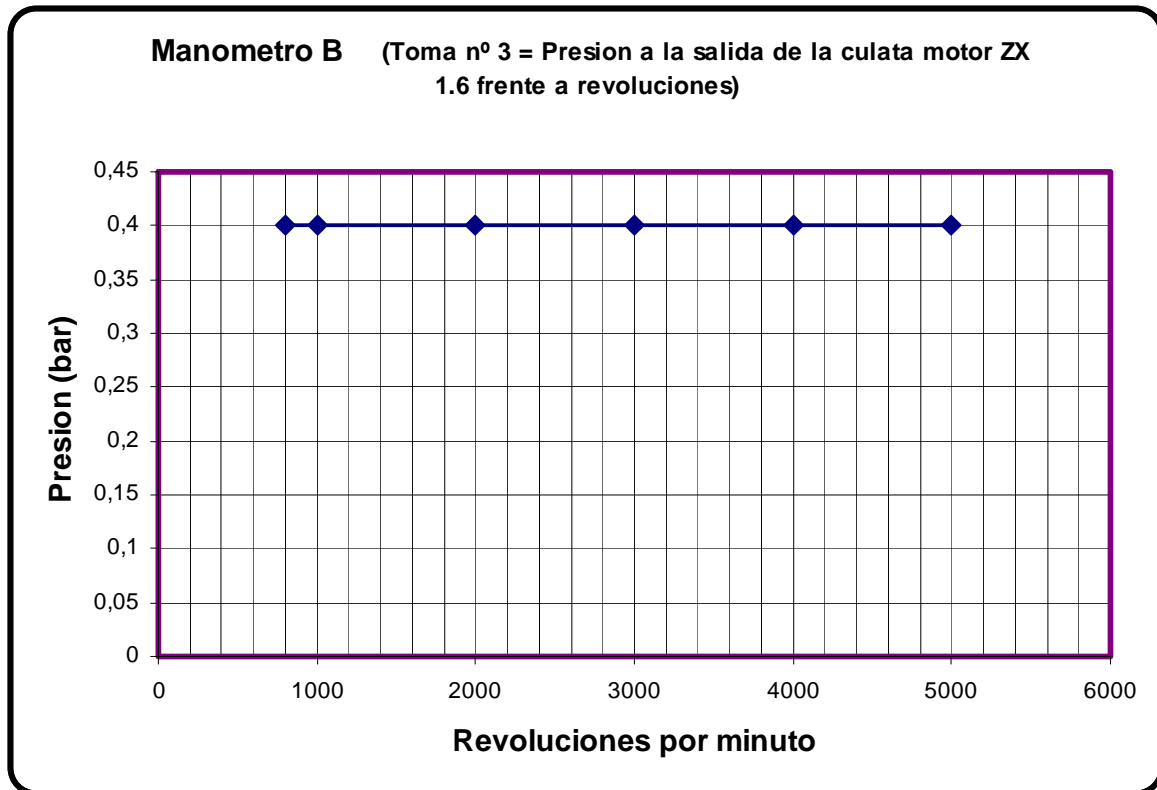
Toma de presión nº3



Manómetro A y B respectivamente

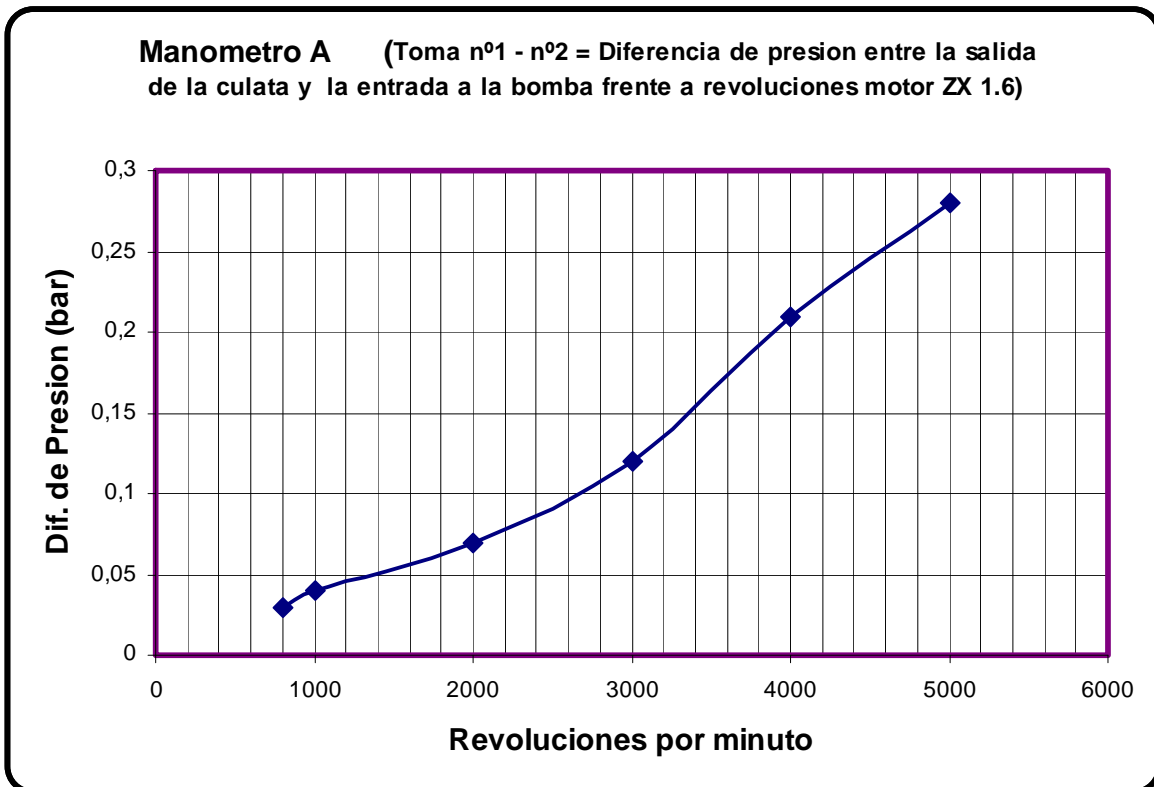


2.2. Presión a la salida de la culata

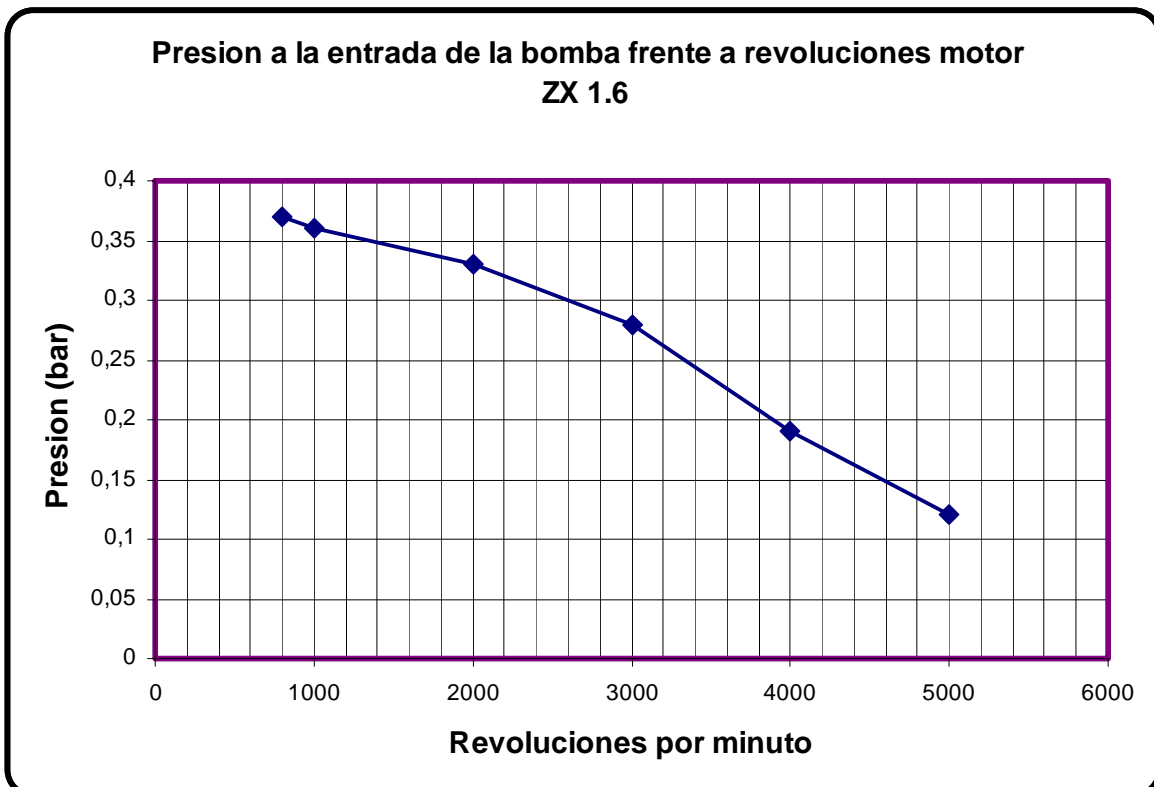


Como podemos comprobar tras la observación de las 3 gráficas anteriores y en particular la primera, vemos que la **presión a la salida de la culata se mantiene constante a 0.4 bares**. Por lo tanto no hay ningún peligro para el intercambiador de calor CB14, CB16 puesto que aguantan presiones de diseño de 30 bares.

2.3. Diferencia de presión entre la salida de la culata y la entrada a la bomba de agua.



2.4. Presión a la entrada de la bomba de agua.

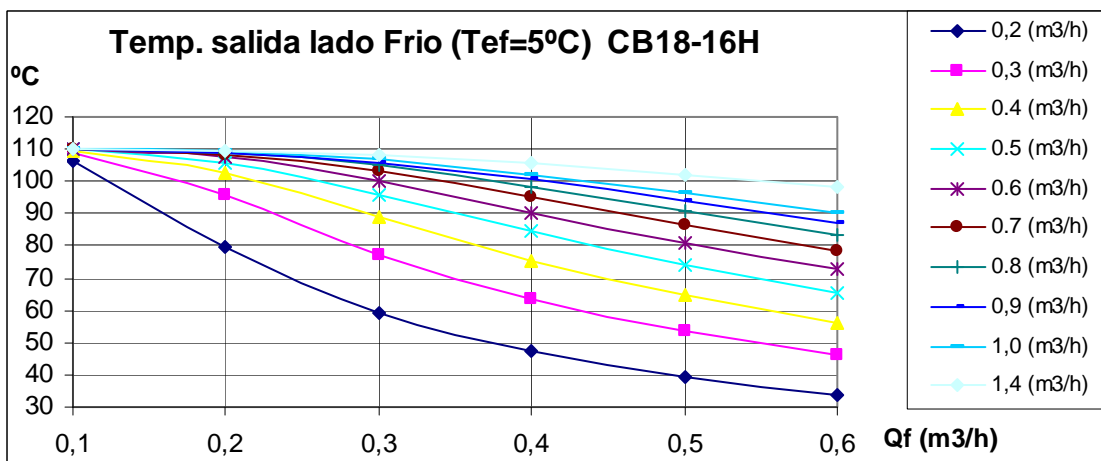
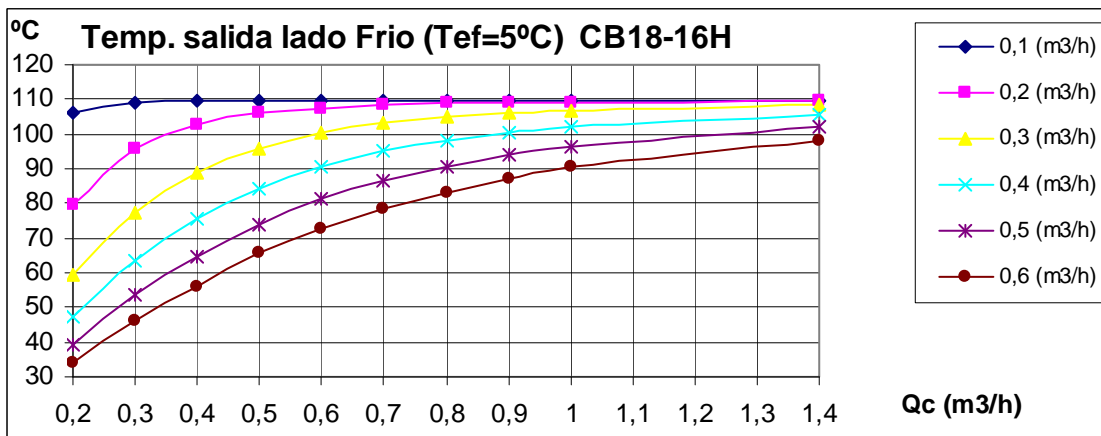
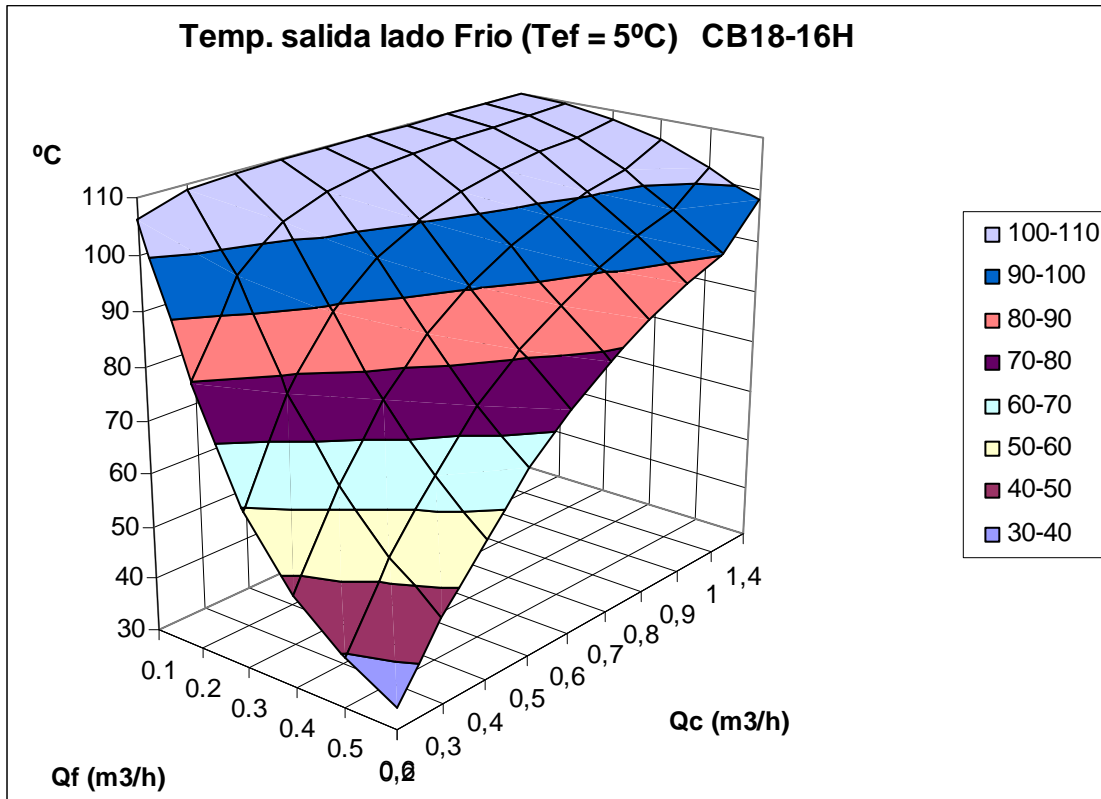


3. Calculo intercambiador agua agua para calentar agua fría.

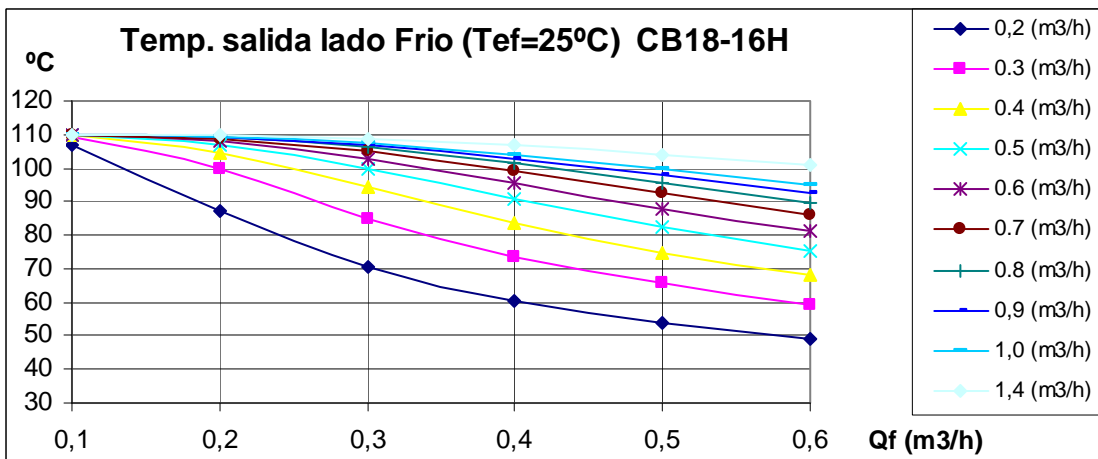
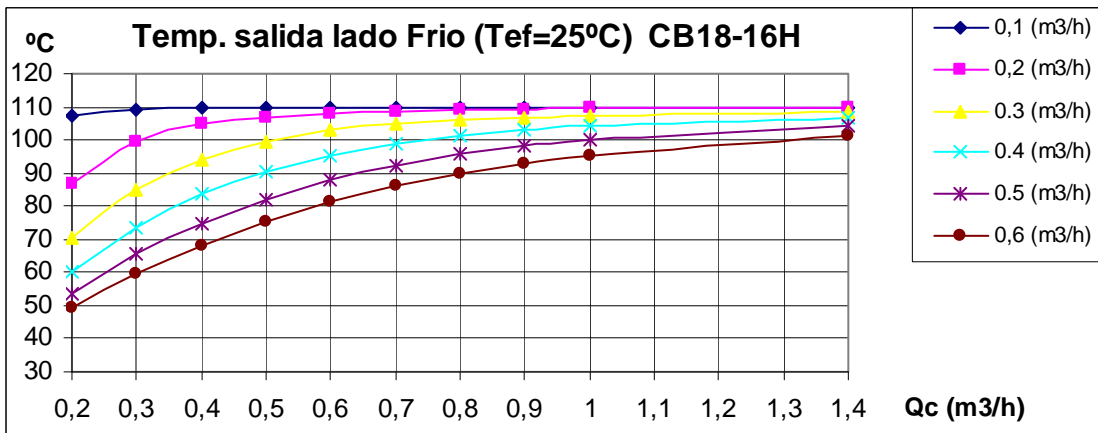
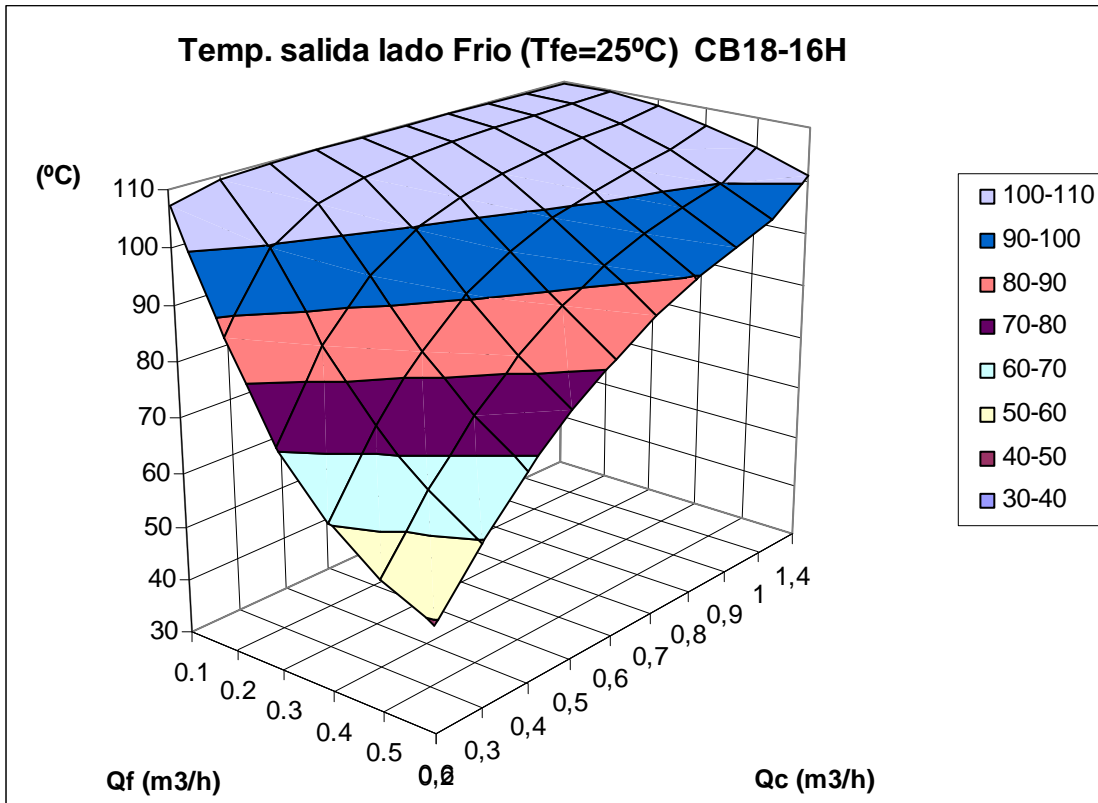
3.1. Temp. salida lado FRIO frente a caudales frío/caliente

3.1.1. Alfa Laval CB18-16H

Temp. Salida lado frío (Tfe=5°C) CB18-16H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	106,1	79,7	59,3	47,2	39,4	33,9
0,3	109	95,8	77,4	63,3	53,4	46,2
0,4	109,6	102,9	88,9	75,5	64,8	56
0,5	109,8	106	96	84,5	74	65,5
0,6	109,9	107,5	100,3	90,5	81,2	72,8
0,7	109,9	108,3	103	95,2	86,5	78,6
0,8	109,9	108,8	104,8	98,3	90,7	83,3
0,9	109,9	109,1	106	100,5	94	87,1
1	109,9	109,2	106,8	102,2	96,4	90,3
1,4	109,9	109,6	108,3	105,8	102,3	98

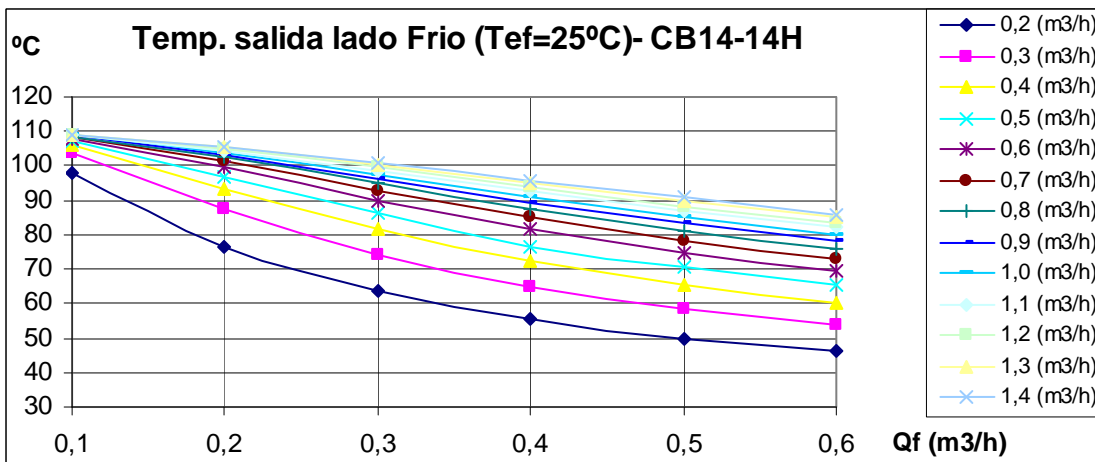
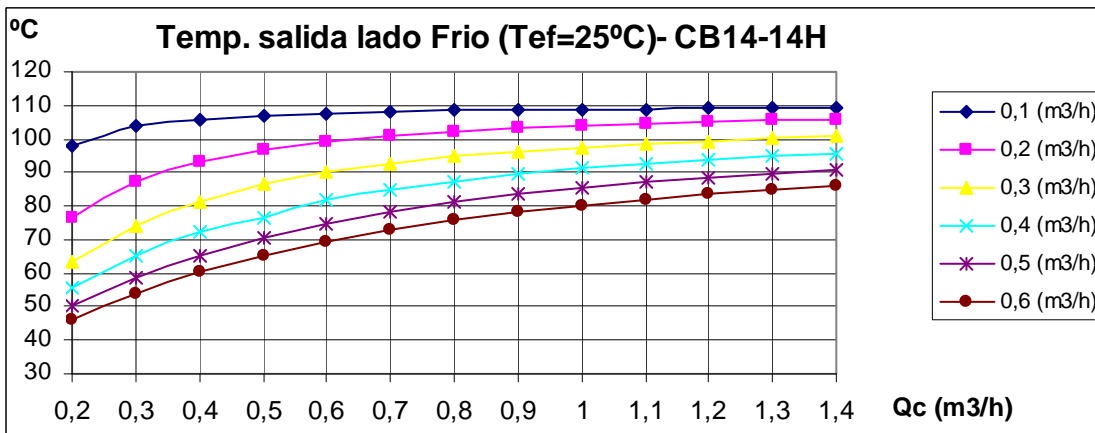
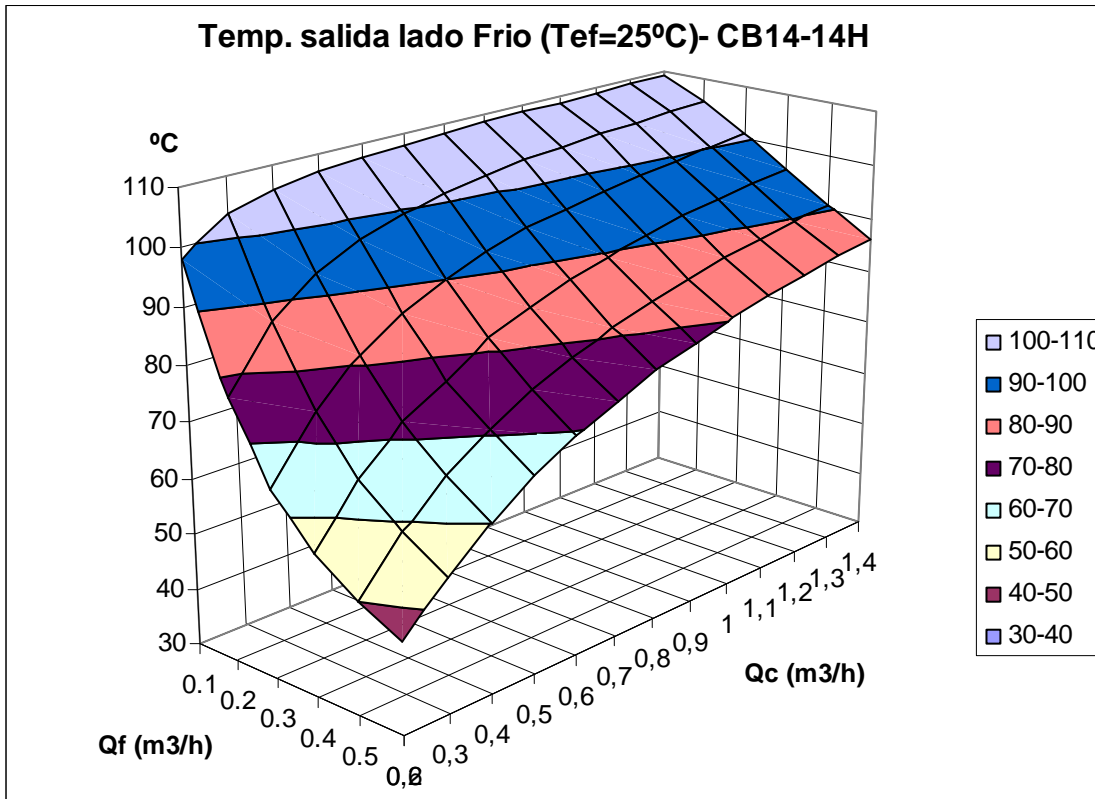


