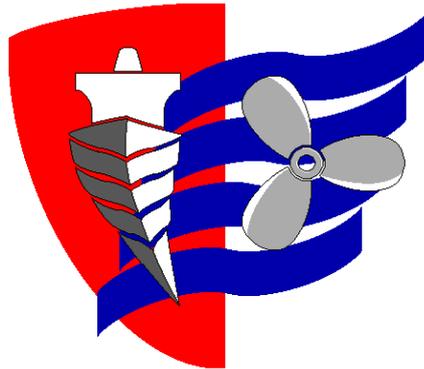


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Carrera

**DISEÑO DE UN ARMARIO CONGELADOR
DE PLACAS HORIZONTALES**

DESIGN OF A HORIZONTAL PLATE FREEZER

Para acceder al Título de

**INGENIERO TÉCNICO NAVAL.
ESPECIALIDAD EN PROPULSIÓN
Y SERVICIOS DEL BUQUE**

Autor: David Franco Mata

Junio-2016

Impreso 1

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE

Nº de páginas

MEMORIA

Memoria descriptiva46

Memoria de cálculos justificativos64

Anexos a la memoria

Anexo I (Montaje de mangueras flexibles) 5

Anexo II (Limpieza de placas) 3

Anexo III (Soldadura de colectores) 2

PLANOS

Listado de planos 2

Planos 29

ÍNDICE GENERAL

PLIEGO DE CONDICIONES

Pliego de condiciones..... 18

Anexos al pliego de condiciones

Anexo V (Manual de uso y mantenimiento)13

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Presupuesto17

INDICE

1. OBJETO	3
2. PETICIONARIO	4
3. MEMORIA	5
3.1. INTRODUCCIÓN	5
3.