Temp. Salida lado frío (Tfe=25°C) CB18-16H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	107,1	87	70,5	60,4	53,8	49,2
0,3	109,3	99,5	85,1	73,7	65,5	59,5
0,4	109,7	104,8	94,2	83,6	75	68,2
0,5	109,8	107	99,6	90,6	82,2	75,5
0,6	109,9	108,1	102,8	95,4	88	81,2
0,7	109,9	108,7	104,9	98,9	92,4	86
0,8	109,9	109,1	106,2	101,3	95,6	89,7
0,9	109,9	109,3	107	103	98	92,7
1	109,9	109,5	107,6	104,2	99,9	95,2
1,4	109,9	109,7	108,8	106,9	104,2	101



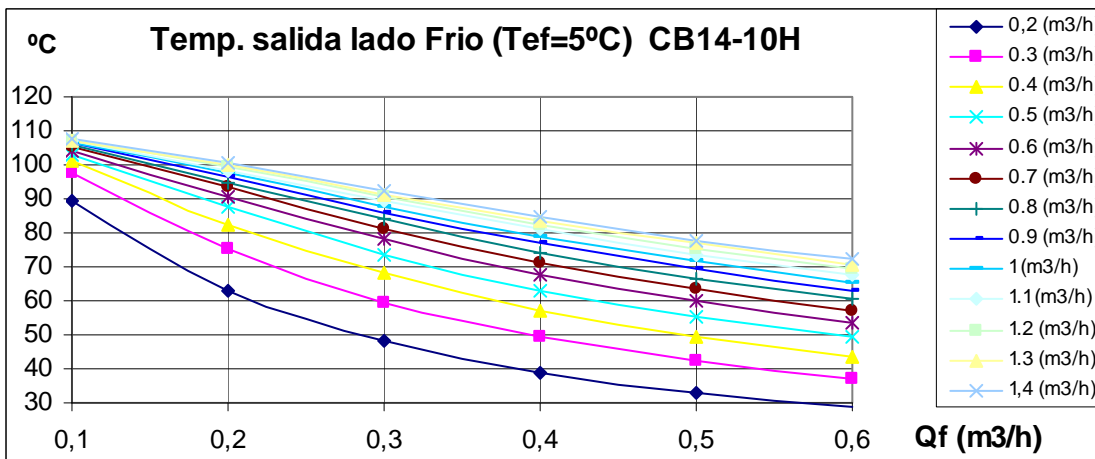
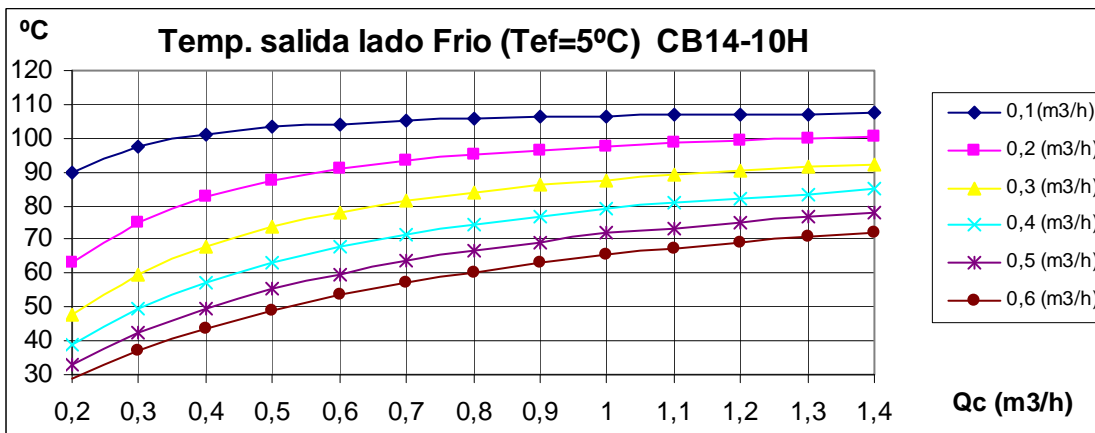
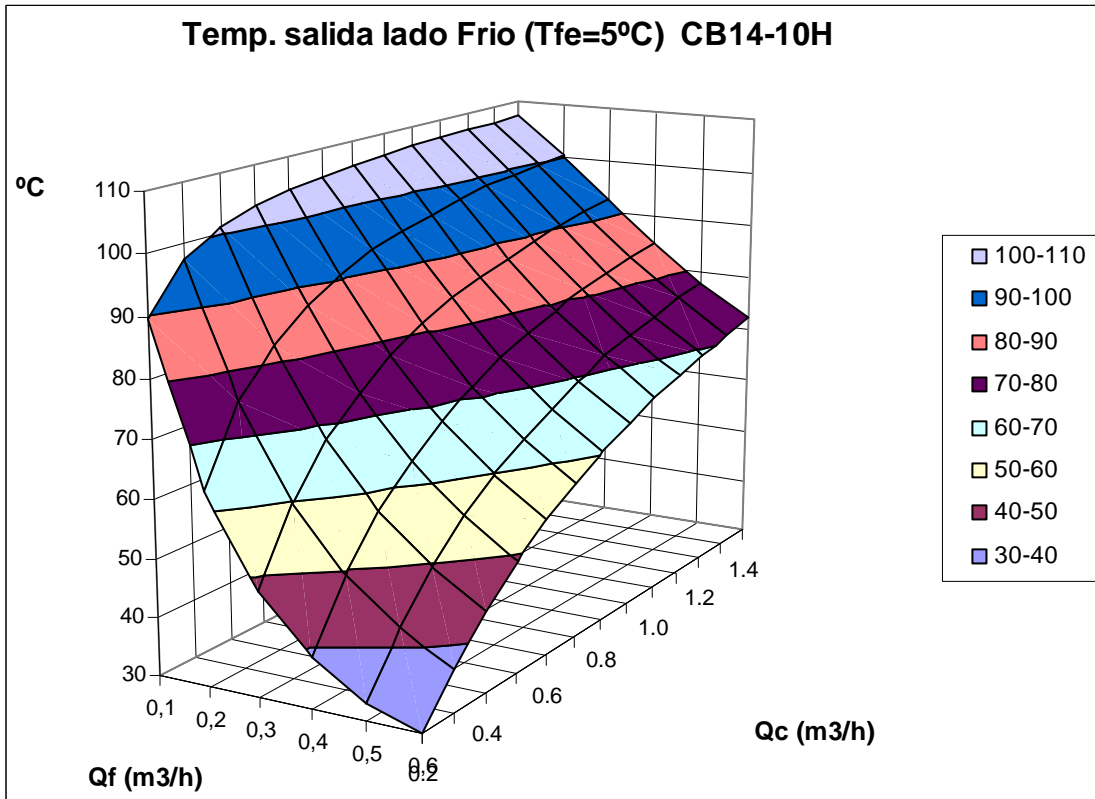
3.1.2. Alfa Laval CB14-14H

Temperatura salida lado frío (Tfe=25°C) CB14-14H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	98,2	76,7	63,4	55,4	50	46,2
0,3	103,7	87,2	74,2	65,1	58,7	54
0,4	105,9	93,4	81,4	72,2	65,4	60,2
0,5	107,1	97	86,4	76,6	70,7	65,2
0,6	107,7	99,4	90	81,7	74,9	69,4
0,7	108,1	101,2	92,8	84,9	78,3	72,8
0,8	108,4	102,3	94,8	87,5	81,1	75,8
0,9	108,7	103,3	96,3	89,5	83,4	78,2
1	108,8	104	97,5	91,2	85,3	80,2
1,1	108,9	104,6	98,6	92,7	87	82
1,2	109	105	99,4	93,7	88,3	83,5
1,3	109,1	105,4	100,2	94,9	89,7	85
1,4	109,1	105,7	100,9	95,7	90,7	86

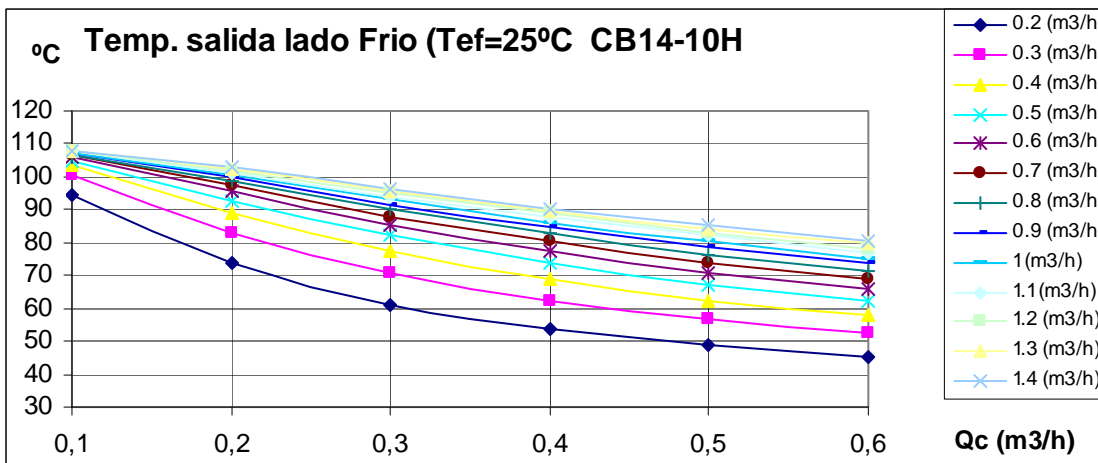
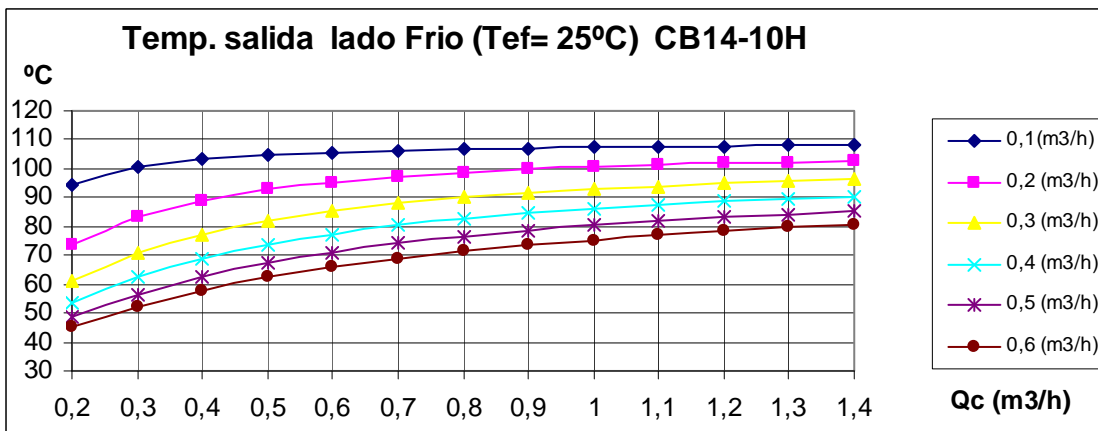
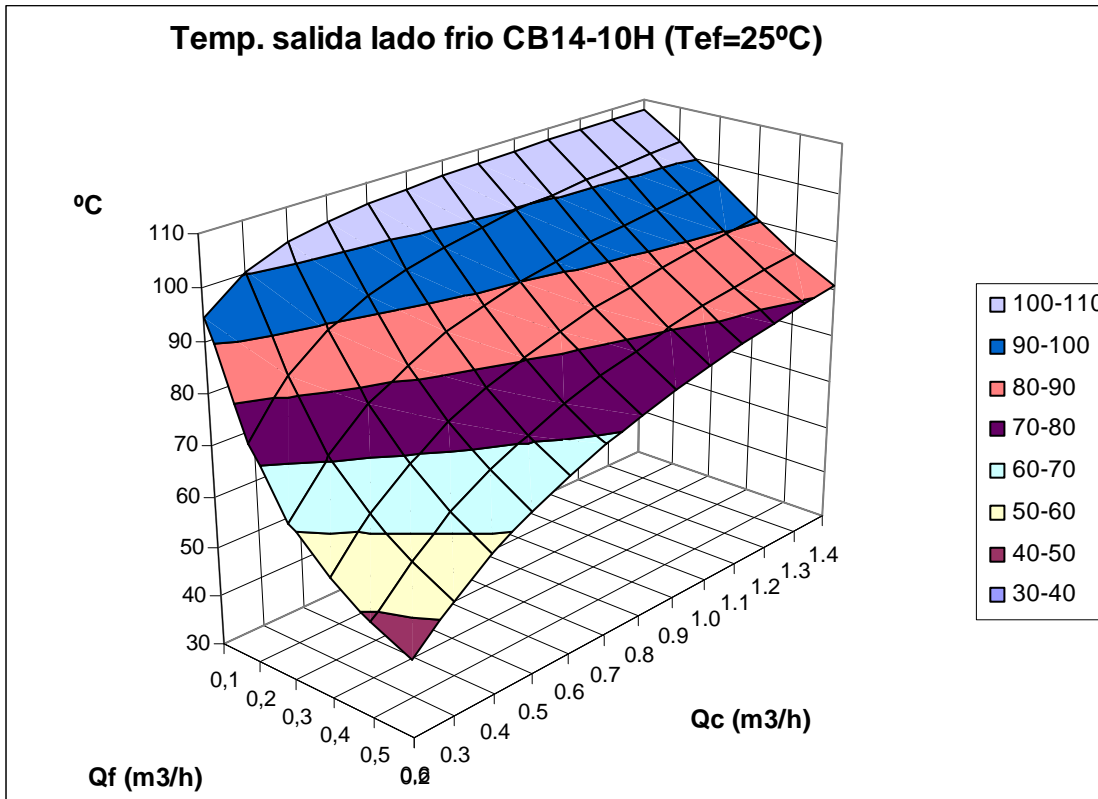


3.1.3. Alfa Laval CB14-10H

Temp. salida lado Frío (Tef=5°C) CB14-10H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	89,7	63	48	38,9	33	28,8
0,3	97,4	75,2	59,7	49,4	42,3	37,1
0,4	101	82,6	68	57,3	49,6	43,7
0,5	103,2	87,4	73,6	63,2	55,4	49,2
0,6	104,3	90,7	78	67,8	59,9	53,8
0,7	105,2	93,3	81,3	71,4	63,6	57,3
0,8	105,8	94,9	84	74,4	66,7	60,4
0,9	106,2	96,3	86	76,9	69,3	63,1
1	106,6	97,4	87,6	79	72	65,5
1,1	106,8	98,5	89,2	81	73,5	67,4
1,2	107	99,2	90,3	82,3	75,2	69,2
1,3	107,2	99,8	91,4	83,5	76,8	70,7
1,4	107,4	100,3	92,4	84,8	77,9	72,2



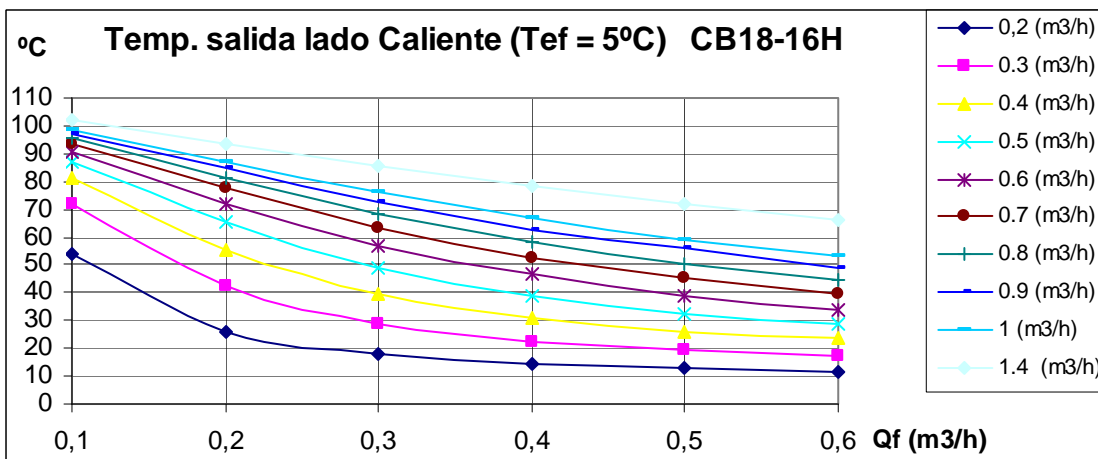
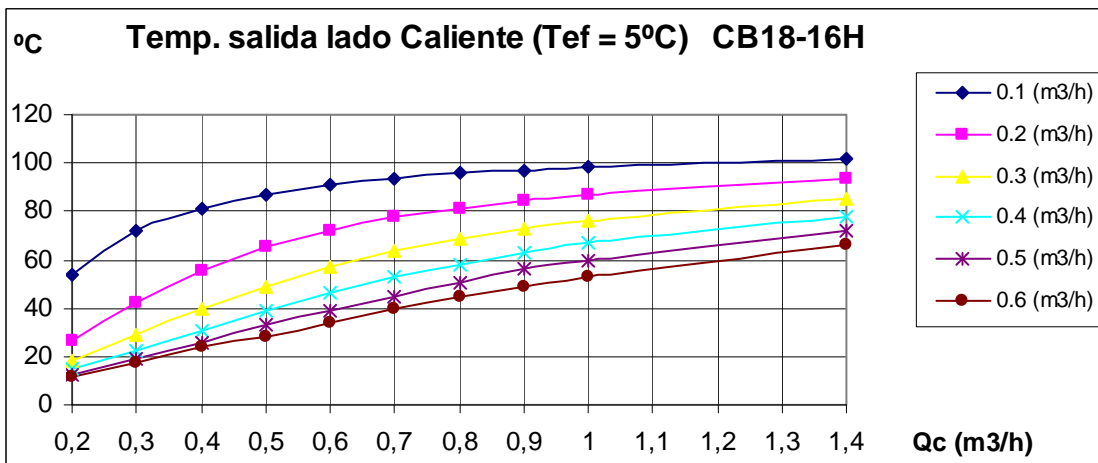
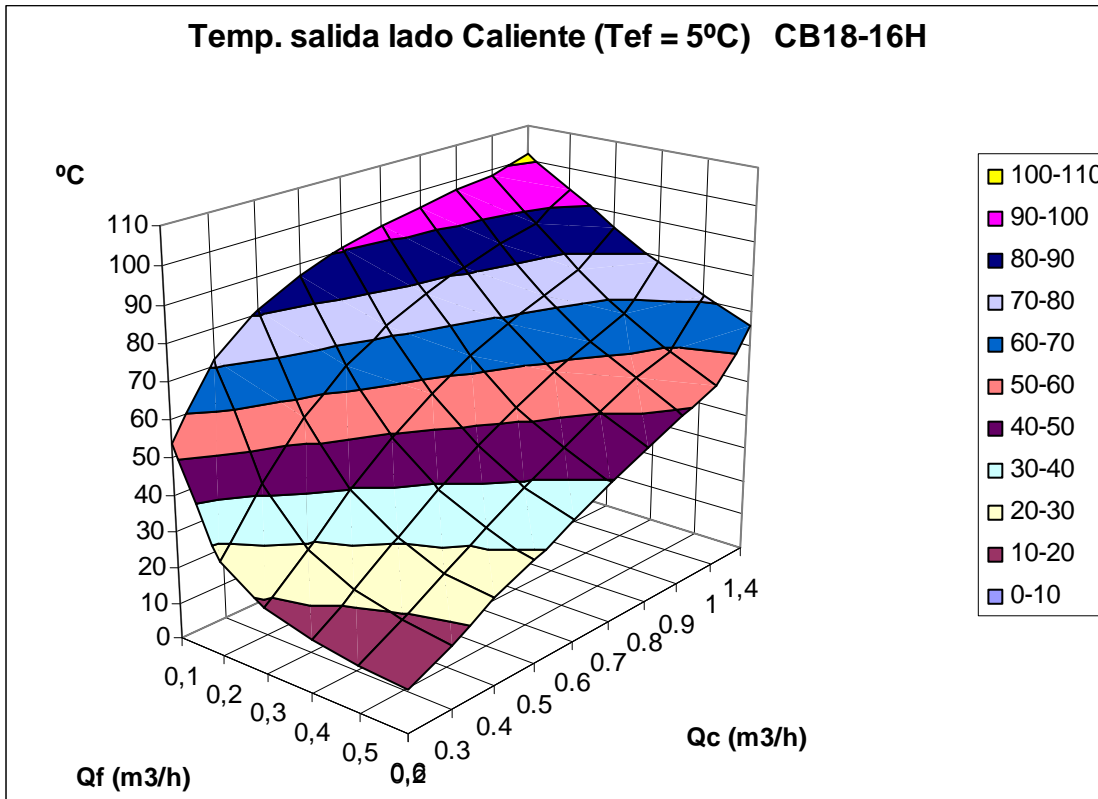
Temp. salida lado Frío (Tef=25°C) CB14-10H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	94,5	73,5	61,2	53,7	48,7	45,2
0,3	100,5	83,2	70,8	62,5	56,5	52,2
0,4	103,3	89	77,4	68,8	62,5	57,7
0,5	104,8	92,8	82	73,7	67,2	62,2
0,6	105,8	95,4	85,5	77,3	70,9	65,8
0,7	106,4	97,2	88	80,3	74	68,9
0,8	106,8	98,6	90	82,7	76,4	71,4
0,9	107,1	99,7	91,6	84,7	78,5	73,5
1	107,4	100,5	93	86,2	80,3	75,3
1,1	107,6	101,2	94	87,5	82	77
1,2	107,8	101,8	95	88,8	83,2	78,3
1,3	107,9	102,2	95,8	89,8	84,3	79,7
1,4	108	102,7	96,5	90,5	85,3	80,7



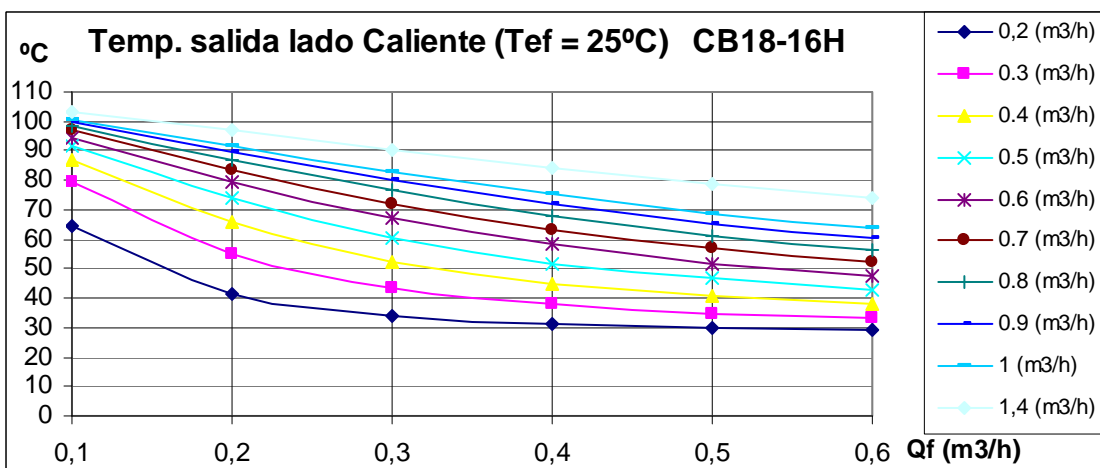
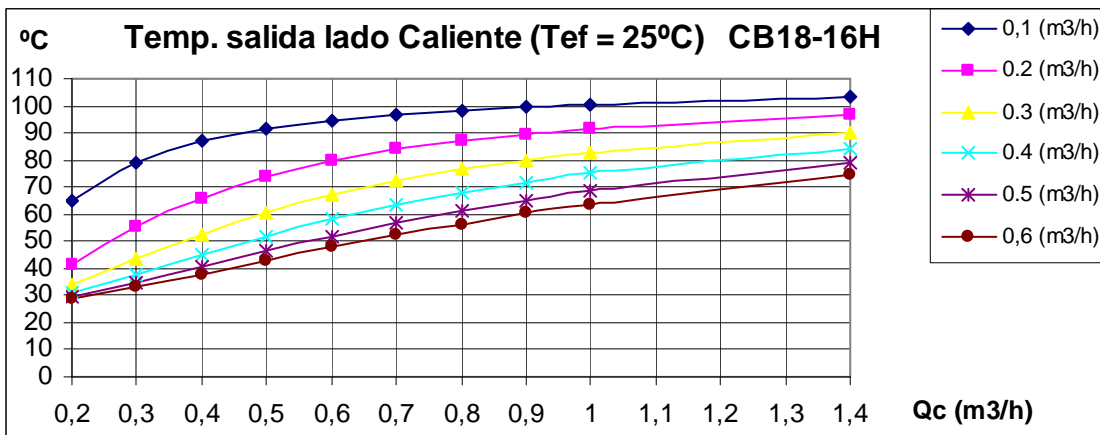
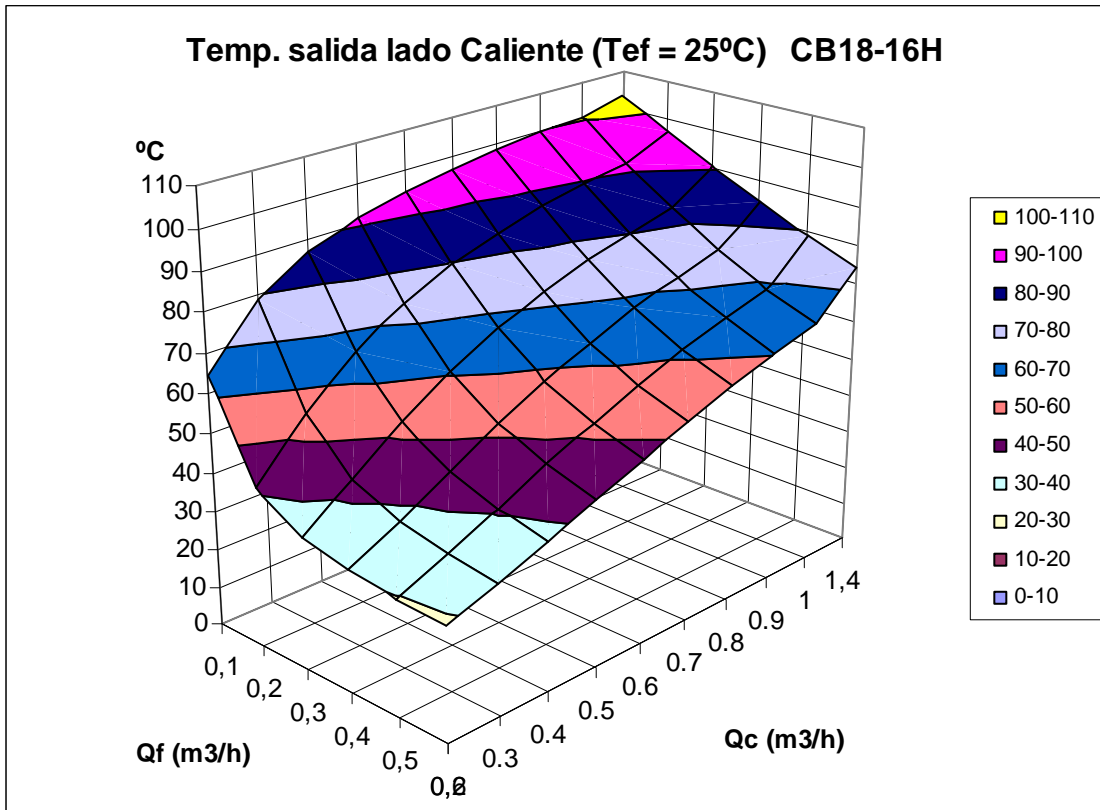
3.2. Temp. salida lado CALIENTE frente a caudales frío/caliente

3.2.1. Alfa Laval CB18-16H

Temp. Salida lado Caliente (Tfe=5°C) CB18-16H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	53,7	26,1	18,2	14,7	12,7	11,8
0,3	71,6	42,4	28,7	22,5	19,1	17
0,4	81,1	55,5	39,6	30,9	26	23,9
0,5	86,9	65,2	49,1	38,9	32,7	28,5
0,6	90,8	72,2	57	46,4	39	34
0,7	93,5	77,4	63,4	52,6	45	39,5
0,8	95,6	81,4	68,5	58,2	50,3	44,5
0,9	97,2	84,5	72,8	62,9	56	49
1	98,5	87,1	76,3	66,9	59,2	53
1,4	101,8	93,6	85,6	78,2	71,6	65,8

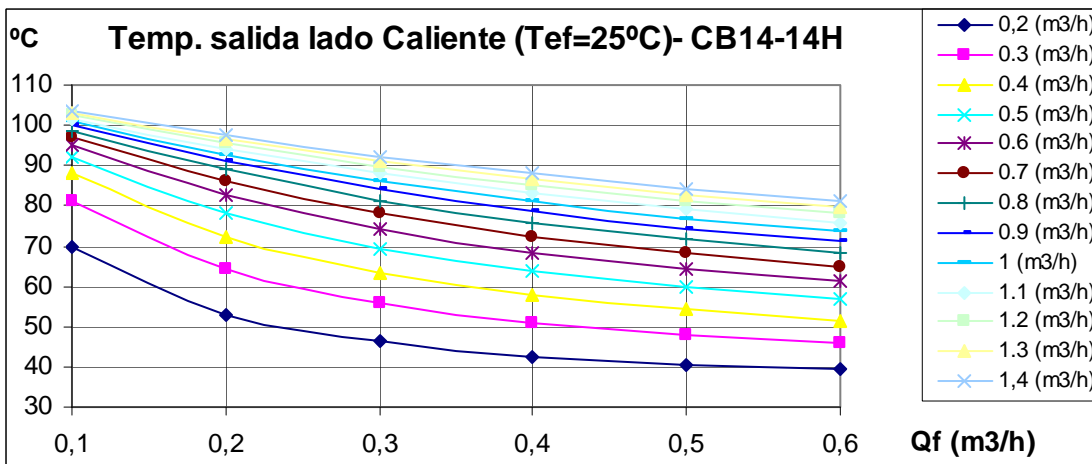
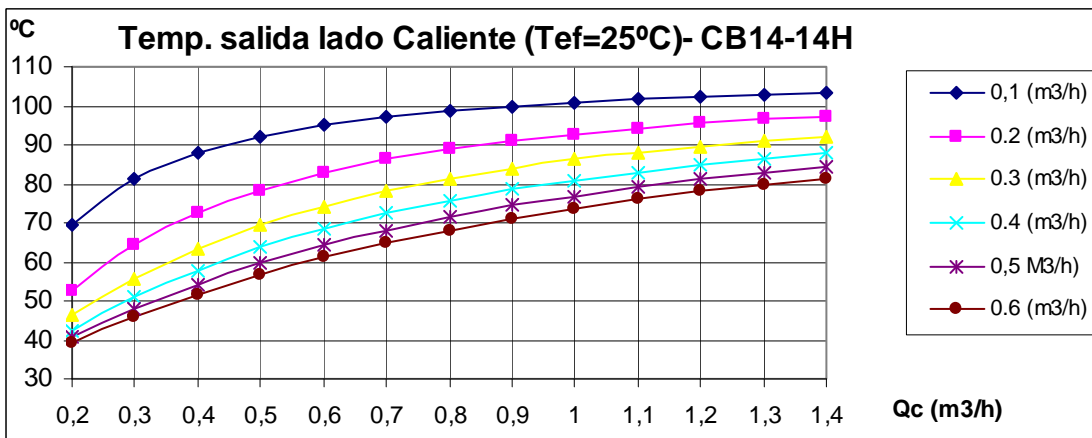
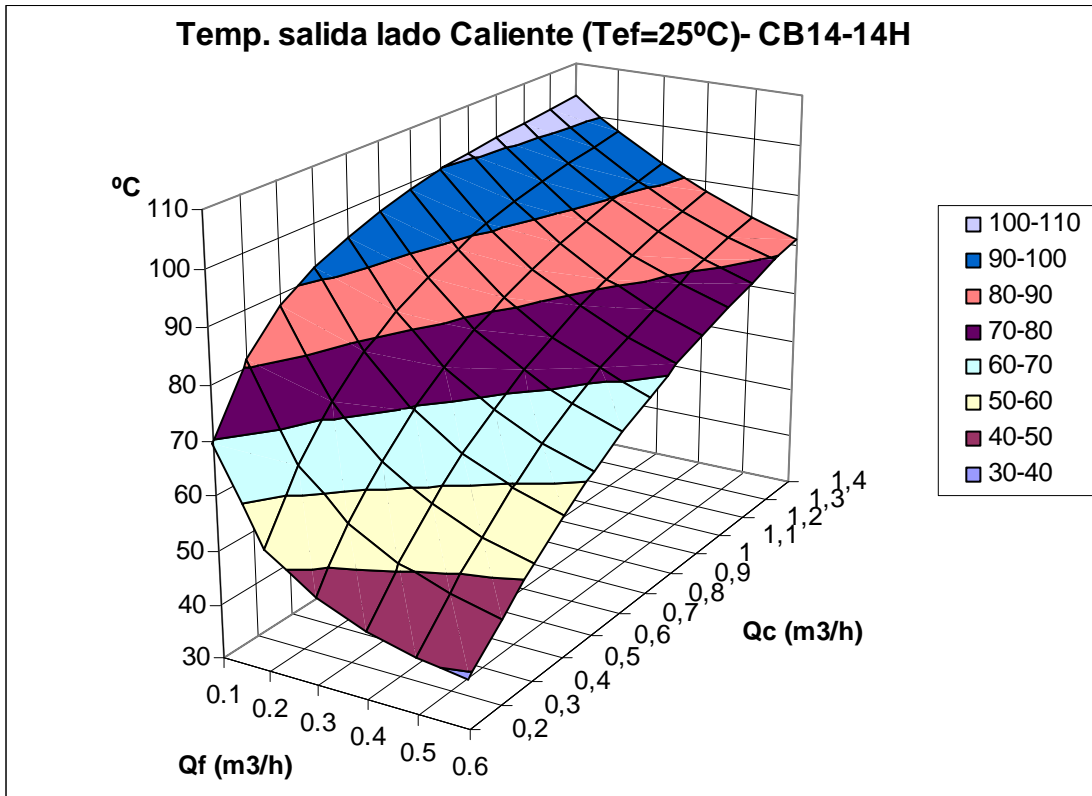


Temp. Salida lado Caliente (Tfe=25°C) CB18-16H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	64,7	41,1	34	31,1	29,7	29
0,3	79,2	55,1	43,3	37,8	34,9	33,2
0,4	86,8	66	52,6	45	40,6	38
0,5	91,5	73,9	60,6	51,9	46,6	42,8
0,6	94,5	79,6	67,3	58,2	51,9	47,8
0,7	96,8	83,8	72,3	63,4	56,8	52,2
0,8	98,4	87	76,6	68	61,3	56,4
0,9	99,7	89,5	80	71,9	65,3	60,2
1	100,7	91,5	82,8	75,5	68,8	63,6
1,4	103,4	96,8	90,4	84,4	79	74,2



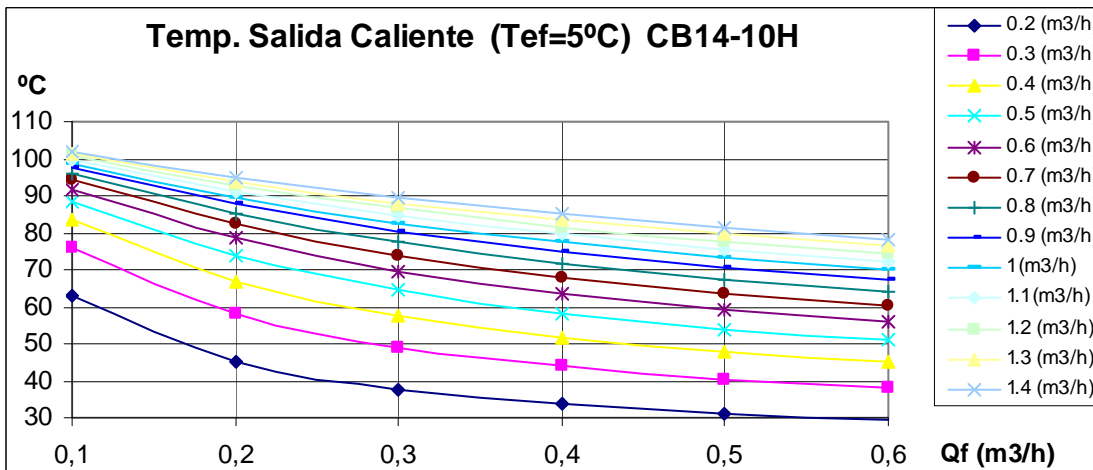
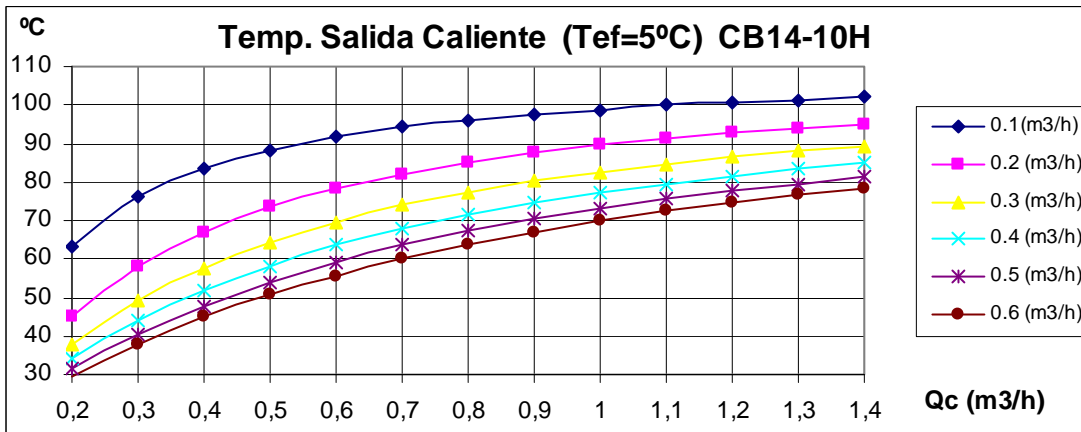
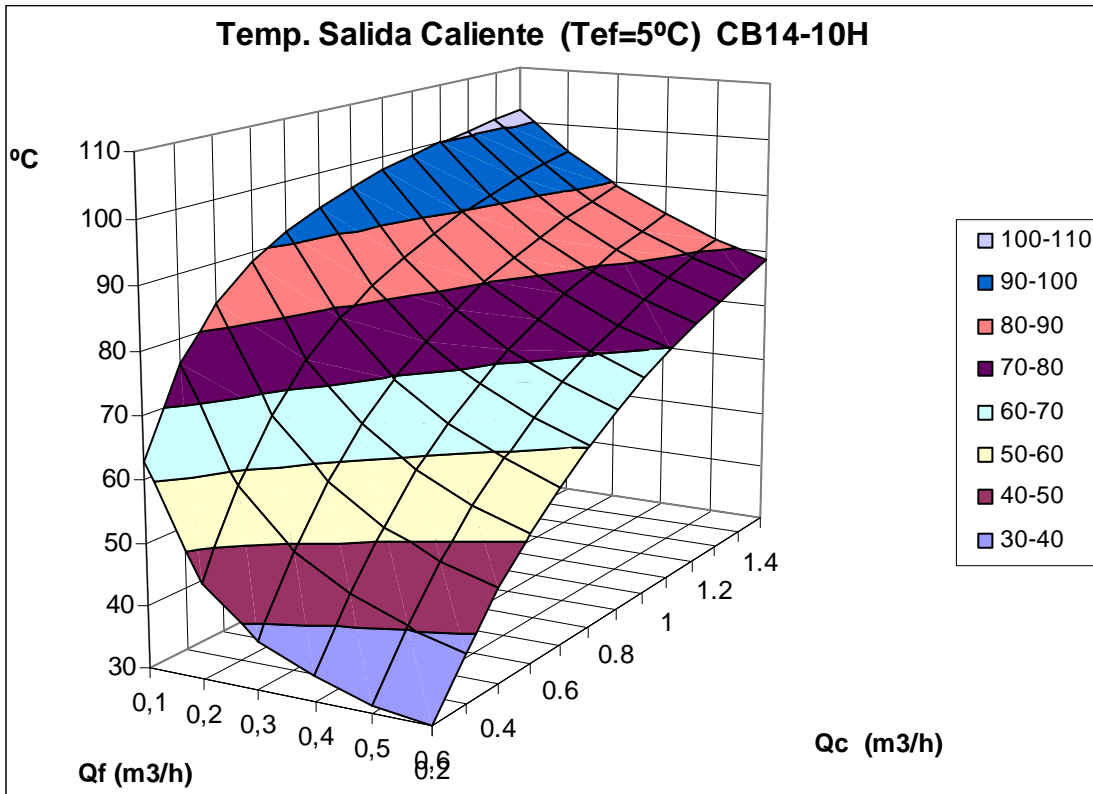
3.2.2. Alfa Laval CB14-14H

Temp. Salida lado Caliente (Tfe=25°C) CB14-14H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	69,7	52,8	46,2	42,5	40,6	39,3
0,3	81,2	64,3	55,7	50,9	47,8	45,7
0,4	87,9	72,4	63,4	57,9	54,2	51,6
0,5	92,1	78,4	69,5	63,7	59,6	56,7
0,6	94,9	82,8	74,3	68,4	64,2	61,1
0,7	97	86,2	78,1	72,4	68,1	64,9
0,8	98,6	88,9	81,3	75,7	71,5	68,1
0,9	99,9	91	84	78,6	74,4	71
1	100,9	92,7	86,2	81	76,9	73,6
1,1	101,7	94,2	88	83	79,1	75,9
1,2	102,4	95,4	89,7	85	81,1	78
1,3	103	96,5	91	86,5	82,8	79,7
1,4	103,5	97,4	92,2	87,9	84,3	81,4

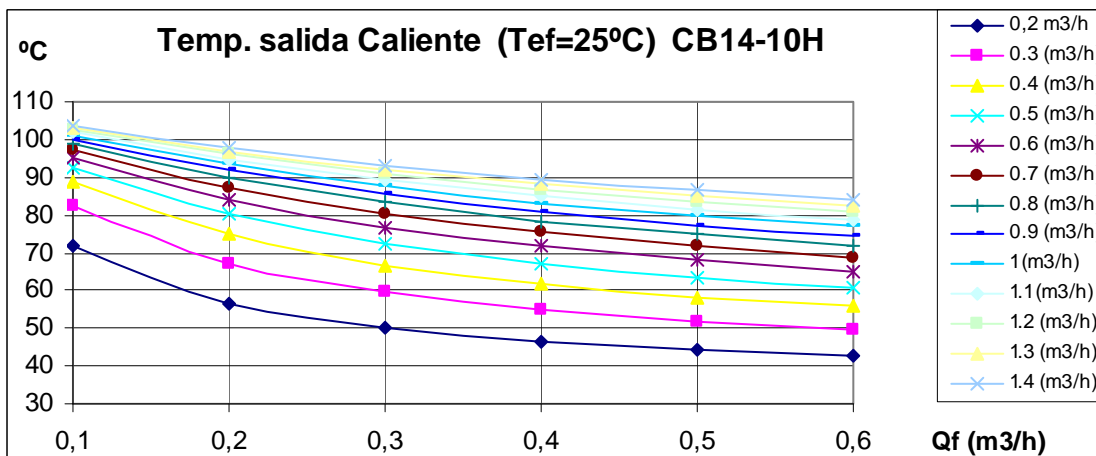
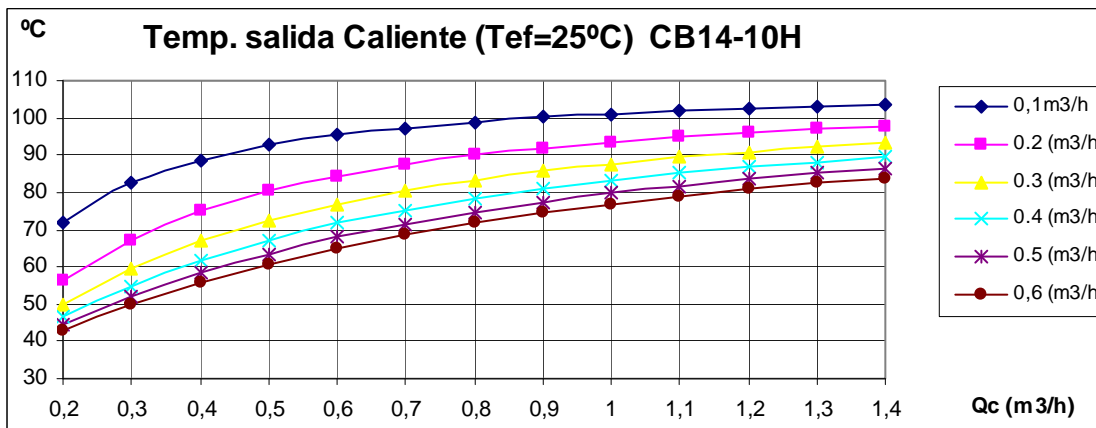
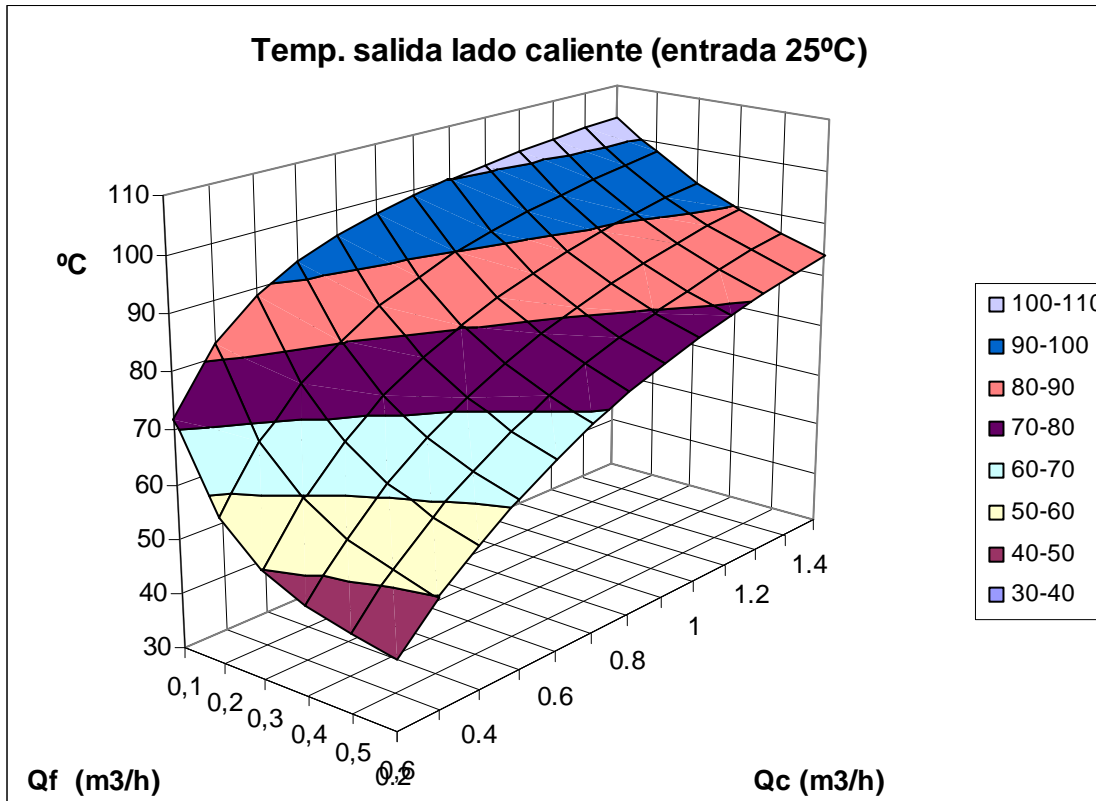


3.2.3. Alfa Laval CB14-10H

Temp. salida lado caliente (Tef=5°C) CB14-10H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	63	45,3	37,8	34	31,3	29,6
0,3	76	58	49	43,9	40,4	38
0,4	83,6	67	57,5	51,8	47,8	45,1
0,5	88,4	73,6	64,4	58,3	53,9	50,9
0,6	91,8	78,5	69,6	63,6	59,2	55,7
0,7	94,3	82,2	73,9	68	63,6	60,2
0,8	96,2	85	77,3	71,6	67,3	63,9
0,9	97,7	87,7	80,2	74,7	70,5	67,1
1	98,8	89,7	82,7	77,3	73	69,8
1,1	99,9	91,3	84,7	79,5	75,6	72,4
1,2	100,7	92,8	86,5	81,6	77,7	74,5
1,3	101,4	94	88,1	83,4	79,6	76,5
1,4	102	95,1	89,4	84,9	81,3	78,2



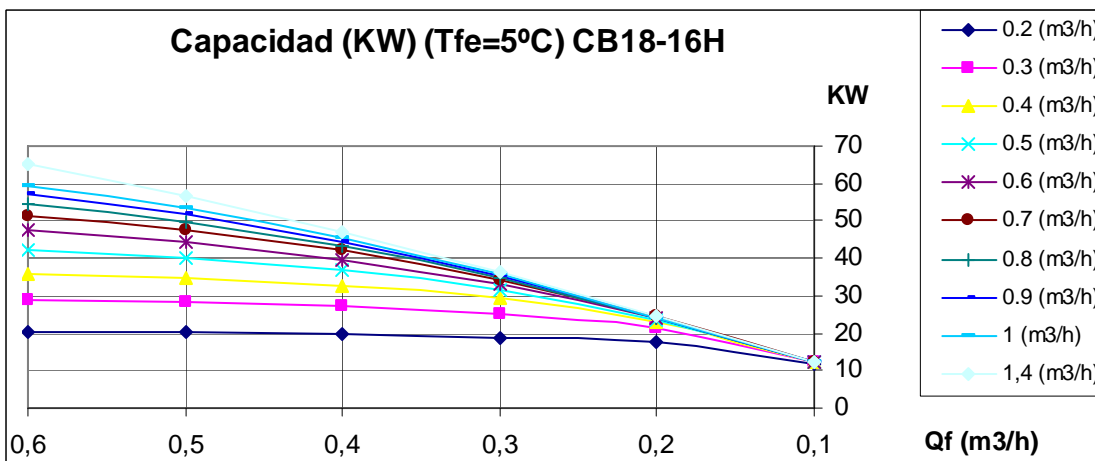
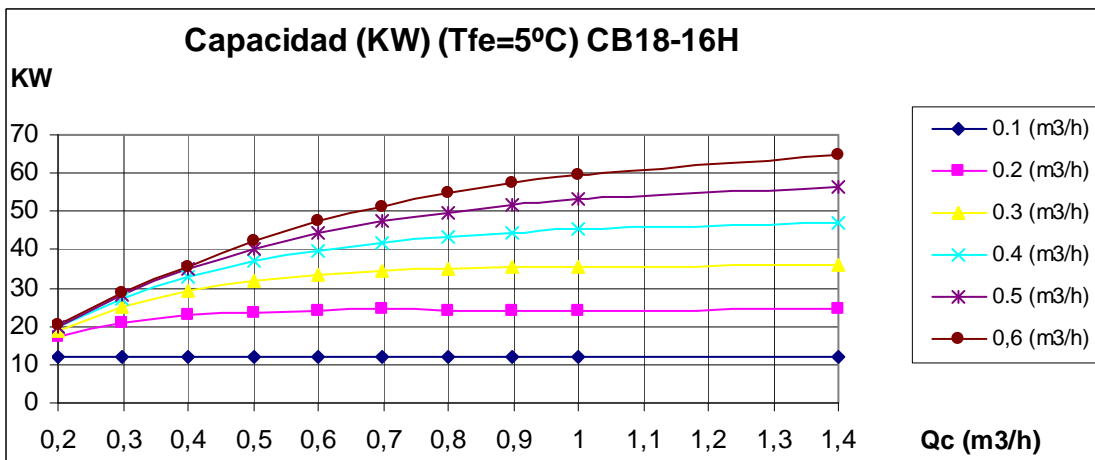
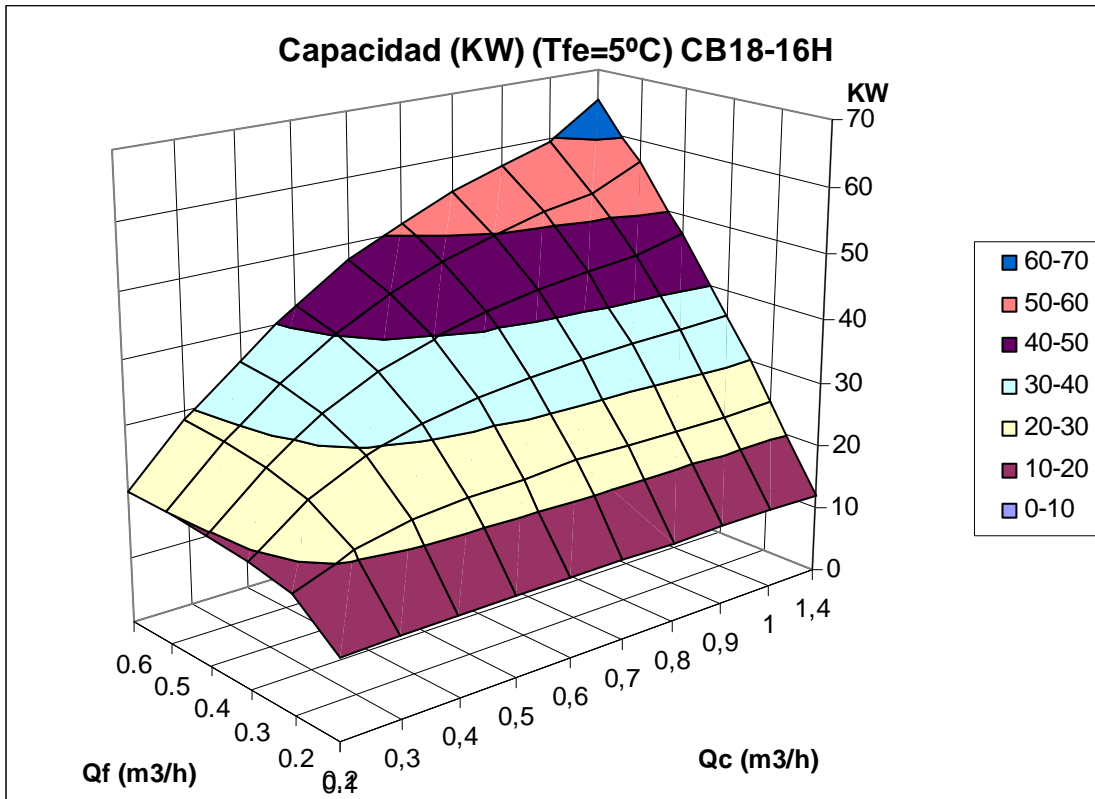
Temp. salida lado caliente (Tef=25°C) CB14-10H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	71,8	56,5	49,9	46,4	44,3	42,7
0,3	82,4	67,3	59,5	54,8	51,9	49,8
0,4	88,6	74,9	66,8	61,7	58,3	55,8
0,5	92,6	80,3	72,4	67,1	63,5	60,8
0,6	95,3	84,3	76,8	71,7	67,9	65,1
0,7	97,3	87,4	80,4	75,3	71,6	68,6
0,8	98,8	89,9	83,3	78,4	74,8	71,8
0,9	100,1	91,9	85,7	80,9	77,4	74,5
1	101	93,5	87,7	83,2	79,7	76,9
1,1	101,8	94,9	89,4	85,1	81,6	78,9
1,2	102,5	96	90,9	86,7	83,5	80,8
1,3	103,1	97	92,2	88,2	85,1	82,4
1,4	103,5	97,9	93,3	89,6	86,5	83,9



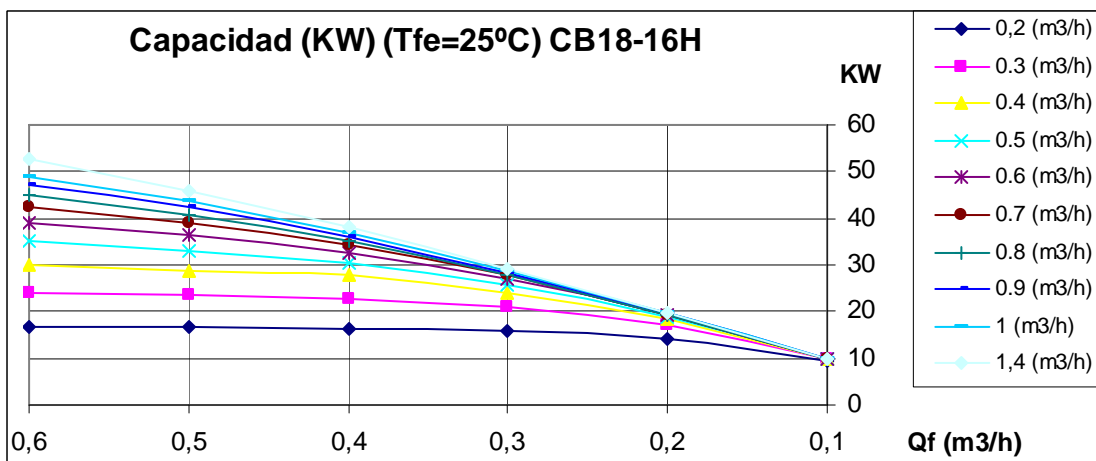
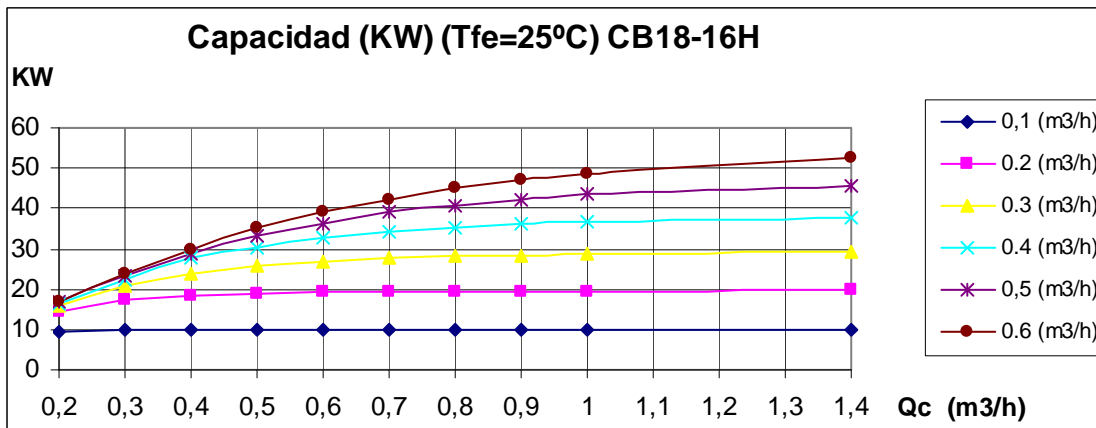
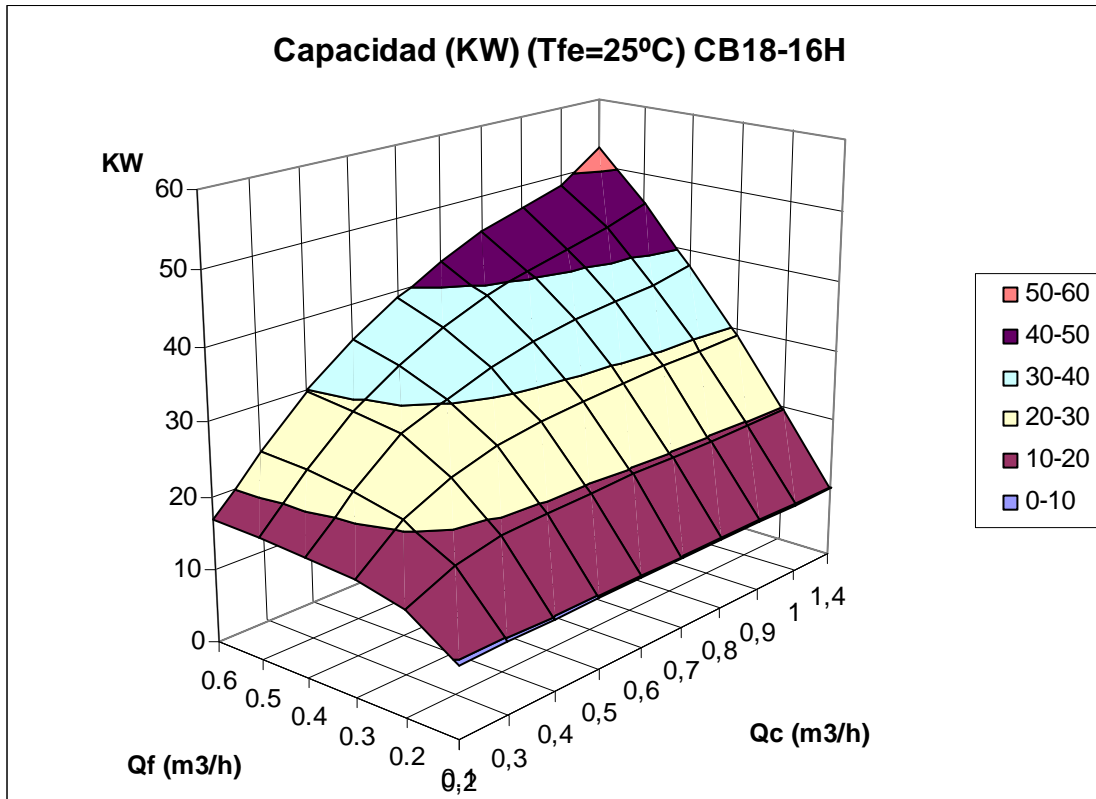
3.3. Capacidad intercambiador

3.3.1. Alfa Laval CB18-16H

Capacidad (KW) (Tfe=5°C) CB18-16H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	11,77	17,38	18,95	19,66	20,04	20,22
0,3	12,11	21,13	25,26	27,13	28,17	28,79
0,4	12,18	22,79	29,28	32,8	34,78	35,61
0,5	12,2	23,52	31,77	36,99	40,13	42,23
0,6	12,22	23,87	33,27	39,79	44,31	47,32
0,7	12,22	24,6	34,22	41,98	47,4	51,36
0,8	12,22	24,17	34,85	43,43	49,85	54,64
0,9	12,22	24,25	35,28	44,46	51,77	57,3
1	12,22	24,27	35,56	45,25	53,18	59,54
1,4	12,22	24,36	36,09	46,94	56,63	64,93

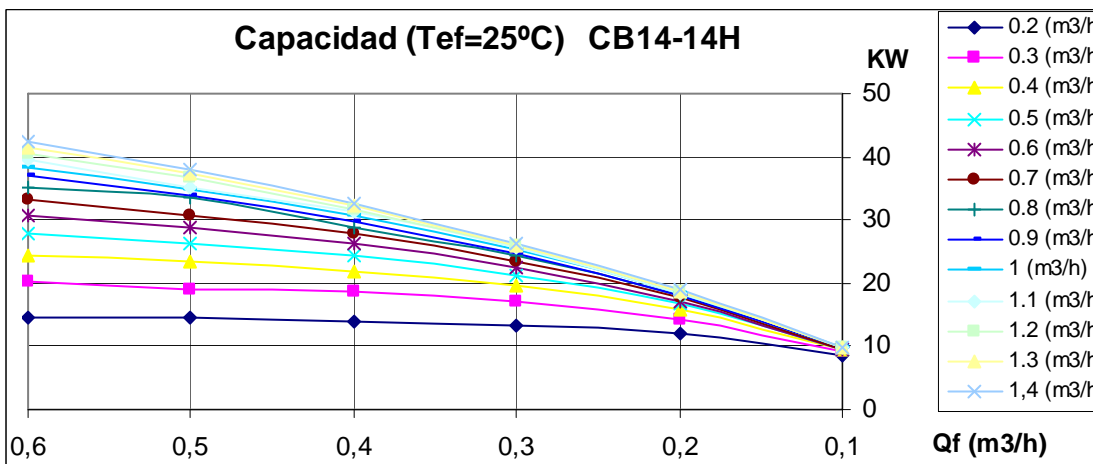
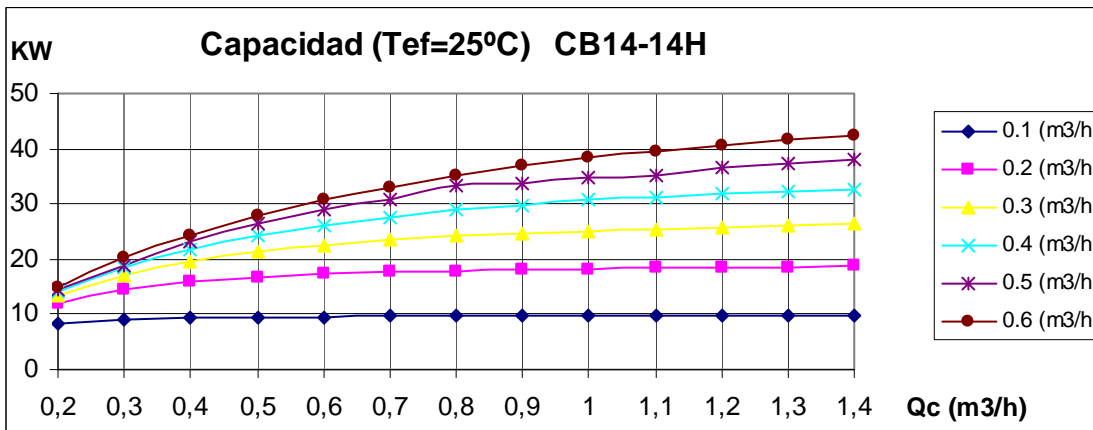
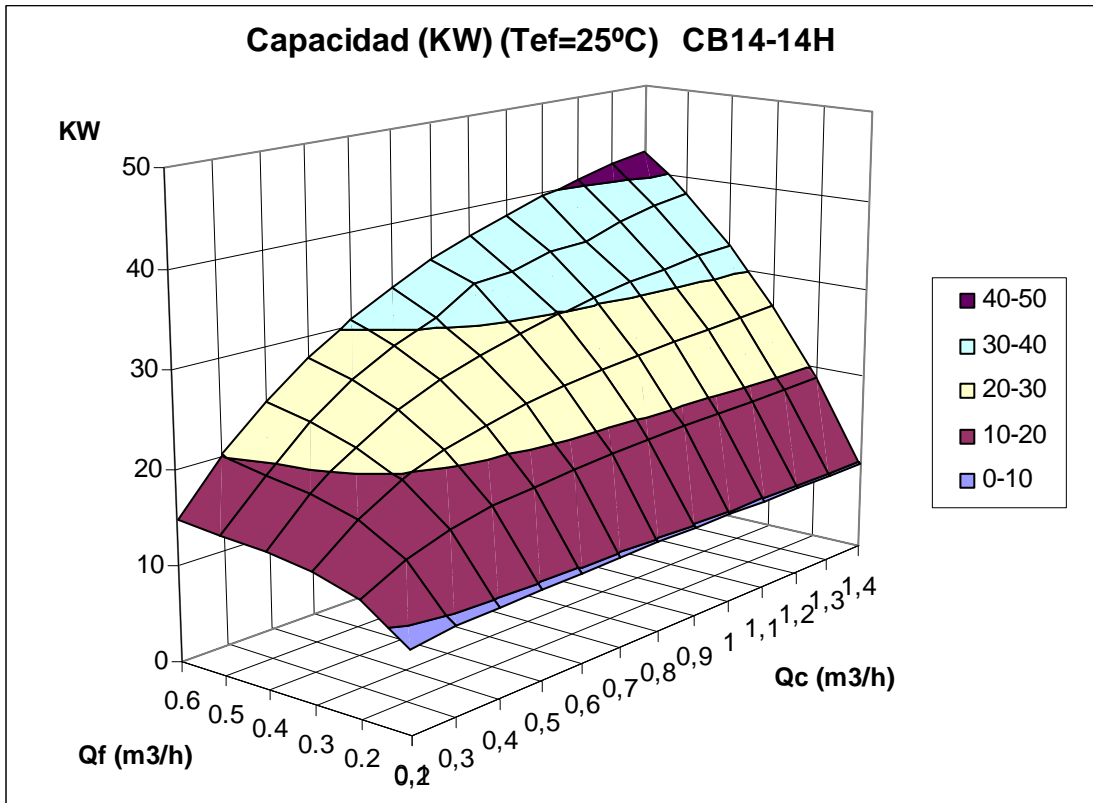


Capacidad (KW) (Tfe=25°C) CB18-16H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	9,51	14,33	15,77	16,36	16,64	16,79
0,3	9,76	17,24	20,84	22,51	23,4	23,92
0,4	9,81	18,47	24,01	27,9	28,89	29,95
0,5	9,82	18,99	25,89	30,34	33,06	35,01
0,6	9,83	19,24	26,98	32,57	36,42	38,97
0,7	9,83	19,38	27,75	34,2	38,97	42,31
0,8	9,83	19,48	28,02	35,32	40,83	44,88
0,9	9,83	19,52	28,48	36,11	42,22	46,97
1	9,83	19,56	28,69	36,67	43,6	48,72
1,4	9,83	19,62	29,11	37,93	45,83	52,76



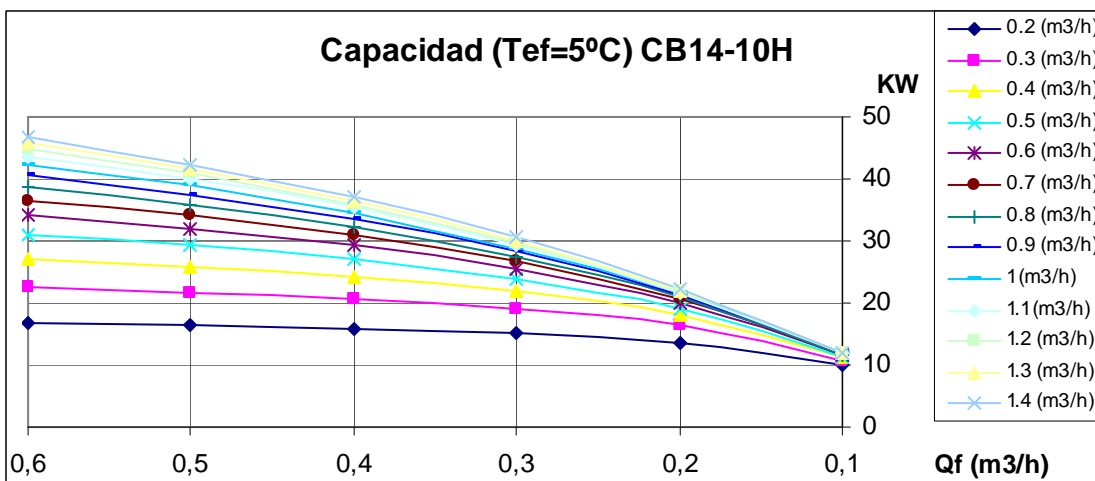
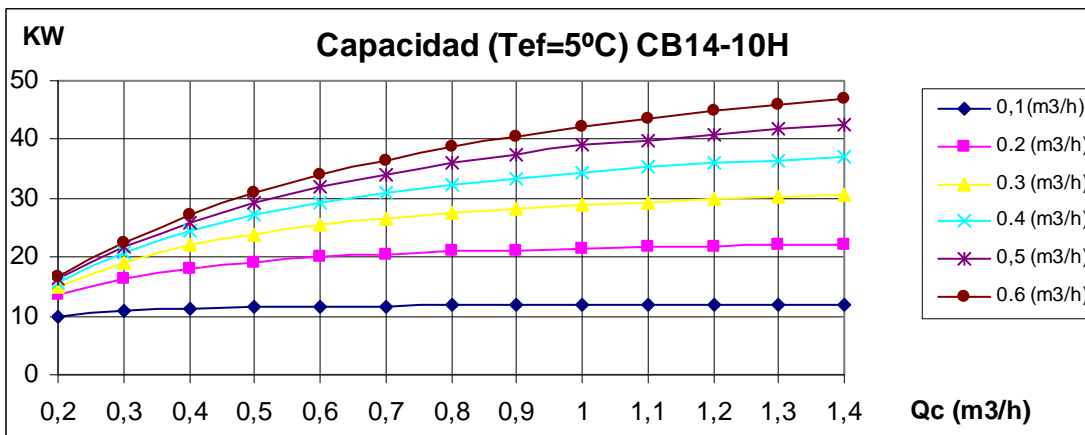
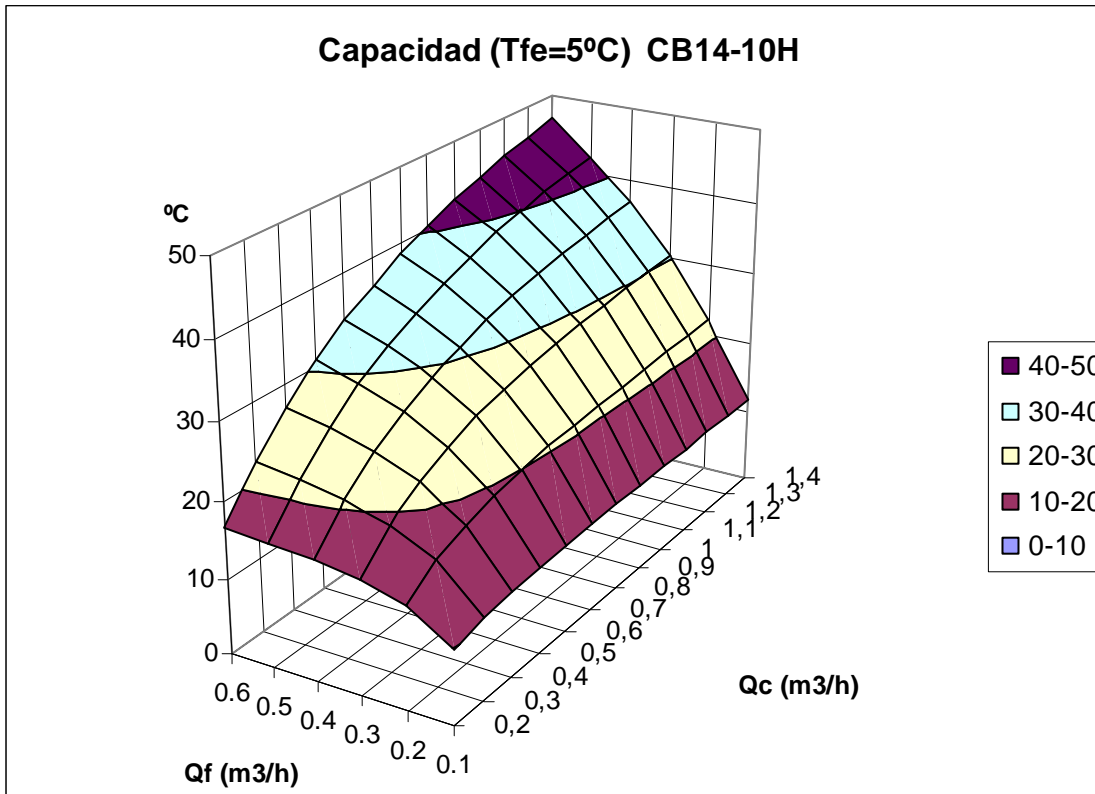
3.3.2. Alfa Laval CB14-14H

Capacidad intercambiador (KW) (Tfe=25°C) CB14-14H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	8,47	11,95	13,31	14,05	14,45	14,71
0,3	9,11	14,38	17,06	18,53	19	20,11
0,4	9,36	15,82	19,56	21,82	23,34	24,42
0,5	9,5	16,66	21,29	24,31	26,4	27,87
0,6	9,54	17,22	22,55	26,21	28,83	30,78
0,7	9,62	17,63	23,52	27,7	30,8	33,14
0,8	9,66	17,9	24,22	28,9	33,42	35,22
0,9	9,69	18,12	24,74	29,83	33,75	36,89
1	9,7	18,29	25,16	30,62	34,85	38,28
1,1	9,72	18,43	25,54	31,31	35	39,53
1,2	9,73	18,52	25,82	31,78	36,59	40,57
1,3	9,74	18,61	26,1	32,34	37,4	41,61
1,4	9,74	18,98	26,35	32,71	37,98	42,31

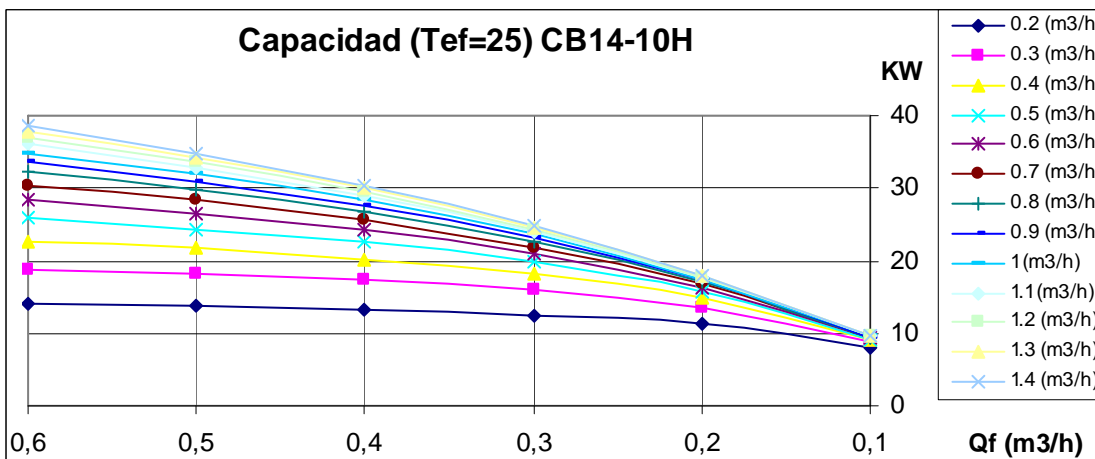
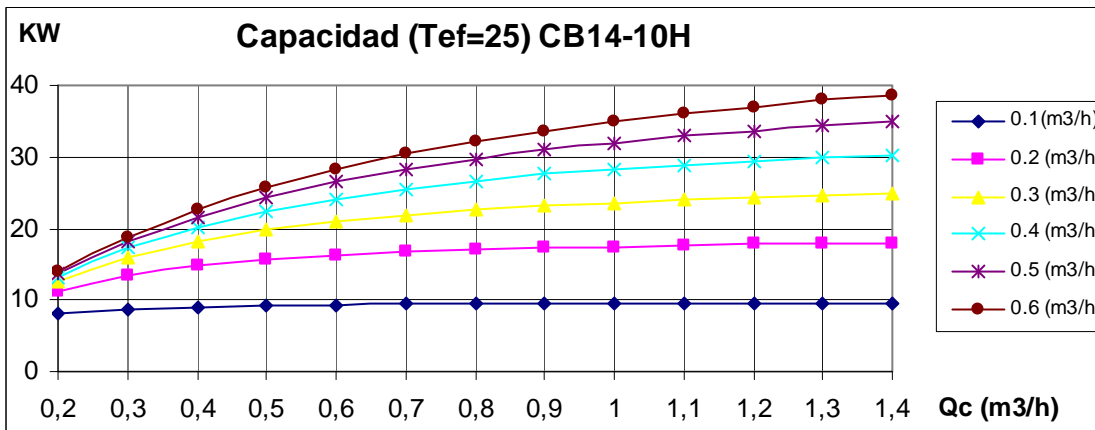
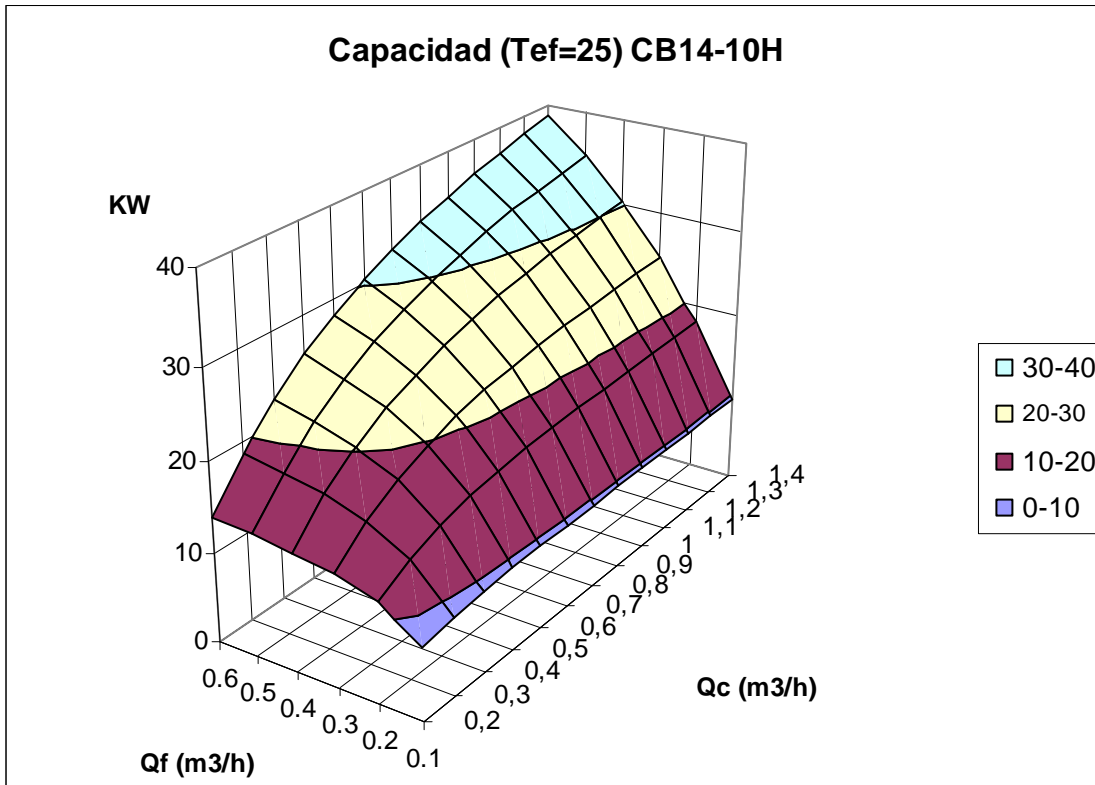


3.3.3. Alfa Laval CB14-10H

Capacidad intercambiador (KW) (Tfe=5°C) CB14-10H						
5°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	9,85	13,5	15,02	15,76	16,32	16,66
0,3	10,75	16,33	19,09	20,68	21,73	22,45
0,4	11,17	18,08	21,98	24,34	25,96	27,05
0,5	11,43	19,17	23,94	27,08	29,33	30,88
0,6	11,56	19,94	25,47	29,22	31,94	34,08
0,7	11,67	20,55	26,62	30,89	34,09	36,52
0,8	11,74	20,92	27,57	32,29	35,89	38,68
0,9	11,78	21,25	28,27	33,45	37,4	40,56
1	11,84	21,5	28,82	34,43	38,96	42,23
1,1	11,85	21,76	29,38	35,36	39,84	43,55
1,2	11,88	21,92	29,77	35,96	40,82	44,81
1,3	11,9	22,07	30,15	36,52	41,75	45,85
1,4	11,92	22,18	30,5	37,13	42,39	46,9



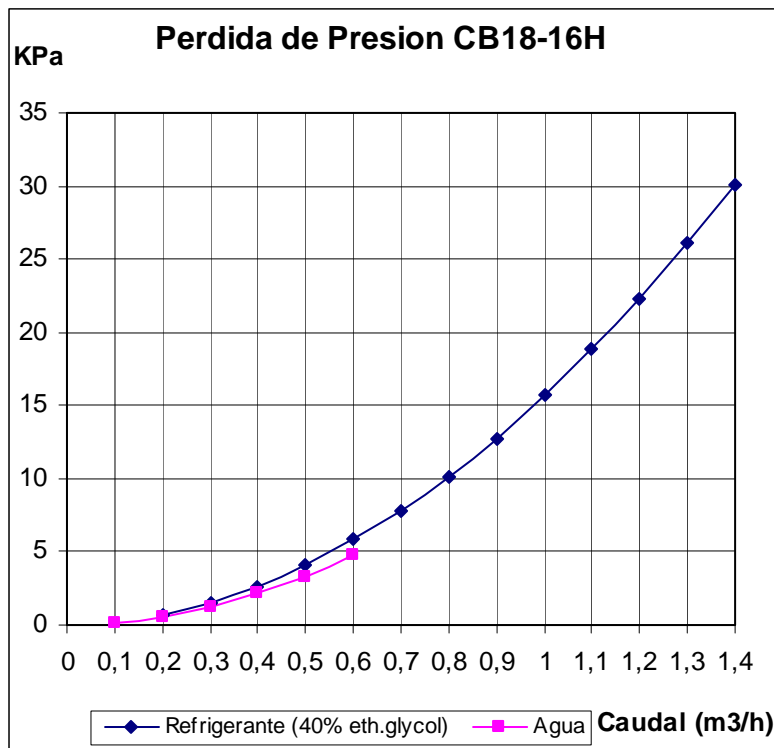
Capacidad intercambiador (KW) (Tfe=25°C) CB14-10H						
25°C	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
0,2	8,04	11,21	12,55	13,27	13,7	14,01
0,3	8,74	13,45	15,88	17,33	18,2	18,86
0,4	9,06	14,8	18,17	20,24	21,67	22,67
0,5	9,24	15,68	19,76	22,51	24,38	25,8
0,6	9,35	16,28	20,98	24,18	26,52	28,29
0,7	9,42	16,7	21,85	25,56	28,31	30,44
0,8	9,47	17,03	22,55	26,68	29,7	32,17
0,9	9,51	17,29	23,1	27,6	30,91	33,63
1	9,54	17,47	23,59	28,3	31,96	34,87
1,1	9,56	17,63	23,94	28,9	32,94	36,05
1,2	9,59	17,77	24,29	29,5	33,63	36,96
1,3	9,6	17,87	24,57	29,97	34,27	37,93
1,4	9,61	17,98	24,81	30,29	34,86	38,62



3.4. Pérdidas de Presión en lado frío y lado caliente (agua/anticongelante)

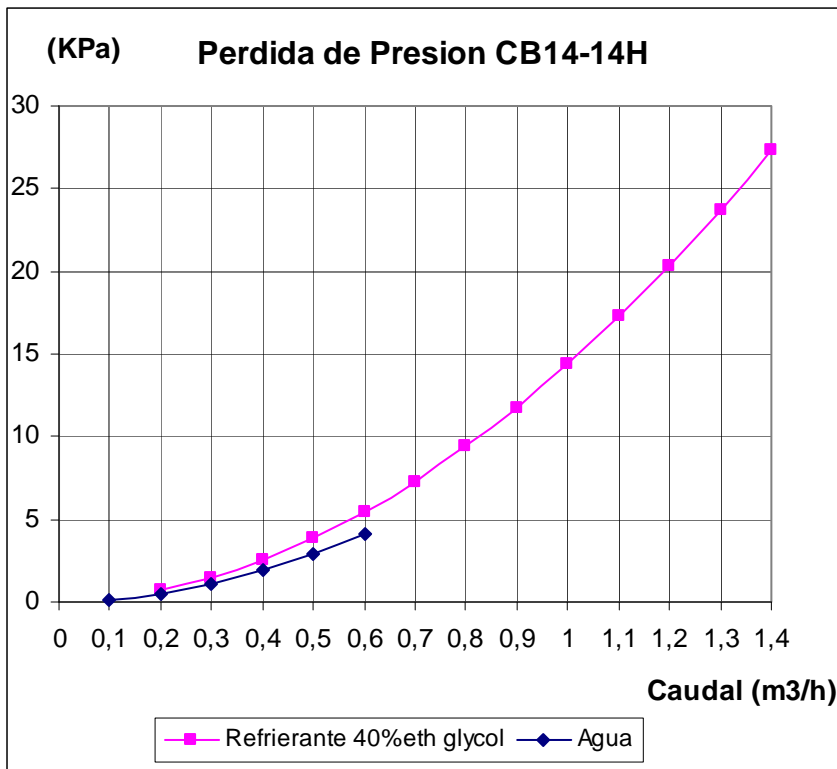
3.4.1. Alfa Laval CB18-16H

Q lado caliente	Pérdida P. (Kpa)	Q lado frío	Pérdida P. (kPa)
0,2	0,7104	0,1	0,1487
0,3	1,517	0,2	0,5741
0,4	2,651	0,3	1,254
0,5	4,085	0,4	2,177
0,6	5,817	0,5	3,324
0,7	7,844	0,6	4,73
0,8	10,16		
0,9	12,77		
1	15,67		
1,1	18,85		
1,2	22,32		
1,3	26,07		
1,4	30,1		



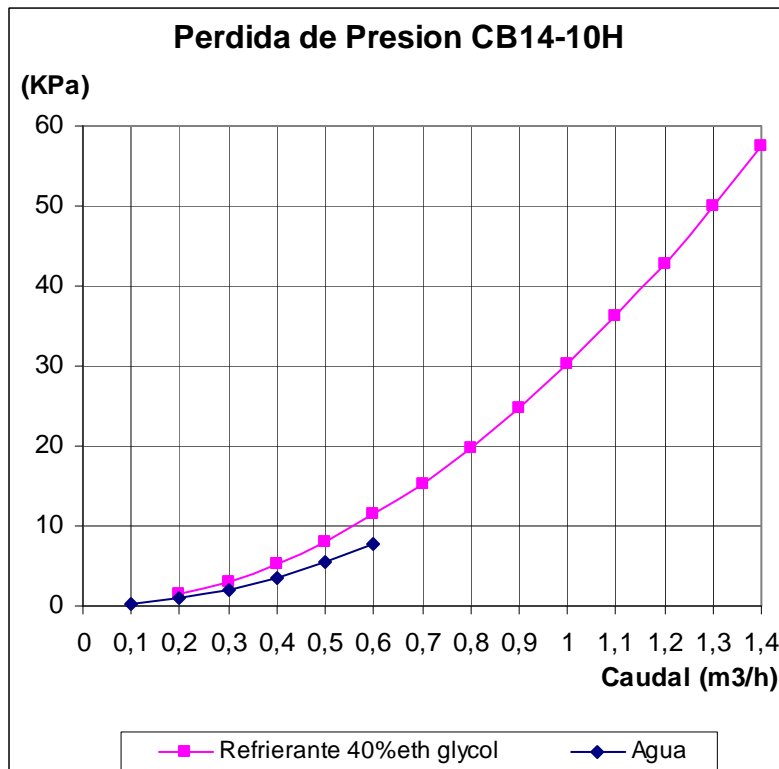
3.4.2. Alfa Laval CB14-14H

Q lado caliente	Pérdida P. (Kpa)	Q lado frío	Pérdida P. (kPa)
0,2	0,675	0,1	0,128
0,3	1,452	0,2	0,498
0,4	2,506	0,3	1,092
0,5	3,832	0,4	1,906
0,6	5,425	0,5	2,933
0,7	7,276	0,6	4,169
0,8	9,388		
0,9	11,75		
1	14,37		
1,1	17,24		
1,2	20,35		
1,3	23,72		
1,4	27,32		



3.4.3. Alfa Laval CB14-10H

Q lado caliente	Pérdida P. KPa	Q lado Frío	Pérdida P. KPa
0,2	1,42	0,1	0,2377
0,3	3,07	0,2	0,915
0,4	5,29	0,3	2,008
0,5	8,09	0,4	3,513
0,6	11,44	0,5	5,422
0,7	15,35	0,6	7,728
0,8	19,79		
0,9	24,77		
1	30,28		
1,1	36,31		
1,2	42,87		
1,3	49,99		
1,4	57,52		



3.5. Análisis de datos y conclusiones

3.5.1. Alfa Laval CB18-16H

- Como se puede apreciar en los apartados 3.1.1, la temperatura de salida del lado frío es en muchas ocasiones superior a los 100°C. esta situación es absolutamente no deseada puesto que el agua a presión atmosférica hierve a 100 °C, por lo tanto tendríamos vapor en lugar de agua o una mezcla de las dos.
- Si nos fijamos en los apartados 3.2.1 vemos que la temperatura mínima de salida del lado caliente es demasiado baja. (entre 11.8 y 29 grados). Tener en cuenta que dicho caudal de refrigerante que sale del intercambiador a 11.8 grados se mezclara con refrigerante a 110 grados. Este salto térmico es muy grande y poco aconsejable.
- Mirando los apartados 3.3.1 vemos que este intercambiador da una capacidad máxima de entre 53 y 65 KW.

Por lo que llegamos a la conclusión de que este intercambiador es demasiado potente y se aleja de los objetivos deseados.

3.5.2. Alfa Laval CB14-14H

Con este nuevo modelo de intercambiador de menores dimensiones se han mejorado enormemente los 3 problemas anteriores.

- Menor número de situaciones posibles en las que el agua sale a una temperatura mayor de 100 grados. En el apartado 3.1.2 vemos que la superficie gris es mucho menor que con el intercambiador anterior.
- La temperatura mínima del refrigerante es mayor (39 frente a 29) por lo tanto el salto térmico del refrigerante es menor.
- La capacidad del intercambiador es menor (42 frente a 53 KW)

Este intercambiador se ajusta mucho mejor a las exigencias deseadas que el anterior pero aun y todo se sobra. Vamos a probar con el único modelo restante más pequeño existente de la casa Alfa Laval.

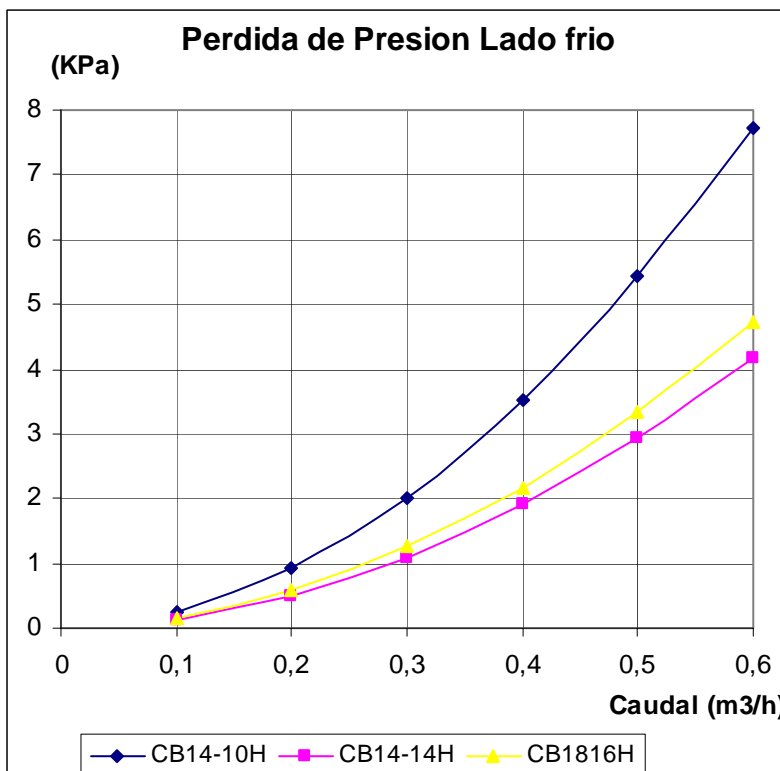
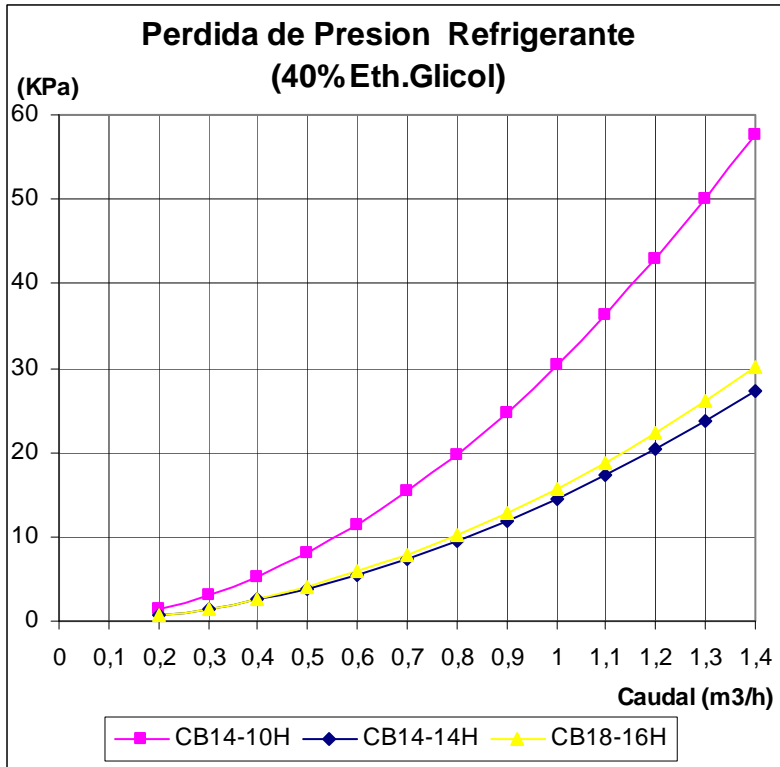
3.5.3. Alfa Laval CB14-10H

Disminuyendo de 14 a 10 placas soldadas del intercambiador hemos mejorado un poco más los 3 problemas analizados anteriormente.

- Menor número de situaciones posibles en las que el agua sale a una temperatura mayor de 100 grados. En el apartado 3.1.3 vemos que la superficie gris es aun menor que la del intercambiador anterior.
- La temperatura mínima del refrigerante es mayor (43 frente a 39) por lo tanto el salto térmico del refrigerante es menor.
- La capacidad del intercambiador es menor (39 frente a 42 KW)

Este intercambiador es el que mejor se ajusta a las exigencias de mi proyecto.

3.6. Comparativa de pérdidas de presión en lado frío y lado caliente.



Se puede comprobar como es lógico que el menor de los intercambiadores tenga mayor pérdida de presión que los otros dos.

En el lado frío, es decir, el circuito por donde circula nuestro agua potable la diferencia de pérdida de presión es insignificante aun en el caudal máximo. (2 KPa = 0.02 bares, y la bomba de agua potable da 1,2 bares)

Sin embargo, en el lado caliente, es decir, el circuito por donde circula el refrigerante del motor hay una diferencia de pérdida de presión significativa, 25KPa = 0.25bares en su caudal máximo que equivale a un régimen de giro del motor de 4000 rpm. También es cierto que circulando normalmente por carretera el régimen de giro de estos motores suele estar comprendido entre las 2000 y 2500 rpm que equivale a caudales de 0.6 y 0.8 m3/h respectivamente. Por lo tanto la diferencia de pérdida de presión con estos caudales esta entre 5 y 10 KPa siendo la pérdida de presión total de 20 KPa = 0.2bares a 0.8 m3/h o 2500 rpm. ATENCION: la cifra de 20 KPa de pérdida de presión es significativa y en instalaciones en las que se utilice este tipo de intercambiadores no se suele colocar uno que provoque una pérdida de presión superior a 30 KPa pues provoca una disminución de caudal del fluido que circula por su interior.

4. Modo ducha con motor parado.

La temperatura del agua para que resulta agradable para la ducha esta comprendida entre los 30 y 38 grados, por lo tanto si el usuario tiene intención de utilizar la ducha de manera totalmente ecológica bastará con prefijar la temperatura deseada en el termostato antes de llegar a su destino sabiendo que si circula a un régimen de **2500 rpm** (0.8-0.9 m3/h) tardará aproximadamente **entre 1.25 y 4.06 minutos** en calentar los **50 litros** del depósito a **37,5 °C** dependiendo de si la temperatura inicial a la que se encuentre el agua del depósito esta entre 25 y 5 °C respectivamente.

La fórmula para averiguar el tiempo aproximado que tarda en calentarse 50 litros agua a un régimen de 2500 rpm o 0.9 m3/h.

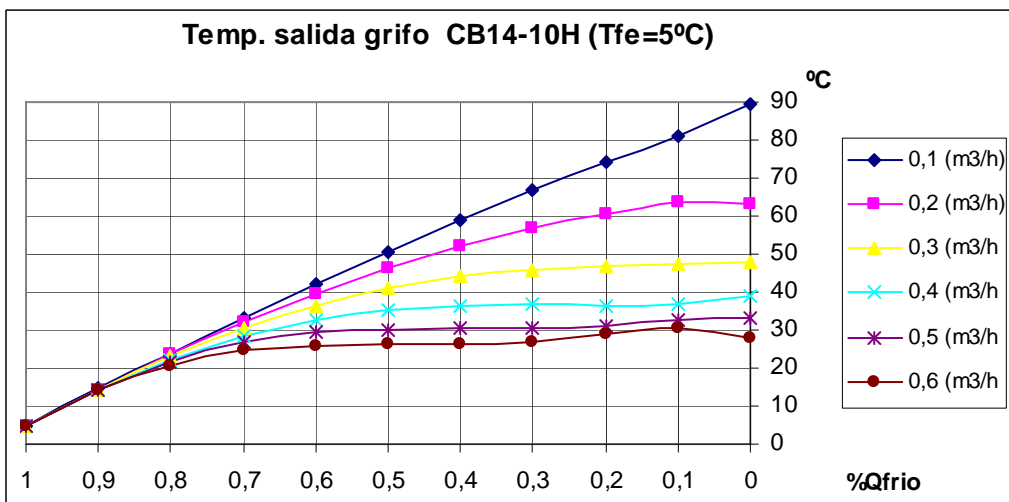
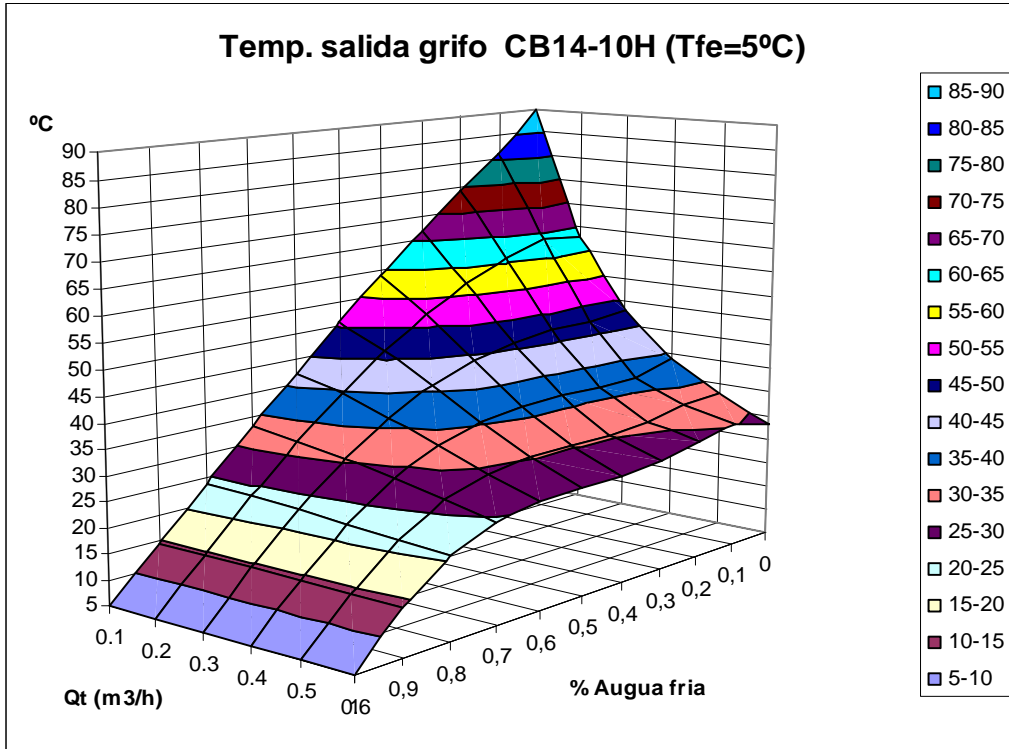
$$^{\circ}C = 5 + 8t \quad \text{Cuando la temperatura inicial del agua es } 5^{\circ}C. (^{\circ}C \text{ entre } 5 \text{ y } 65.)$$

$$^{\circ}C = 25 + 10t \quad \text{Cuando la temperatura inicial del agua es } 25^{\circ}C. (^{\circ}C \text{ entre } 25 \text{ y } 75.)$$

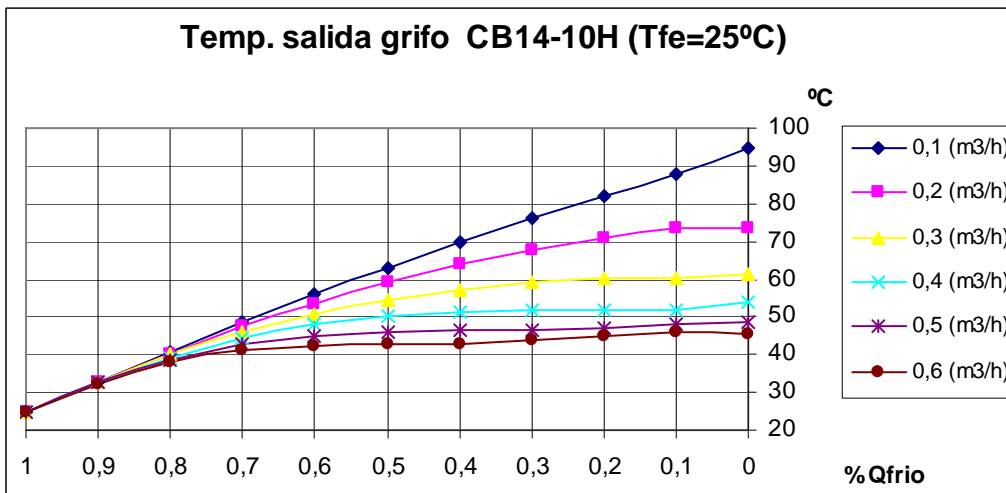
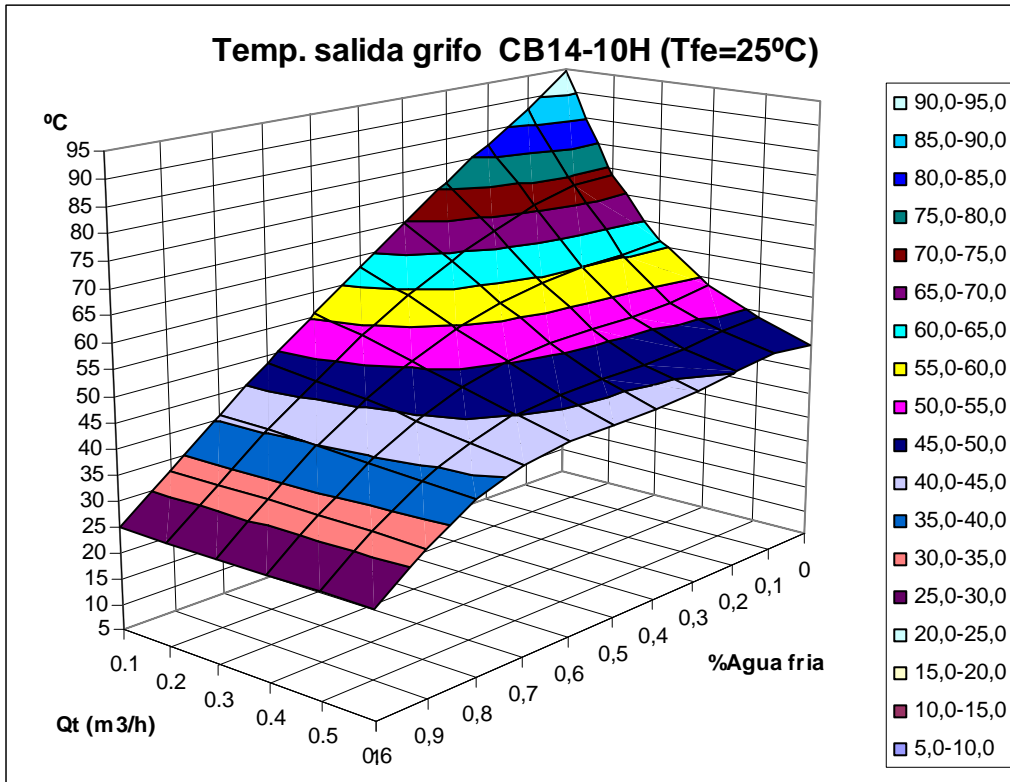
El tiempo de calentamiento es proporcional a la cantidad de agua en el depósito, es decir, si en lugar de estar lleno y tener 50 litros tiene la mitad (**25 litros**), tardará la mitad de tiempo, **entre 37 segundos y 2 minutos**.

5. Modo ducha con motor encendido (al relenti).

5.1. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H (Tfe=5°C)



5.2. Gráfica temperaturas de salida del grifo CB14-10H ($T_{fe}=25^{\circ}\text{C}$)



5.3. Análisis de datos y conclusiones

Observando las gráficas comprobamos que hay innumerables maneras de obtener una temperatura para la ducha de unos 35 grados, variando el porcentaje de mezcla con agua fría, el caudal total que sale del grifo y la temperatura a la que se encuentra el agua en el depósito.

También se aprecia la posibilidad de que salga agua a temperaturas excesivamente elevadas con caudales pequeños combinado con porcentajes de agua caliente con peligro de quemaduras para el usuario.

Puesto que resulta poco intuitivo e incluso peligroso por las altas temperaturas el manejo con un grifo doméstico común en esta instalación se recomienda instalar un grifo termostático en el que el usuario solo tiene que preocuparse de fijar un caudal y temperatura deseada que aunque varíen los caudales de entrada, sus temperaturas o las presiones de entrada, el agua saldrá siempre a la misma temperatura.

6. Calefacción adicional.

6.1. Potencia deseada

Queremos una calefacción de potencia similar a la que traen todos los vehículos de serie. Para ello necesitamos conocer el caudal de aire que proporciona el ventilador y el incremento de temperatura que sufre el aire cuando pasa desde el exterior hacia el habitáculo. También se podría calcular conociendo el caudal de refrigerante que pasa por el radiador y la variación de temperatura a su paso pero esta segunda manera es más difícil e imprecisa puesto que resulta mucho más complicado conocer la variación de temperatura del refrigerante que del aire.

Hemos averiguado cual es el caudal de aire que proporcionan los ventiladores centrífugos comparándolos con un catalogo de ventiladores SODECA de dimensiones y potencias eléctricas muy similares (diámetro 146mm y 120W). Estos ventiladores dan un caudal variable **entre 0 y 260 m3/h**.

$$Q_{\text{agua}} \rho_{\text{agua}} c_{\text{agua}} \nabla T_{\text{agua}} = Q_{\text{aire}} \rho_{\text{aire}} c_{\text{aire}} \nabla T_{\text{aire}}$$

- ✓ ρ (agua) = 1000kg/m³
- ✓ ρ (aire) = 1.2kg/m³
- ✓ c_p (agua) = 4.1813 KJ/kg K
- ✓ c_p (aire) = 1.012 KJ/kg K

- Aire

$$100 \frac{m^3}{h \cdot 3600 \frac{seg}{h}} \cdot 1.2 \frac{kg}{m^3} \cdot 1.012 \frac{KJ}{kg \cdot K} \cdot 50K = 1.68 \frac{KJ}{seg} = 1680W$$

Con un caudal de aire de 100m³/h sale una potencia aproximada de 1700W, cosa que es coherente con las calefacciones estáticas que se instalan en furgonetas o autocaravanas que tienen una potencia de 2000W por lo general.

- Agua

Una vez conocida la potencia por medio del aire, ahora podemos despejar la variación de temperatura del refrigerante para que de exactamente la misma potencia.

$$1680 = 0.5 \frac{m^3}{h \cdot 3600 \frac{seg}{h}} \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 4.18 \frac{KJ}{kg \cdot K} \cdot \nabla T \Rightarrow \nabla T = 2.89^\circ C$$

6.2. Flujo volumétrico/Caudal de aire

Para aprovechar el espacio interior vamos a colocar ventiladores helicoidales que tienen muy poco fondo (extraplanos, 25mm), un consumo de 2-3W únicamente y un caudal de aire de 145 m³/h cada uno. **Total 290 m³/h**

6.3. Dimensiones estimadas del radiador

Puesto que vamos a colocar 2 ventiladores helicoidales de dimensiones 120 x 120 x 25 mm, bastará que las dimensiones del radiador sean tales que se puedan colocar estos dos ventiladores acoplados en una de sus caras. Se puede colocar un radiador mayor aunque perderemos sitio inútilmente.

7. Calefacción estática.

7.1. Energía necesaria (comparando con calefacción webasto 0.5L/noche)

Energía calorífica de 0.5 litros de gasoil:

$$0.5L \cdot 0.85 \frac{kg}{L} \cdot 42845000 \frac{J}{kg} = 18.209.125 \frac{J}{noche}$$

7.2. Energía disponible

Energía calorífica del depósito de 56 litros:

$$56\text{kg} \cdot 4.18 \frac{\text{KJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 80\text{K} = 18.726.400\text{J}$$

CONCLUSION: la diferencia no es muy grande por lo tanto merece la pena estudiar la posibilidad de tener calefacción estática con el depósito de agua caliente.

7.3. Alternativas para aumentar la energía almacenada

Si nos fijamos en la fórmula $Q(J) = M \cdot c \cdot \Delta T$ tenemos 3 posibilidades de mejorar el resultado.

- Masa
- Calor específico
- Salto térmico

El salto térmico no se puede aumentar mucho más puesto que nuestra temperatura máxima alcanzable esta limitada por la máxima temperatura que alcanza el refrigerante (110°C). Además pasar de los 100°C conllevaría muchos más problemas que beneficios debido a la ebullición. Implica tener un circuito a presión, el depósito a presión y materiales más resistentes. DESCARTADO.

El calor específico no lo podemos modificar puesto que queremos trabajar exclusivamente con agua potable. De todos modos el Amoniaco es el único fluido con un calor específico superior al del agua (4.7 frente a 4.18). DESCARTADO.

La capacidad del depósito. A mayor capacidad del depósito mayor energía tendremos. Si colocamos un depósito de **100L** tendremos **33.440.000J**. Aunque ese suele ser el tamaño máximo que se coloca en furgonetas grandes tipo Mercedes Sprinter, Fiat Ducato, etc.)

7.4. Tiempo disponible estimado de calefacción estática

Este dato orientativo corresponde a una potencia de 500W, si se aumenta la velocidad o número de los ventiladores aumentara la potencia pero disminuirá el tiempo de autonomía.

$$18.726.\text{KJ} = 0.5\text{K} \frac{\text{KJ}}{\text{seg}} \cdot x\text{seg} \longrightarrow x = \frac{18726}{0.5} = 37452\text{seg} = 10.4\text{horas}$$

8. Presión mínima en el circuito de agua.

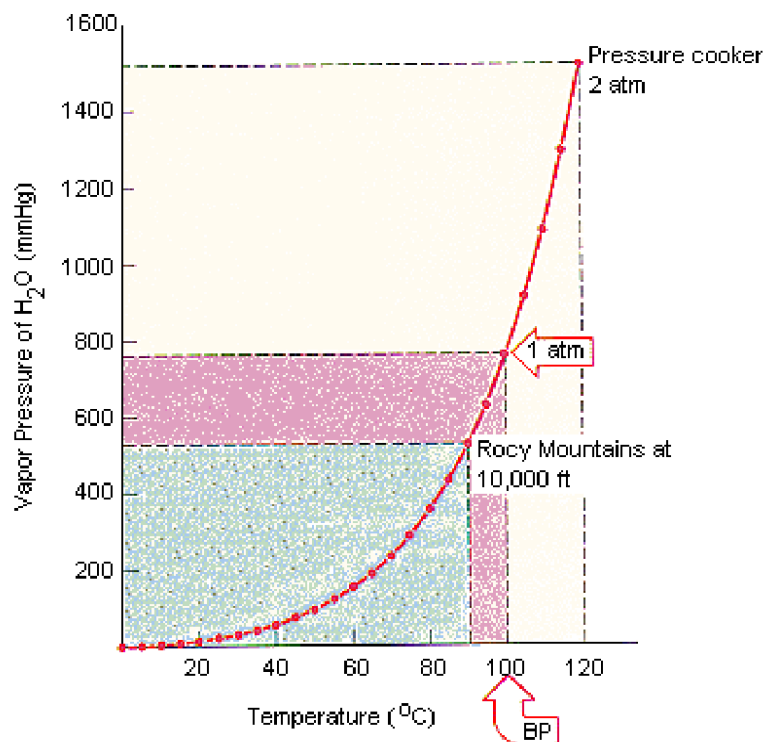
Hay que tener en cuenta una situación más de funcionamiento de la instalación que además es de gran importancia. Como se ha visto en las gráficas anteriores, la temperatura que alcanza el

agua fría en el intercambiador de calor aumenta conforme disminuye el caudal de este a su paso (fundamentalmente) y se aproxima bastante a la temperatura del refrigerante cuando los caudales son pequeños.

La situación que hay que analizar con detalle es cuando no se utilice el agua fría y el motor haya alcanzado su temperatura de funcionamiento. Lo que ocurre en esta situación es que el caudal que pasa por el intercambiador es 0 por el lado frío y el que corresponda por el lado caliente, por lo tanto el agua fría alojada en el interior del intercambiador alcanzara una temperatura igual a la del refrigerante 110°C incluso 120°C si el motor esta trabajando en condiciones muy severas.

El problema es que si nuestra bomba a presión no da la suficiente presión a una temperatura de 120°C, el agua empezará a hervir y habrá más presión en el circuito que la que puede dar la bomba. Como puede apreciarse en el grafico siguiente, la presión de vapor crece muy rápidamente a partir de los 100 grados.

Así que la **presión mínima que tiene que dar la bomba será la presión de vapor a la temperatura que alcance el líquido refrigerante** en todo momento. (Estimo la temperatura máxima del refrigerante en 120°C => 2 bares de presión aprox. absoluta)

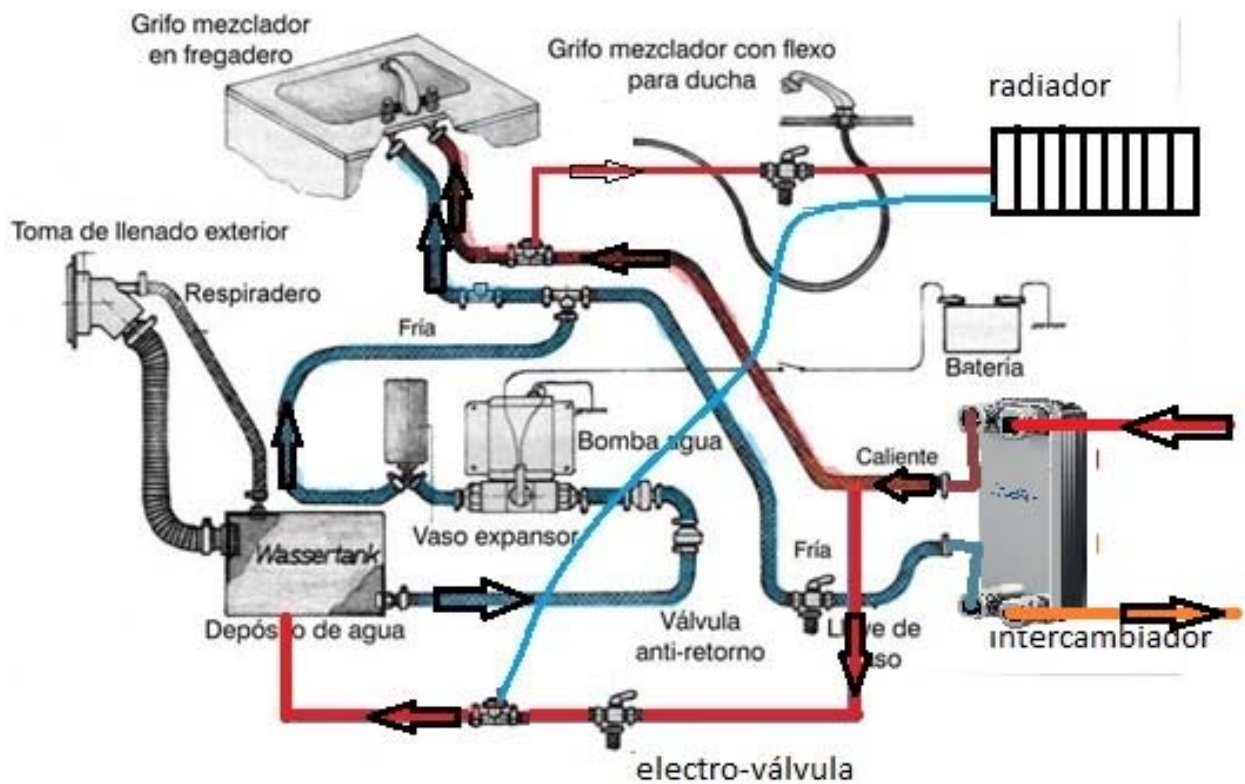


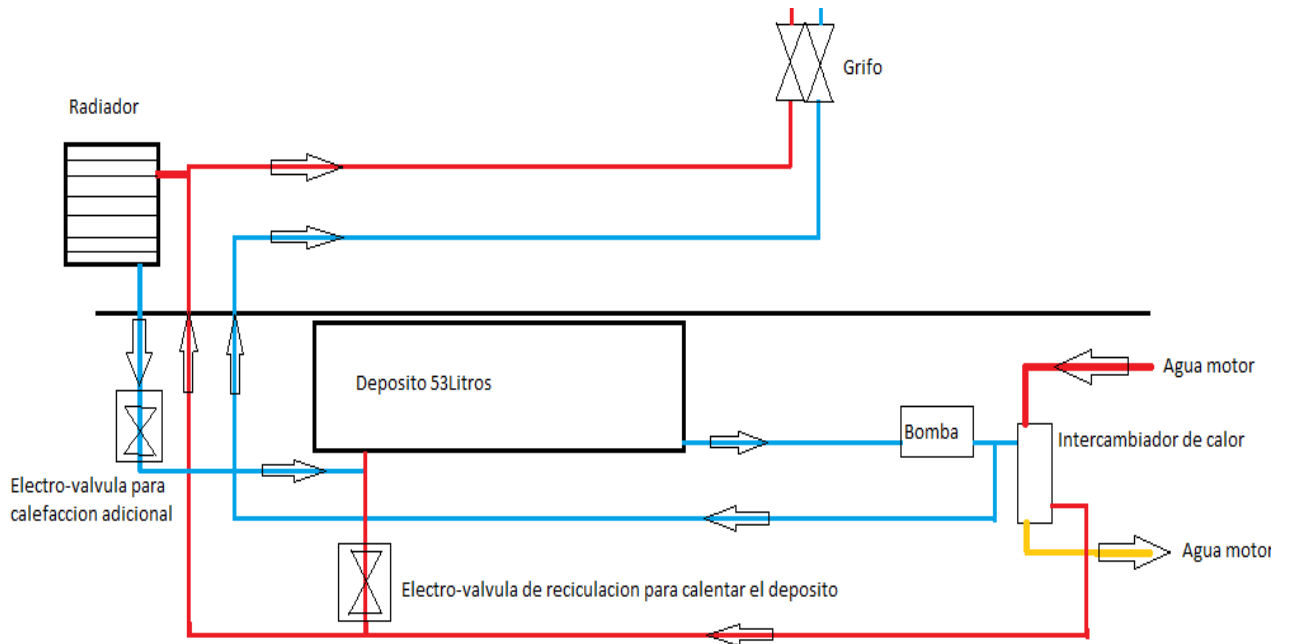
3 PLANOS

3. PLANOS

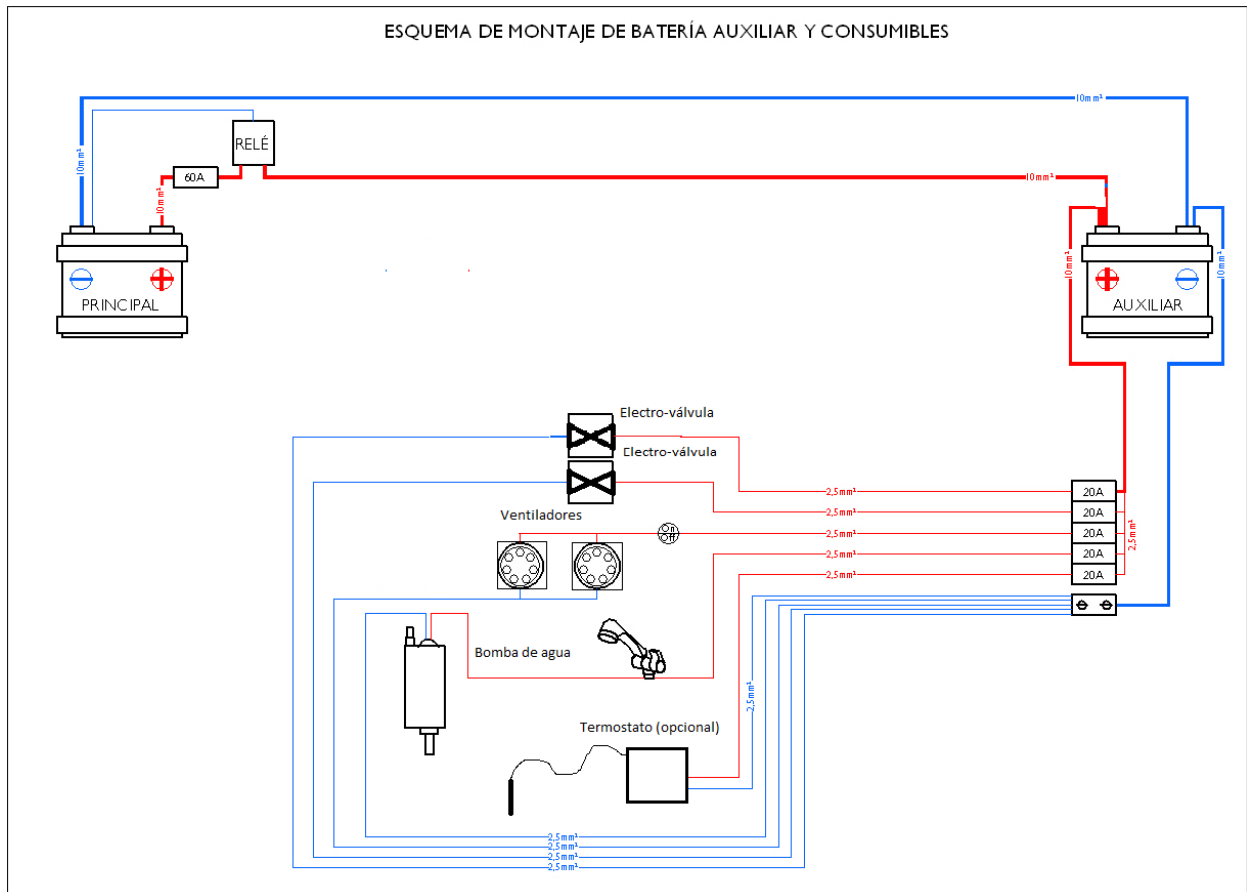
3.1. Esquema hidráulico

El esquema del circuito de agua fría/caliente y calefacción es el que se muestra en la figura siguiente. Se podrá modificar libremente el lugar exacto de colocación de los distintos componentes bien sea por el gusto del cliente o por necesidades físicas impuestas por las diferencias entre un modelo u otro de furgoneta/autocaravana pero en ningún caso se podrá modificar el orden de los componentes.





3.2. Esquema eléctrico:



4 PLIEGO DE CONDICIONES

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

11154

Real Decreto 866/2010, de 2 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de vehículos.

Las reformas de vehículos en España están reguladas por el Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación.

Con fecha 9 de octubre de 2007, se aprobó la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos, que ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante la Orden ITC/1620/2008, de 5 de junio, por la que se actualizan los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos.

Con independencia de esa incorporación, es preciso completar su transposición para adaptar determinados conceptos y exigencias del Real Decreto 736/1988, de 8 de julio a lo dispuesto en la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre. En particular, el citado real decreto permite las reformas en los vehículos antes de su matriculación, mientras que la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre, no lo permite, ofreciendo, para estos casos, un procedimiento alternativo como es la homologación individual de vehículos. Además la evolución de la técnica y la experiencia resultante de la aplicación del Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, en el largo tiempo transcurrido desde su entrada en vigor, hacen muy conveniente dar una nueva regulación a la tramitación de las reformas de vehículos.

En consecuencia, el objeto de este real decreto es aprobar una nueva y completa regulación en esta materia, procediendo a recoger la experiencia práctica de la aplicación de la norma que se sustituye y a integrar la evolución técnica. Además la nueva regulación tiene en cuenta las normas del Derecho de la Unión Europea, para asegurar mejor las condiciones de seguridad activa y pasiva de los vehículos y su comportamiento en lo que concierne a la protección al medio ambiente, así como para colaborar en la defensa de los derechos de los consumidores.

De acuerdo con lo previsto en el artículo 24.1.c) de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, el proyecto ha sido objeto del preceptivo trámite de audiencia. Asimismo, esta disposición ha sido sometida al procedimiento de información de normas reglamentarias técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE, de 20 de junio, así como el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, que incorpora estas directivas al ordenamiento jurídico español.

Esta disposición se dicta al amparo del artículo 149.1.21.^a de la Constitución española, que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de tráfico y circulación de vehículos a

motor, que incluye la competencia para la determinación de las condiciones o prescripciones técnicas de los vehículos para que sea admitida su circulación.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria, Turismo y Comercio y del Ministro del Interior, con la aprobación previa de la Vicepresidenta Primera y Ministra de la Presidencia, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 2 de julio de 2010,

DISPONGO:

Artículo 1. *Objeto.*

Constituye el objeto de este real decreto la regulación del procedimiento para la realización y tramitación de las reformas efectuadas en vehículos después de su matriculación definitiva en España con el fin de garantizar que tras la reforma se siguen cumpliendo los requisitos técnicos exigidos para su circulación.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

1. Este real decreto se aplicará a todos los vehículos matriculados definitivamente y remolques ligeros (categoría O1) autorizados a circular.

2. Este real decreto no se aplicará a los vehículos antes de su matriculación definitiva. Las modificaciones efectuadas en los vehículos antes de su matriculación definitiva deberán estar incluidas en la homologación de tipo o tramitarse a través del procedimiento de homologación individual.

Artículo 3. *Definiciones.*

A los efectos previstos en el presente real decreto, se entiende por:

1. Homologación de tipo: Procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos pertinentes.

2. Homologación de tipo nacional: Procedimiento de homologación de tipo establecido por la legislación nacional de un Estado miembro; la validez de dicha homologación queda limitada al territorio de ese Estado miembro.

3. Homologación de tipo CE: Procedimiento mediante el cual un Estado miembro certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos de las Directivas 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas y componentes y unidades técnicas independientes destinadas a dichos vehículos; 2003/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, relativa a la homologación de los tractores agrícolas o forestales, de sus remolques y de su maquinaria intercambiable remolcada, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas de dichos vehículos, y por la que se deroga la Directiva 74/150/CEE; 2002/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de marzo del 2002, relativa a la homologación de los vehículos de motor de dos y tres ruedas y por la que se deroga la Directiva 92/61/CEE del Consejo, y de los actos reglamentarios enumerados en los anexos de las referidas Directivas.

4. Homologación individual: Procedimiento por el cual un Estado miembro certifica que un vehículo en particular, ya sea singular o no, cumple las disposiciones administrativas y requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable.

5. Homologación de tipo multifásico: Procedimiento mediante el cual un tipo de vehículo incompleto o completado cumple las correspondientes disposiciones administrativas y requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable.

6. Vehículo de base: Todo vehículo que se utiliza en la fase inicial de un proceso de homologación de tipo multifásico.

7. Vehículo incompleto: Todo vehículo que deba pasar por lo menos por una fase más para ser completado y cumplir los requisitos técnicos pertinentes establecidos en la legislación aplicable.

8. Vehículo completado: El vehículo, producto del procedimiento de homologación de tipo multifásico, que cumpla los requisitos técnicos establecidos en la legislación aplicable.

9. Vehículo completo: Todo vehículo que no necesita ser completado para satisfacer los requisitos técnicos pertinentes establecidos en la legislación aplicable.

10. Actos reglamentarios: Una directiva particular, un reglamento (CE) o un reglamento CEPE/ONU anexo al Acuerdo revisado de 1958 relativo a la adopción de prescripciones técnicas para los vehículos de ruedas, el equipo y piezas que pueden montarse y/o usarse en los vehículos de ruedas y las condiciones para el reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas en base a estas prescripciones.

11. Fabricante: La persona u organismo responsable ante la autoridad de homologación de todos los aspectos del proceso de homologación o de autorización, y de garantizar la conformidad de la producción. No es esencial que la persona u organismo participe directamente en todas las fases de la fabricación de un vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente sujeta al proceso de homologación.

12. Representante del fabricante: Toda persona física o jurídica establecida en la Unión Europea, debidamente designada por el fabricante para que le represente ante las autoridades competentes y para que actúe en su nombre. Cuando se hace referencia al término «fabricante» ha de entenderse que se indica tanto el fabricante como su representante.

13. Autoridad de homologación: La autoridad con competencias en todos los aspectos de la homologación de un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente o de la homologación individual de un vehículo, del proceso de autorización, de la emisión y, en su caso, retirada de certificados de homologación, así como para actuar como punto de contacto con las autoridades de homologación de los demás Estados miembros, para designar los servicios técnicos y garantizar que el fabricante cumple sus obligaciones sobre conformidad de la producción. En la actualidad, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

14. Servicio técnico: La entidad designada por la autoridad de homologación como laboratorio para llevar a cabo ensayos de homologación o como entidad de evaluación de la conformidad para llevar a cabo la inspección inicial y otros ensayos o inspecciones en nombre de la autoridad de homologación, siendo posible que el propio organismo competente lleve a cabo esas funciones.

15. Servicio técnico de reformas: La entidad designada por la autoridad de homologación española como laboratorio para llevar a cabo informes de las reformas tipificadas en el presente real decreto y, en su caso, los ensayos previstos en los actos reglamentarios afectados por la/s reforma/s.

16. Taller: Entidad debidamente inscrita en el registro oficial de talleres de reparación de vehículos correspondiente. En España, registro especial de talleres de reparación de vehículos automóviles y de sus equipos y componentes, regulado por la reglamentación aplicable. A los efectos del presente real decreto también tendrán la consideración de taller las instalaciones de los fabricantes de vehículos cuando intervengan en la ejecución de las reformas en el ámbito que

se determine en el Registro de fabricantes y firmas autorizadas del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

17. Estación de Inspección Técnica de Vehículos (ITV): Las instalaciones que tienen por objeto la ejecución material de las inspecciones técnicas que, de acuerdo con el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, y demás normas aplicables, deban hacerse en los vehículos y sus componentes y accesorios, y que estén habilitadas por el órgano competente de la Comunidad Autónoma del territorio donde estén radicadas.

18. Reforma de vehículo: Toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación y en remolques ligeros después de ser autorizados a circular, que o bien cambia alguna de las características del mismo, o es susceptible de alterar los requisitos reglamentariamente aplicables contenidos en el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Este término incluye cualquier actuación que implique alguna modificación de los datos que figuran en la tarjeta de ITV del vehículo.

19. Vehículo: Todo vehículo a motor y sus remolques, incluidos los vehículos especiales.

20. Manual de Reformas de Vehículos: Documento elaborado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en colaboración con los órganos competentes en materia de ITV de las comunidades autónomas, que establece las descripciones de las reformas tipificadas, su codificación y la documentación precisa para su tramitación. Este manual estará disponible para consulta de los solicitantes de una reforma en todas las estaciones de ITV. El manual será actualizado cuando se modifique la tipificación de las reformas o los criterios reglamentarios en materia de vehículos, tanto de carácter nacional como de la Unión Europea.

21. Vehículo de la misma categoría o tipo: Aquellos vehículos que no presentan entre sí diferencias por las que deban considerarse de distinta categoría o tipo, según se definen en las Directivas 2007/46/CE, 2003/37/CE o 2002/24/CE, o en el real decreto de homologación nacional de tipo.

22. Conjunto funcional: Conjunto de sistemas, partes o piezas autorizado por la autoridad de homologación, destinado a cumplir una función determinada en uno o varios vehículos del mismo o de diferentes tipos o categorías y que afectan a una o varias funciones de las incluidas en el anexo I del presente real decreto.

23. Proyecto técnico: Conjunto de documentos, redactado por técnico competente, que tiene por objeto la definición y la valoración de las características de un producto, obra o instalación, que se requieren en función de su fin o destino.

24. Certificación final de obra: El acto por el que en forma de documento se da la conformidad por parte de un técnico de las obras y/o instalaciones realizadas según proyecto.

25. Certificado del taller: El documento que acredita la ejecución de una determinada actuación de un taller sobre un vehículo determinado.

Artículo 4. *Tipificación de las reformas.*

Las reformas de vehículos se tipifican en el anexo I.

Artículo 5. *Requisitos generales.*

1. La reglamentación cuyo cumplimiento es exigible al vehículo reformado es la que se indica en el manual de reformas de vehículos.

2. La reglamentación cuyo cumplimiento es exigible para la tramitación de las reformas de vehículos se deriva de la que se cita en la columna 3 del anexo I del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, aceptándose como alternativa la indicada en la columna 4 del mismo anexo y, en su caso, en la reglamentación de homologación española.

En el manual de reformas de vehículos se indica, para cada reforma, los actos reglamentarios que, en su caso, pueden verse afectados por la reforma.

3. El cumplimiento de la reglamentación cuyo cumplimiento es exigible se demostrará mediante informe, según modelo del anexo II, emitido por un servicio técnico designado para reformas de vehículos, o del fabricante del vehículo, inscrito en el registro de firmas autorizadas de fabricantes de la autoridad de homologación, en el que se hará constar que el vehículo reformado, según se solicita, cumple los requisitos de los actos reglamentarios que son de aplicación conforme a las reformas tipificadas en el anexo I y al manual de reformas de vehículos. Cuando el informe de conformidad sea emitido por el fabricante para vehículos completados, dicho informe se basará en otro informe emitido por el/los fabricante/s de fase anterior cuando la transformación realizada afecte a sistemas, componentes o unidades técnicas independientes.

En el caso de que la reforma implique un cambio de categoría del vehículo, el informe citado deberá incluir relación de la documentación de homologación de los actos reglamentarios cuyo cumplimiento es exigible para la nueva categoría. En el caso de que la/s reforma/s deriven en otro vehículo homologado, será suficiente que el solicitante de la reforma obtenga del fabricante una certificación que lo acredite. En el caso que el informe de conformidad sea emitido por el fabricante del vehículo, esta certificación podrá incluirse en dicho informe.

En el caso que el emisor del informe de conformidad estime necesario basar su informe en otro emitido por el servicio técnico designado para los ensayos de homologación de los actos reglamentarios de que se trate, deberá ponerlo en conocimiento del interesado quien estará obligado a aportar el o los informes solicitados como condición indispensable para que le sea emitido el informe según el anexo II.

Artículo 6. Autorización de conjuntos funcionales.

1. El fabricante del conjunto funcional que desee obtener la autorización deberá presentar ante la autoridad de homologación un ejemplar de la documentación siguiente:

- a) Solicitud de autorización.
- b) Ficha de características donde se describa el conjunto funcional y los actos reglamentarios afectados, incluida la instalación, sellada por un servicio técnico competente en materia de homologación en España.
- c) Acta de ensayo del conjunto funcional y de su instalación expedida por un servicio técnico competente en materia de homologación en España.

2. La autoridad de homologación deberá resolver y notificar en el plazo de seis meses desde la entrada en el registro de toda la documentación que, para cada caso, se establezca en este real decreto. Transcurrido el plazo máximo sin haberse notificado resolución expresa la solicitud se entenderá desestimada de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 43.1 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y de Procedimiento Administrativo Común y en el artículo 61 del Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, por el que se aprueba el texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

3. Se comunicarán dichas autorizaciones a los órganos de las comunidades autónomas competentes en materia de inspección técnica de vehículos, adjuntando la documentación técnica citada anteriormente.

Artículo 7. Tramitación y documentación.

1. Las reformas de vehículos se podrán solicitar por el titular del vehículo o por persona por él autorizada.

2. Si una modificación de un vehículo entraña simultáneamente varias de las reformas de vehículos tipificadas en el anexo I, su tramitación exigirá el cumplimiento de los requisitos fijados para cada una de éstas en el manual de reformas de vehículos.

3. La tramitación de reformas de vehículos podrán requerir todos o alguno de los siguientes documentos:

a) Proyecto técnico detallado de la reforma a efectuar y certificación final de obra en la que se indique que la misma se ha realizado según lo establecido en dicho proyecto, suscritos ambos por técnico titulado competente. En la certificación de obra se hará constar de forma expresa el taller y la fecha en la que se efectuó la misma. Este proyecto técnico se ha de presentar al emisor del informe de conformidad.

b) Informe de conformidad según anexo II emitido por el servicio técnico de reformas designado o alternativamente por el fabricante del vehículo.

c) Certificado del taller en el que se efectuó la reforma, según modelo del anexo III, de la correcta realización de la misma.

4. Cuando sean emitidos por el fabricante, los informes de conformidad del párrafo b) anterior serán únicamente extendidos por personas expresamente autorizadas por las empresas fabricantes para este cometido.

5. Para cada tipo de reforma de vehículo, la documentación que habrá de presentarse ante los órganos de la Administración competentes en materia de inspección técnica de vehículos (ITV), la tramitación y los requisitos específicos exigibles serán los indicados en el manual de reformas de vehículos.

6. En el caso de correspondencia del vehículo reformado con un tipo homologado, se podrá hacer la reforma sin aportar lo dispuesto en el apartado 3.a) de este artículo.

7. En el caso de una reforma amparada por un conjunto funcional autorizado por la autoridad de homologación, no será necesario el cumplimiento del párrafo a) y se inspeccionará el vehículo de acuerdo con el artículo 8 de este real decreto.

Artículo 8. Inspecciones técnicas.

1. El titular del vehículo, o persona por él autorizada, al que se le haya efectuado una reforma, está obligado a presentar el mismo a inspección técnica en el plazo máximo de quince días, aportando la documentación según se determina en el manual de reformas de vehículos. El alcance de la inspección será el delimitado por el manual de reformas de vehículos y en su ejecución se utilizará el manual de procedimiento de inspección de las estaciones de ITV.

2. El órgano de la Administración competente en materia de ITV efectuará la inspección del vehículo reformado, en base al alcance indicado en el apartado 1, al objeto de comprobar la correcta ejecución de la reforma, y si dicha reforma ha modificado las condiciones exigidas para circular por las vías públicas.

3. Si el resultado de la inspección prevista fuera favorable, el órgano de la Administración competente diligenciará la tarjeta ITV o, en su caso, expedirá una nueva.

4. Si el resultado de la inspección resultara desfavorable o negativo, se aplicará, en su caso, lo dispuesto en el Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre, por el que se regula la inspección técnica de vehículos.

5. Si el vehículo reformado hubiese sido matriculado en provincia distinta de aquella en que se autoriza la reforma, el órgano de la Administración competente que la haya autorizado, además de actuar según lo dispuesto en los apartados 2 y 3 de este artículo, remitirá al órgano

competente de la comunidad autónoma de matriculación un ejemplar de la diligencia que se indica en el apartado 3, con facsímil del nuevo número de bastidor, en su caso, para constancia en el expediente del vehículo.

El órgano de la Administración competente lo comunicará a la Jefatura de Tráfico de su provincia según lo dispuesto en el Real Decreto 2042/1994, de 14 de octubre.

Artículo 9. Requisitos exigibles a los servicios técnicos de reformas.

1. La autoridad de homologación podrá designar los servicios técnicos de reformas de vehículos.

Para su designación, las entidades interesadas deberán solicitarlo a la autoridad de homologación, aportando la certificación de la competencia técnica mediante la acreditación por parte de la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), de acuerdo a los requisitos establecidos en la norma UNE EN ISO/IEC 17020:2004 Criterios generales para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección.

Los ensayos requeridos deberán ser realizados por un laboratorio que cumpla con los requisitos establecidos en la norma UNE EN ISO/CEI 17025:2005 Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración o por un servicio técnico de homologación.

2. Los servicios técnicos de homologación podrán solicitar la designación como servicio técnico de reformas aportando a la autoridad de homologación la documentación que demuestre competencia técnica con la norma UNE EN ISO/IEC 17020:2004.

3. La solicitud y la documentación señalada en los apartados anteriores del presente artículo podrá presentarse de acuerdo con lo previsto en el artículo 38 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común. Las solicitudes también podrán tramitarse por medios electrónicos, de conformidad con la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos.

Artículo 10. Régimen sancionador.

1. El incumplimiento de las disposiciones del presente real decreto, se sancionará con arreglo al régimen de infracciones y sanciones previsto en el título V de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, sin perjuicio de lo que se establece en el apartado siguiente.

2. Cuando el incumplimiento de lo dispuesto en el presente real decreto constituya una infracción tipificada en el texto refundido de la Ley General de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre y en el Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio, por el que se regulan las infracciones y sanciones en materia de defensa del consumidor y de la producción agro-alimentaria, será sancionado de conformidad con lo prescrito en dicho texto refundido y real decreto.

Disposición transitoria primera. Período en el que los laboratorios de reformas designados con anterioridad a la entrada en vigor de este real decreto podrán seguir emitiendo informes.

En tanto no se produzca la designación de los servicios técnicos de reformas a que se refiere el artículo 9, los laboratorios de reformas designados a la entrada en vigor de este real decreto, durante un periodo máximo de un año a partir de esa fecha, podrán extender los informes a que se refiere el artículo 7.3.b) en virtud de lo establecido en el artículo 13 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

Disposición transitoria segunda. Carrozado inicial de los vehículos.

El carrozado inicial a que hace referencia el anexo 11 del Real Decreto 2140/1985, de 9 de octubre, por el que se dictan normas sobre homologación de tipos de vehículos automóviles, remolques y semirremolques así como de partes y piezas de dichos vehículos, podrá seguir realizándose según el Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, hasta las fechas de obligatoriedad de homologación de tipo para los tipos de vehículos ya existentes determinadas en la última columna del anexo XIX de la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre de 2007.

Disposición transitoria tercera. Reformas antes de la matriculación.

Los vehículos con homologación de tipo española, hasta la fecha en la que deban corresponder a tipos homologados según la Directiva 2007/46/CE, de 5 de septiembre de 2007, podrán ser reformados antes de la matriculación, siguiendo el procedimiento establecido en el presente real decreto.

Disposición transitoria cuarta. Reformas de importancia generalizada.

Las reformas de importancia generalizada en los vehículos que hayan sido autorizadas conforme a las prescripciones establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del presente real decreto y que no hayan sido legalizadas sólo podrán efectuarse dentro del plazo de dos años a contar desde esa fecha.

Disposición transitoria quinta. Reformas de nueva tipificación.

Los vehículos a los que se les hubiera efectuado una reforma tipificada como tal en este real decreto y que con anterioridad no fuera considerada como reforma, deberán legalizarla mediante diligencia administrativa ante el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente, quien hará la anotación en la tarjeta de ITV, para lo cual dispondrán del plazo de seis meses. Transcurrido este periodo, deberán legalizarse siguiendo el procedimiento establecido por el presente real decreto.

Disposición derogatoria única. Derogación normativa.

Quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en este real decreto y, en particular, el Real Decreto 736/1988, de 8 de julio, por el que se regula la tramitación de las reformas de importancia de vehículos de carretera y se modifica el artículo 252 del Código de la Circulación.

Disposición final primera. Título competencial.

El presente real decreto se dicta al amparo del artículo 149.1.21ª de la Constitución española, que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de tráfico y circulación de vehículos a motor.

Disposición final segunda. Modificación del Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

El artículo 7.2 del Reglamento General de Vehículos, aprobado por el Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, queda redactado como sigue:

«2. El titular de un vehículo de motor, remolque o semirremolque en el que se haya efectuado una reforma de importancia deberá regularizarla ante el órgano de la Administración competente en materia de industria.

La tramitación y regularización de las reformas de importancia se ajustarán a la reglamentación que se recoge en el anexo I.»

Disposición final tercera. Autorización para la modificación de los anexos del real decreto.

Se autoriza al Ministro de Industria, Turismo y Comercio a modificar por orden ministerial los anexos del presente real decreto.

Disposición final cuarta. Entrada en vigor.

El presente real decreto entrará en vigor a los seis meses de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 2 de julio de 2010.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta Primera del Gobierno y Ministra de la Presidencia,
MARÍA TERESA FERNÁNDEZ DE LA VEGA SANZ

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo I. Tipificación de las reformas de vehículos.
- Anexo II. Informe de conformidad.
- Anexo III. Certificado del taller.

ANEXO I

Tipificación de las reformas de vehículos

Las reformas de vehículos se refieren a las modificaciones introducidas en las funciones que se relacionan a continuación y que, en su caso, serán desarrolladas según convenga en el manual de reformas de vehículos.

Se consideran reformas de vehículos las modificaciones relativas a las funciones siguientes:

1. Identificación.
2. Unidad motriz.
3. Transmisión.
4. Ejes.
5. Suspensión.
6. Dirección.
7. Frenos.
8. Carrocería.
9. Dispositivos de alumbrado y señalización.
10. Uniones entre vehículos tractores y sus remolques o semirremolques.
11. Modificaciones de los datos que aparecen en la tarjeta de ITV.

ANEXO II

Informe de conformidad

El/los abajo firmante(s) expresamente
autorizado/s por:

INFORMA

Que el vehículo, marca, tipo....., variante.....,
denominación comercial, contraseñas de homologación (*),
matrícula, y con número de bastidor....., es
técnicamente apto para ser sometido a la(s) reforma(s) consistente(s) en:

Tipificada/s con el/los Código de Reforma/s

Especificaciones técnicas o reglamentarias:

Contraseña de homologación o número de informe que avale el cumplimiento de la
reglamentación aplicable afectada por las transformaciones realizadas en el vehículo.

Reglamentación aplicable	Contraseña de homologación o informe que avala su cumplimiento.
--------------------------	--

El vehículo reformado cumple con los actos reglamentarios que son de aplicación a las
reformas tipificadas en el anexo I y en el manual de reformas de vehículos y es conforme con las
condiciones exigibles de seguridad y de protección al medio ambiente.

Y para que así conste, a los efectos oportunos, firmo el presente en, a
.... de de

(*) Si el vehículo no dispone de contraseña se rellenará este campo con N.P.

ANEXO III

Certificado del taller

D....., expresamente autorizado por la
empresa, domiciliada en
....., provincia de, calle
....., n.º.....teléfono, dedicada a la
actividad de, con n.º de registro industrial y n.º de
registro especial (1)

CERTIFICA

Que la mencionada empresa ha realizado la/s reforma/s, y asume la responsabilidad de la
ejecución, sobre el vehículo marca....., tipo....., variante.....,

denominación comercial, matrícula y n.º de bastidor, de acuerdo con:

La normativa vigente en materia de reformas de vehículos.

Las normas del fabricante del vehículo aplicables a la/s reforma/s llevadas a cabo en dicho vehículo.

El proyecto técnico de la/s reforma/s, adjunto al expediente.

OBSERVACIONES:

..... a de de.....

Firma y sello

Fdo.:

(1) En el caso de que la reforma sea efectuada por un fabricante se indicará N/A.

5 PRESUPUESTO

5. PRESUPUESTO.

5.1. Instalación parcial

En el caso de que el vehículo cuente con las instalaciones típicas de agua corriente y circuito eléctrico auxiliar, el siguiente presupuesto incluye agua caliente para ducha con motor apagado programable, con motor encendido, calefacción auxiliar y calefacción estática programable

Descripción	Cantidad	Precio	%dto.	Importe
Intercambiador Alfa Laval CB14-10H	1	187.31	6	175.78
Vaso de expansión	1	32.50	10	29.25
Bridas diam.18	5	0.40	0	2.00
Tubería cristal refittex 12x18	2	1.205	15	2.41
Racores	1	2.87	0	2.87
Electro-válvulas 12V	2	57	7	108.30
Interruptor 12V	2	4.54	0	9.08
Termostato con sonda	1	27.10	0	27.10
Radiador 37x24	1	59.53	0	59.53
Ventilador diam.12 12V	2	14.45	0	28.90

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 451.67

13% Gastos Generales58,71
 6% Beneficio Industrial..... 27,10

SUMA G.G Y B.I 537,48

18% IVA..... 96,74

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 634,22 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEIS CIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS.

5.2. Instalación completa

En el caso de que el vehículo no disponga de ninguna instalación realizada este presupuesto incluye todo lo necesario para el funcionamiento de lo presupuestado anteriormente y además circuito de agua fría y circuito eléctrico auxiliar.

Descripción	Cantidad	Precio	%dto.	Importe
Depósito	1	64.66	10	58.19
Kit fijación depósito	1	27	0	27
Toma de agua exterior	1	12.6	0	12.6
Bomba Flopower FI-30	1	47.41	5	45.10
Tubería cristal refittex 12x18	6	1.205	15	6.15
Racores	5	2.87	0	22.96
Intercambiador Alfa Laval CB14-10H	1	187.31	6	175.78
Radiador 37x24	1	59.53	0	59.53
Ventilador diam.12 12V	2	14.45	0	28.90
Bridas diam.18	13	0.40	0	5.2
Vaso de expansión	1	32.50	10	29.25
Electro-válvulas 12V	2	57	7	108.30
Interruptor 12V	2	4.54	0	9.08
Termostato con sonda	1	27.10	0	27.10
Cable eléctrico 2.5mm	5	2.42	0	12.10
Fregadera	1	39	10	35.10
Acoples rápidos	2	7.40	0	14.80
Grifo termostático	1	42	0	42
Manguera ducha 2m	1	5.35	0	5.35
Alcachofa ducha 5 posiciones	1	12.20	0	12.20
Batería gel 80 amperios	1	147	6	138.18
Kit sujeción batería	1	14.37	0	14.37
Relé automático separador	1	47.10	0	47.10
Portafusibles + fusibles varios	1	10.30	0	10.30

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 906.22

13% Gastos Generales117,80

6% Beneficio Industrial..... 54,37

SUMA G.G Y B.I 1.078,39

18% IVA..... 194,11

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 1.272,50 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de MIL DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA CENTIMOS.

Pamplona a Junio del 2010.

Sergio Sobrino Garde

6 BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA.

6.1. Libros Consultados.

- ✓ Mecánica de fluidos Incompresibles y Turbo máquinas Hidráulicas.
Agüera Soriano, José.
Ciencia 3. Distribución SL 2003

- ✓ Turbo máquinas hidráulicas.
Claudio mataix 2009 isbn: 978-84-8468-252-3

- ✓ Mecánica de Fluidos. White
Frank M. White. University of Rhode Island.
Mc Graw- Hill 2008

- ✓ Manual Ceac del automóvil.
Ediciones Ceac 2004. Isbn: 84-329-1064-3

- ✓ Apuntes de la asignatura ingeniería térmica impartida por Aguas Alcalde

- ✓ Apuntes de la asignatura instalaciones térmicas industriales impartida por Ángel Sola

- ✓ Apuntes de la asignatura fluido mecánica impartida por Eduardo Pérez de Eulate

- ✓ Catalogo de ventiladores Sodeca.

6.2. Páginas de Internet consultadas

- ✓ Calentadores de agua
http://www.roulot.es/index.php?page=shop.browse&root=106&category_id=164&option=com_phpshop&Itemid=102
- ✓ Bombas de agua
<http://www.flopowercn.com/ShowProduct.asp?id=54>
- ✓ Vaso de expansión (6bares máx.)
http://www.roulot.es/component/page,shop.product_details/flypage,shop.flypage/product_id,916/category_id,161/option.com_phpshop/Itemid,102/
- ✓ Tubo de Venturi
http://laplace.us.es/wiki/index.php/Tubo_de_Venturi
- ✓ (coef de descarga frente a n° Re)
<http://depa.fquim.unam.mx/IQ/iq/practica4n.htm>
- ✓ Manual de reformas en vehículos nuevo
http://www.mityc.es/es-ES/Documentacion/DocumInteres/Manual_Reformas_Corr_1.pdf
- ✓ Manual de reformas de automóviles viejo
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/laboratorio-de-tecnologias-iv/lecturas/manualreformas.pdf>
- ✓ ventiladores de ordenador diámetro 12cm
http://tienda.agalisa.es/default.php?cPath=10_171_175
- ✓ Ventilador 53m³/h diámetro 8cm
<http://www.pixmania.com/es/es/584183/art/noctua/ventilador-para-caja-nfr.html?srcid=348&Partenaire=TD&CodePromo=oui>
- ✓ Ventilador 48m³/h diámetro 8cm
<http://www.pixmania.com/es/es/1367948/art/noiseblocker/ventilador-nb-multiiframe.html?srcid=348&Partenaire=TD&CodePromo=oui>
- ✓ Ventilador 120x120x25 33dBA 88,11cfm = 150m³/h 12V 0,41^a
http://tienda.agalisa.es/product_info.php?cPath=10_171_175&products_id=37748
- ✓ Ventilador habitáculo BMW
<http://recambios24.es/hella/ventilador-habitaculo-8ew351040231?c=100349&at=37090>
- ✓ Caudalímetros SMC
<http://www.ncc1701.com.br/datafiles/produtos/PFAPFW.pdf>
- ✓ Purificadores de agua
http://www.roulot.es/component/page,shop.browse/category_id,162/option.com_phpshop/Itemid,102/
- ✓ Resistencia 12V para el depósito de agua
http://www.roulot.es/component/page,shop.browse/category_id,162/option.com_phpshop/Itemid,102/
- ✓ Agua caliente para ducha WV T5
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=173662.0>
- ✓ Agua caliente para ducha WV T4
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=29416.msg396733#msg396733>
- ✓ Agua caliente para ducha mercedes marco polo
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=10166.0>
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=210768.0>

- ✓ <http://www.furgovw.org/index.php?topic=10166.msg1126720#msg1126720>
- ✓ Agua caliente depósito exterior WV T3
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=24897.msg332044#msg332044>
- ✓ Agua caliente con olla a presión.
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=13755.0>
- ✓ Termostato con sonda AKO
http://www.ako.es/w4fs/mobject/nombre/351412301__1.pdf
- ✓ Tutorial de fontanería (tubería de cobre)
<http://www.furgovw.org/index.php?topic=182423.msg1481568#msg1481568>

6.3. Programas Empleados.

- ✓ Microsoft Word
- ✓ Microsoft Excel
- ✓ Autocad
- ✓ Mathematica
- ✓ Alfa Select (intercambiadores agua/agua)

7. ANEXOS

7.1. Bombas

Title:FL30S/31S/34S/35S ID:FL30S



For use with a 1 to 5 gallon (3 to 20 liter) accumulator tank 4.5gpm (17.0lpm)

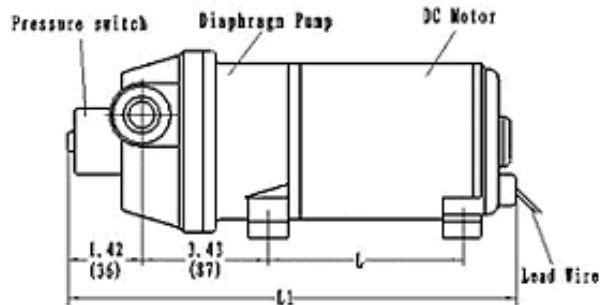
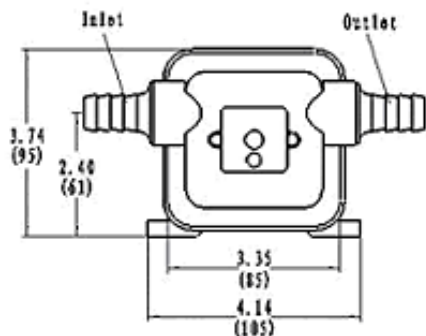
- Provides quiet operation and smooth flow
- Runs dry without harm to the pump
- Includes plug-in ports for easy installation:

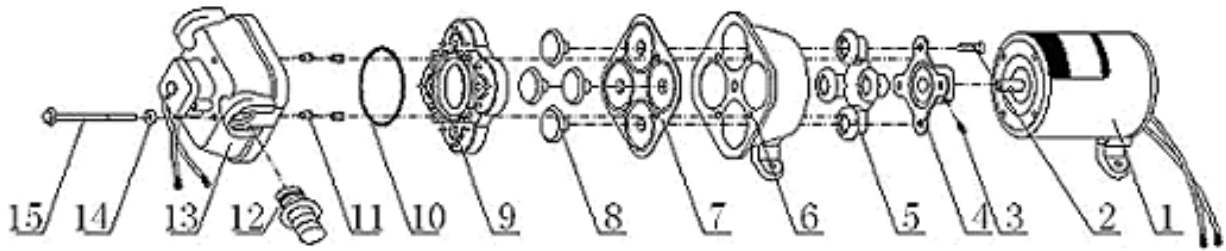
Two 1/2" hose barb ports.

Two 1/2" garden hose ports.

- Install with strainer (included) to protect pump from debris.

Model	Volts	Flow	Pressure	Amp Draw	Strainer
		L/min	Off	at 10 psi	Incl
FL-30S	12V	10	No	2.2	Yes
FL-31S	24V	10	No	1.5	Yes
FL-34S	24V	12.5	No	2.0	Yes
FL-35S	12V	12.5	No	3.9	Yes





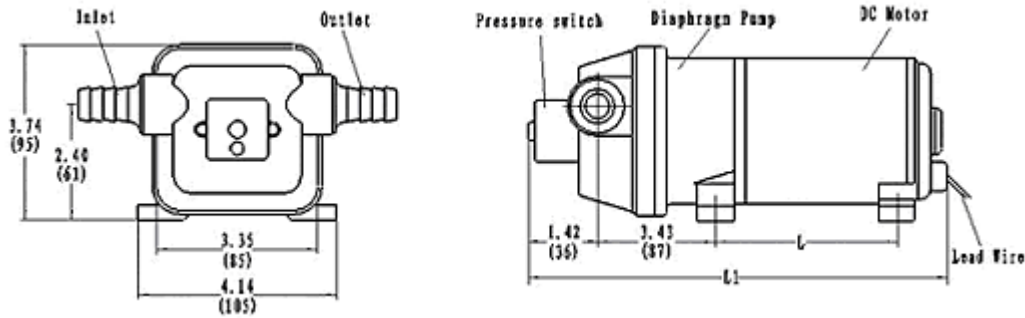
1 motor	6 Pump front cover	11 Seal plug
2 Screw	7 diaphragm	12 Easy Connector
3 dowel pin	8 piston	13 Pump body
4 Connection board	9 Cavity body	14 Washer
5 Oscillating board	10 O-ring	15 Screw ϕ 0

Title:FL40S/44S ID:42314413016



- For use with a 1 to 5 gallon (3 to 20 liter) accumulator tank-4.5gpm (17.0lpm)
- Provides quiet operation and smooth flow
- Runs dry without harm to the pump
- Includes plug-in ports for easy installation:
 Two 3/4" hose barb ports.
 Two 3/4" garden hose ports.
- Install with strainer (included) to protect pump from debris.

Model	Volts	Flow	PressureOff	Amp Draw	Strainer
FL-40S	12V	17	No	10	Yes
FL-44S	24V	17	No	5	Yes



1 motor	6 Pump front cover	11 Seal plug
2 Screw	7 diaphragm	12 Easy Connector
3 dowel pin	8 piston	13 Pump body
4 Connection board	9 Cavity body	14 Washer
5 Oscillating board	10 O-ring	15 Screw ϕ 0

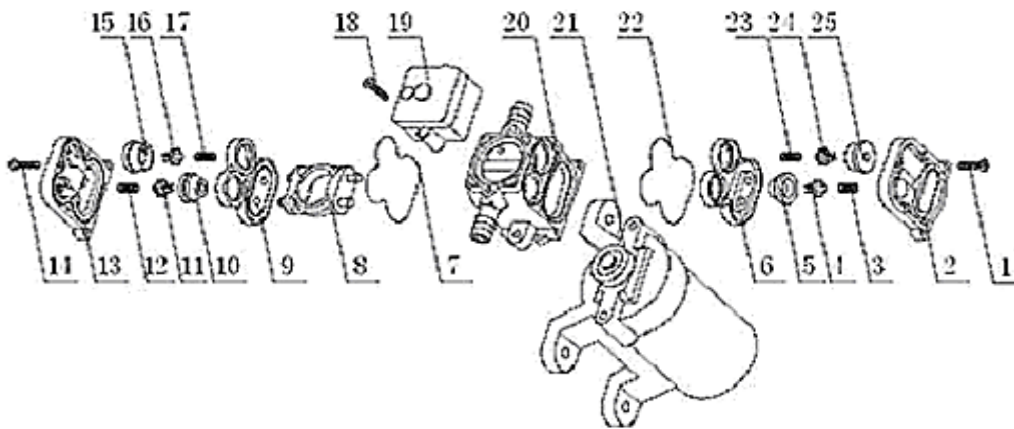
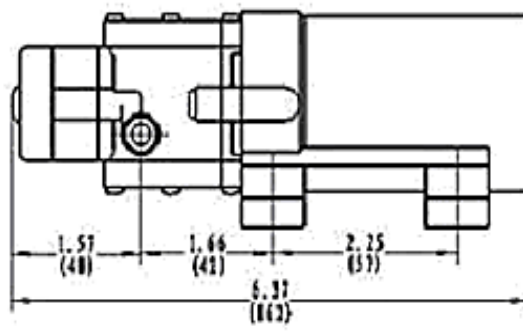
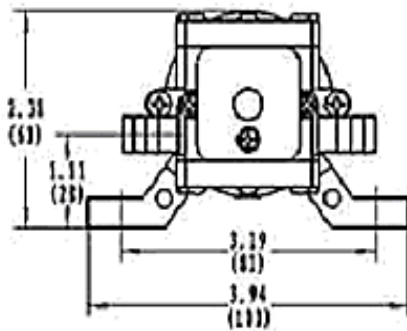
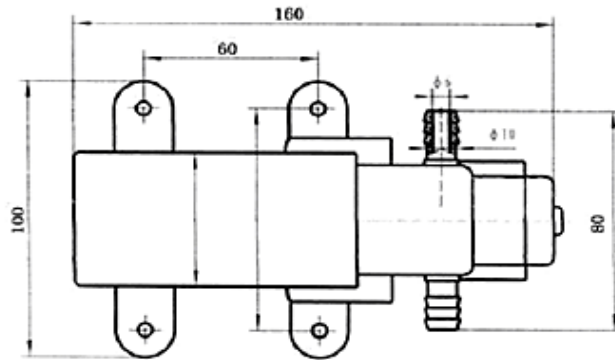
Title:FL2207 ID:FL2207



Compact automatic demand water system pump

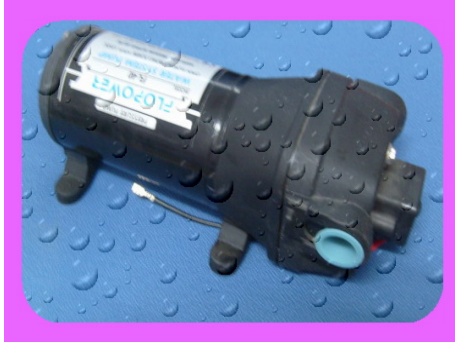
- Built-in pressure switch auto-matically starts and stops pump when faucet is opened and closed
- Self-priming so pump can be located above water tank
- Runs dry for extended periods of time
- Built-in thermal protector
- Also available without switch for manual application

Model	Volts	Open Flow	Pressure	Amps @	Strainer
	dc	L/Min	on / off	10 psi (0.7 bar)	Included
FL-2000	12	2	55 psi	1.8	No
FL-2038	12	3.8	35 psi	3.3	No
FL-2207	12	2.6	35 psi	2	No
FL-2400	24	2	55 psi	0.9	No
FL-2438	24	3.8	35 psi	1.6	No



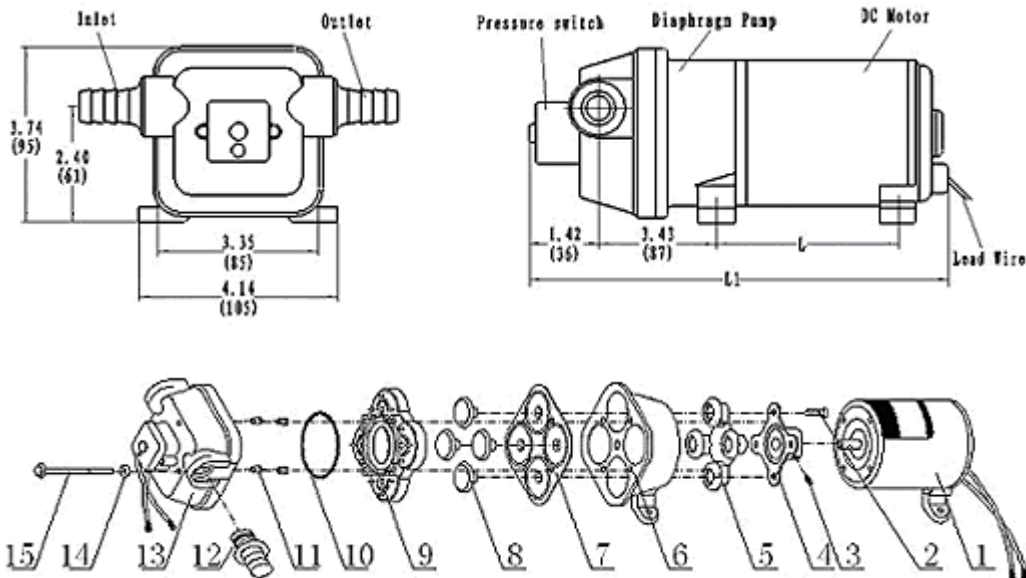
1 Screw	9 Diaphragm	17 Pressure Spring
2 Pump Front cover	10 Inlet	18 Screw
3 Pressure Spring	11 Conical Valve	19 Pressure Switch
4 Conical Valve	12 Pressure Spring	20 Pump Body
5 Inlet plastic	13 Pump Bottom Cover	21 DC Motor
6 Diaphragm	14 Screw	22 O-Ring
7 O-Ring	15 Outlet Plastic	23 Pressure Spring
8 Connecting Shaft	16 Conical Valve	24 Conical Valve
Oscillating board		25 Outlet Plastic

Title:FL40/44 ID:42315335516



- For use with a 1 to 5 gallon (3 to 20 liter) accumulator tank-4.5gpm (17.0lpm)
- Provides quiet operation and smooth flow
- Runs dry without harm to the pump
- Includes plug-in ports for easy installation:
 Two 3/4" hose barb ports.
 Two 3/4" garden hose ports.

Model	Volts	Open Flow	Pressure	Amps @	Strainer
	dc	L/Min	on / off	10 psi (0.7 bar)	Included
FL-40	12V	17	40psl	6	No
FL-44	24V	17	40psl	2.5	No



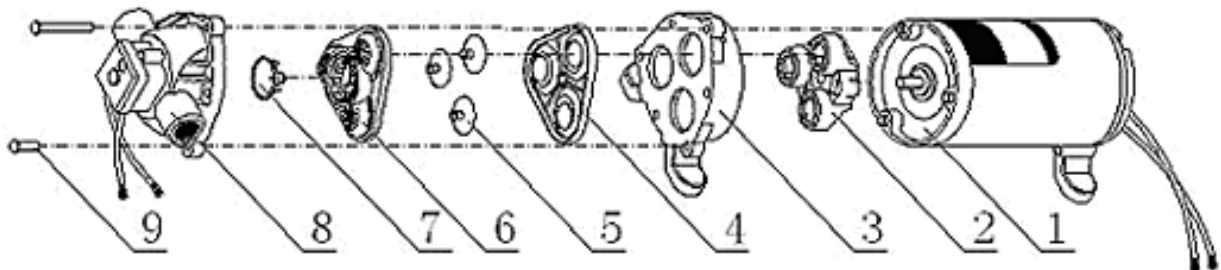
1 motor	6 Pump front cover	11 Seal plug
2 Screw	7 diaphragm	12 Easy Connector
3 dowel pin	8 piston	13 Pump body
4 Connection board	9 Cavity body	14 Washer
5 Oscillating board	10 O-ring	15 Screw ϕ 0

Title: High Pressure Pump ID:42315513116



- Smooth flow and quiet operation for up to 5 fixtures
- Designed to fulfill the water pressure requirements for the majority of recreational vehicles
- Smooth flow from 0.7 gpm to 2.9 gpm(2.6 to 11.0 lpm)
- Built- in pulsation Eliminator to reduce the cycling and noise
- No need for an accumulator tank.
- Runs dry and self-primers to 9ft. (3m)
- Easy to install, winterize and service.

Model	Volts	Open Flow	Pressure	Amps @	Strainer
	dc	lpm	on / off	10 psi (0.7 bar)	Included
DP-60	12Vdc	5	60psi	8	NO
DP-80	12Vdc	4.5	80 psi (5.6 bar)	9	NO
DP-100	12Vdc	3.8	100 psi (7.0 bar)	11	NO
DP-120	12Vdc	3.3	120 psi (8.4 bar)	11.8	NO
DP-160	12Vdc	5	160 psi (11.2 bar)	10	NO



1 Motor	5 Conical Valve
2 connecting shaft	6 Pressure body
Oscillating board	7 Center Conical valve
3 Front cover	8 Pump body
4 Diaphragm	9 Screw

Title:TMC TYPE PUMP ID:42316102816



MODEL	CMC1000		CMC1500		CMC2000	
Outlet dia.	1 ¹ / ₈ " 29.5mm		1 ¹ / ₈ " 28.5mm		1 ¹ / ₈ " 28.5mm	
Delivery Volume	1000GPH		1500GPH		2000GPH	
Delivery head	4 m		4 m		4 m	
Watertemp.	0~60jãC		0~60jãC		0~60jãC	
Power	DC-12V	DC-24V	DC-12V	DC-24V	DC-12V	DC-24V
Current	5.5A	3.5A	8A	5A	11A	6A
Rating	Continous		Continous		Continous	
Motor power	45w/5500rpm		75w/6000rpm		85w/7000rpm	
Wcigh	1.7kg		2.4kg		2.6kg	
Standard Accessory	Elbow		Elbow		Elbow	

7.2. Ventiladores



Ventilador	Nivel sonoro	17 dB/A
	Dimensiones	80 x 80 x 25 mm
	Varios	Voltaje : 4,5-13,8 V Caudal de aire : 53 m3/h Alimentación : 1,32 Vatios Temperatura: -10 - +80 °C Tiempo de autoencendido: 3-5 segundos
	Rotación	1800 vueltas por minuto

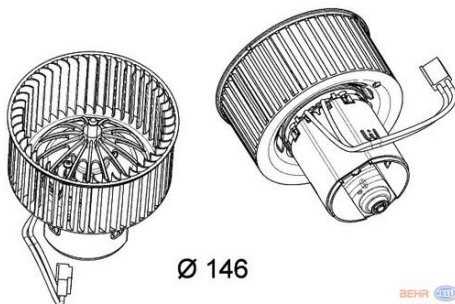


Ventilador	Nivel sonoro	14 dB/A
	Dimensiones	80 x 80 x 25 mm
	Varios	Voltaje : 4,5-13,8 V Caudal de aire : 45 m3/h Alimentación : 1,2 Vatios Temperatura: -10 - +80 °C Tiempo de autoencendido: 3-5 segundos
	Rotación	1700 vueltas por minuto



Ventilador	Nivel sonoro	13-30 dB/A
	Dimensiones	120 x 120 x 25 mm
	Varios	Voltaje : 4,5-13,8 V Caudal de aire : 26.4 - 85.6 CFM ± 10% presión de aire: 0.75 - 3.53 mmH2O Alimentación : 1,2 Vatios Temperatura: -10 - +80 °C Tiempo de autoencendido: 3-5 segundos
	Rotación	600-2000 vueltas por minuto

Ventilador habitáculo BMW



7.3. Grifos termostáticos



Los **grifos termostáticos** se caracterizan por disponer de dos mandos con funciones claramente diferenciadas: uno para el caudal y otro para la temperatura.

Aunque existen grifos termostáticos para todas las aplicaciones, su uso se ha generalizado básicamente en la ducha y en el baño-ducha, por la evidente comodidad que supone disponer de agua siempre a la misma temperatura, aunque se abra y cierre el grifo o se varíe el caudal de la misma.

Características

- Con el mando del caudal (generalmente situado a la izquierda) se gradúa la cantidad de agua que sale por el caño.
- Este mando acostumbra a accionar una montura cerámica de un cuarto de vuelta o de media vuelta.
- En ocasiones, este mando dispone de un tope intermedio que permite ahorrar agua ya que, cuando se llega a él, por la boca únicamente sale la mitad o la tercera parte del caudal máximo.
- El mando de la temperatura permite seleccionar la temperatura a que deseamos que salga el agua por la boca.
- Este mando siempre dispone de un tope de seguridad, a 37 °C o 38 °C, de modo que, si se desea que el agua salga a mayor temperatura, debe presionarse un botón de color rojo y seguir girando el mando hasta el tope final.
- La temperatura puede variarse mientras el agua está saliendo.
- En caso de corte accidental del agua fría, se produce una obturación automática que impide el flujo del agua caliente

Ventajas

Los grifos termostáticos presentan una serie de ventajas sobre cualquier otro tipo de grifo, que es preciso conocer:

- ✓ *Comodidad*: el agua sale siempre a la misma temperatura.
- ✓ *Ahorro*: se consigue la temperatura deseada con mayor rapidez que con cualquier otro tipo de grifo.
- ✓ *Constancia*: aunque se cierre y abra el grifo, la temperatura se mantiene constante.
- ✓ *Confort*: aunque se abra otro grifo, con la lógica disminución de presión, la temperatura se mantiene constante. Cuando el calentador es de butano o de gas, el cartucho automáticamente compensa las variaciones de temperatura que se producen cuando el grifo se cierra y se vuelve a abrir (debido al sobrecalentamiento del agua en el interior del calentador).

- ✓ *Seguridad:* en el caso improbable de que se interrumpa el suministro de agua fría, el cartucho corta automáticamente el agua caliente, con lo que el riesgo de quemaduras se evita. El tope de seguridad a 38 °C evita quemaduras accidentales cuando el grifo es accionado por niños o ancianos.
- ✓ *Precisión:* el gran ángulo de giro del volante de regulación de la temperatura (aprox. 350°) permite obtener la temperatura deseada con exactitud.
- ✓ *Calibrado:* todos los grifos se calibran en fábrica a 38° C
- ✓ *Fiabilidad:* al ser el cuerpo del cartucho de material sintético totalmente anticalcáreo, es insensible a las deposiciones de cal.

Conviene resaltar esta última característica como una ventaja decisiva respecto a los cartuchos que tienen el cuerpo de latón ya que éstos, a la corta o la larga, presentan problemas de funcionamiento cuando la cal se deposita en el interior del cuerpo de latón y bloquea el pistón de regulación con lo que el grifo deja de regular la temperatura.

Aunque con frecuencia se presenta el hecho de que el cuerpo del cartucho sea de latón como una mayor calidad del mismo, en realidad no es ninguna ventaja (aparte de un mayor precio), ya que la experiencia ha demostrado ampliamente que el cuerpo de material sintético es totalmente fiable en zonas de agua dura, lo que no ocurre con los cuerpos de latón.

Instalación

Precauciones que deben tomarse al instalar grifos termostáticos:

Deben purgarse cuidadosamente las tuberías para eliminar restos de arena y partículas sólidas del interior de las mismas. Los cartuchos termostáticos son muy sensibles a la suciedad.

Es imprescindible colocar en las entradas del agua fría y caliente los filtros que se suministran con los grifos.

Limpiar periódicamente los filtros, sobre todo, si se observan disminuciones injustificadas de caudal o deficiencias en la regulación de la temperatura.

Las dos válvulas anti-retorno, situadas una en cada entrada, deben funcionar correctamente. Esto es muy importante, ya que, si una de las válvulas se bloquea y queda abierta, se propicia la comunicación entre el agua fría y la caliente por el interior del propio grifo termostático, con lo cual queda afectada toda la instalación de la vivienda o local. Los síntomas normalmente no se aprecian en el propio grifo termostático, sino al abrir otro grifo, y son los siguientes:

Agua fría a mayor temperatura de lo normal, si se ha quedado abierta la válvula del lado del agua fría.

Agua caliente a menor temperatura de lo normal, si se ha quedado abierta la válvula del lado del agua caliente.

Es **imprescindible** que el agua caliente esté situada a la izquierda del grifo y el agua fría a la derecha, ya que en caso contrario el grifo no funciona correctamente.

Emplear calentadores eléctricos o acumuladores de gran capacidad, por ejemplo, de 200 litros.

Emplear calentadores de gas o butano de la máxima capacidad posible (mínimo 10 litros por minuto).

Se desaconseja formalmente el uso de calentadores de gas o butano de pequeña capacidad, por ejemplo 6 litros por minuto.

Aislar térmicamente las tuberías del agua caliente.

Reducir en lo posible la distancia del calentador hasta el grifo termostático. Si bien esto no afecta al correcto funcionamiento del grifo, representa un mayor gasto energético.

Evitar en lo posible que la presión del agua sea inferior a 1 bar o superior a 10 bares. Si ello no es posible, se recomienda la instalación de una bomba para elevar la presión o bien un regulador para disminuirla. La presión aconsejable es de 3 a 5 bares.

7.4. Caudalímetros digitales SMC:

<http://www.ncc1701.com.br/datafiles/produtos/PFAPFW.pdf>

7.5. Purificadores de agua



Los purificadores de agua "MICROPUR" esterilizan y mantienen el agua libre de gérmenes. Totalmente inofensivo para la salud, está especialmente indicado para su uso en depósitos de agua de cualquier tipo. Válido tanto para desinfectar como para mantener

7.6. Resistencia para el agua



Se fija mediante contratuerca a la pared del depósito. Evita la congelación al disponer de termostato que se acciona a los 5°C. Consumo aprox.: 30 W.

El objetivo de este proyecto es tener **agua caliente** sanitaria para ducharse y calefacción en una furgoneta o autocaravana mediante un intercambiador de calor y el propio motor de la furgoneta.

Tanto el agua caliente para la ducha como la calefacción tienen 2 modalidades de uso, con el motor en marcha o apagado

- Consigue producir un gran caudal de **agua caliente** sanitaria de manera **instantánea y continuada** cuando el motor del vehículo está en funcionamiento.

- Permite, asimismo, utilizarlo para que durante la marcha, se aproveche el calor del motor y tener **agua caliente sin estar el motor en marcha**.

- Permite disponer de una **calefacción estática de 40.000 KJ** aprox. con un depósito de 110 litros sin gasto alguno de gasoil ni de ningún otro tipo de fuente de energía. Las calefacciones estáticas a gasoil ofrecen entre 18.000 y 36.000 KJ/noche puesto que el consumo de gasoil suele estar comprendido entre 0.5 y 1 litro por noche.

- **Extremadamente rápido** puesto que calienta un depósito de 55 litros de agua a 25°C hasta los 37,5°C en **1,25 minutos** (capacidad del intercambiador de 33.600 vatios y si estuviera a 5°C en menos de **4,1 minutos** (capacidad del intercambiador **40.500 vatios**). Los calentadores eléctricos a 12V tienen todos por lo general 200 vatios y 600 vatios a 220V. Por lo tanto es **entre 67.5 y 202 veces más rápido que un calentador de agua eléctrico**.

- Sistema **totalmente ecológico**, que aprovecha el calor del motor del vehículo, sin influir en su desarrollo, aprovechando además el residual que, de otra manera se perdería al ambiente sin ser aprovechado.

- Consumo eléctrico insignificante.

- Libre de mantenimiento.

- Permite una total despreocupación, ya que no necesita abastecimiento y permanece siempre conectado.

- Libre de homologaciones

- Seguro al 100x100 puesto que no funciona con gas ni gasoil

- **Espacio requerido insignificante** siendo un factor importantísimo en este tipo de vehículos.

- Mas económico que los calentadores eléctricos o a gas.

- Muchísimo más económico que las calefacciones estáticas.

En el supuesto caso de que el vehículo ya disponga de una instalación de agua fría la mayoría de las piezas necesarias ya están compradas y colocadas y solo tendremos que añadir una cantidad mínima de piezas y modificaciones en la instalación. Esto es una gran ventaja no solo económica sino material puesto que para obtener agua caliente y calefacción por otros medios existentes en el mercado es necesario el montaje y homologación de 3 equipos independientes, los cuales son costosos, pesados y ocupan un espacio muy significativo.

A la hora de seleccionar el intercambiador de agua adecuado para esta instalación hacen falta conocer los siguientes datos:

1. Fluido del lado frío
2. Fluido del lado caliente
3. Caudal del lado frío

4. Caudal del lado caliente
5. Temperatura de entrada del lado frio
6. Temperatura de entrada del lado caliente
7. Temperatura de salida del lado frio
8. Temperatura de salida del lado caliente
9. Capacidad KW
10. Dimensiones del intercambiador
11. Perdida de carga maxima en el lado frio
12. Perdida de carga maxima en el lado caliente

Para que el programa de calculo de intercambiadores pueda dar una solucion es necesario introducir como minimo estos 7 parametros: tipo de fluido del lado frio y caliente, caudal del lado frio y caliente, temperatura de entrada del lado frio y caliente y la temperatura deseada de salida del lado frio.

CAUDAL CIRCUITO REFRIGERACION

De estos 7 parametros conozco todos excepto el caudal del lado caliente y es imperativo hallar ese dato ya que es un parámetro fundamental por lo tanto he tenido que fabricar un **tubo de venturi** especifico para la tubería donde se va a colocar el intercambiador. Para ello estimamos un caudal logico para el diámetro de tubería concreto y se calcula la diferencia de presión que tendria que existir entre el cuello del venturi y la entrada con unas dimensiones, angulos y diámetros concretos.

Me da un valor de 0.64 bar y puesto que el manómetro diferencial que vamos a utilizar tiene un fondo de escala que va desde menos 1 bar hasta 4 bares y una precisión de centésimas de bar, es adecuado para este montaje. Luego se despeja ΔP de la ecuación y tenemos el caudal en funcion de la presión diferencial que varia por supuesto con las revoluciones del motor. $Q = 7.920926 \cdot 10^{-3} \sqrt{\Delta P}$. Se representa gráficamente el caudal en funcion de las revoluciones del motor y asi conocemos el caudal minimo y maximo que puede circular por el lado caliente del intercambiador.

Para asegurarme de que este parámetro estaba bien despejado, he utilizado un caudalímetro digital. Lo he colocado en serie en la misma tubería donde habia colocado el venturi y ha dado prácticamente los mismos resultados. Por lo tanto se puede concluir que el venturi estaba bien diseñado y fabricado y que los resultados son fiables. El caudal del lado caliente varia **entre 0.2 y 1.4 m3/h**.

PRESION CIRCUITO REFRIGERACION

Después de comprobar que el caudal era funcion lineal de la velocidad de giro de la bomba centrifuga del motor quedaba comprobar como se comportaba la presión puesto que si seguia las leyes de las bombas centrifugas, la presión aumentaria al cuadrado de las revoluciones. Para ello colocamos unas piezas especiales en el circuito de refrigeración de un motor y tomamos medidas de las presiones en diferentes partes del circuito comprobando que la presión maxima es siempre la misma = **a 1.5bares** a la salida de la culata independientemente de las rpm.

1. El **fluido** que atraviesa el lado frio es agua.
2. El **fluido** que atraviesa el lado caliente es anticongelante. Exactamente es una mezcla de 60% agua y un 40% de etileno glicol.

3. El **caudal del lado frio** es el que nos proporciona la bomba electrica de agua potable. Podra variar desde 0 hasta 0.6 metros cubicos por hora. Así que se hara un estudio completo para cada caudal desde 0,1 aumentando una decima hasta 0,6.

El **caudal del lado caliente** es el que circula por la tubería de refrigerante del motor donde se instale seriado el intercambiador. Este dato no se puede conocer a priori ni te lo puede facilitar ningun manual de mecanica ni en la propia casa. Y puesto que es el parámetro mas importante junto con el caudal del lado frio es imperativo conocerlo,

4. La **temperatura de entrada de lado frio** es la temperatura a la que se encuentra el agua potable en el deposito, por lo tanto es variable según la temperatura exterior. En el proyecto se han analizado un margen logico de temperaturas desde los 5 grados asta los 25. podria ser menor la temperatura e incluso bajar de los 0 grados, pero en ese caso no tendria sentido puesto que hace falta que este en estado liquido para poder fluir a traves del intercambiador. Si el agua se congela toda la instalacion quedara inutilizada. Hay que analizar esta situación con cuidado puesto que podria reventar la tubería, bomba o intercambiador al dilatarse el agua cuando esta se congela. Habra que aislar lo suficiente todas las conducciones como para que no se congele en situaciones cimatologicas extremas, desconectar la bomba y abrir el grifo para que pueda salir el agua cuando se dilate o colocar trozos de tubería de goma intercalados en la tubería rigida para que absorba la goma la dilatación. La fijaremos para 5°C y para 25°C.

5. La **temperatura de entrada del lado caliente** es la del liquido refrgerante del motor. Esta temperatura puede varia de un motor a otro pero suelen rondar entre los 90 y 110 grados por lo general. La fijaremos a 110°C.

6. La **temperatura de salida del lado frio** es aquella que nos interesa conocer. En un primer momento le daremos un valor de 90°C a esta variable por ejemplo para que el programa de calculo de intercambiadores pueda determinar los modelos pueden cumplir como minimo con esos requisitos.

CALCULO INTERCAMBIADOR AGUA/AGUA

Una vez que se selecciona y fija un modelo concreto de intercambiador se calcula cual es la maxima temperatura a la que puede calentar el agua fria para cada situación concreta y el programa dara cual es la temperatura de salida del lado caliente, la capacidad del intercambiador en KW, la perdida de presion del lado frio y del lado caliente.

Después de realizar un estudio completo de 3 intercambiadores, se comparan y se escoge el mas adecuado para este proposito fijandose en:

- ✓ Temperatura de salida del lado frio
- ✓ Temperatura de salida del lado caliente
- ✓ Perdidas de presion el lado frio
- ✓ Perdidas de presion en lado caliente

DUCHA MOTOR PARADO

DUCHA MOTOR ENCENDIDO (RELENTI)

CALEFACCION ADICIONAL

CALEFACCION ESTATICA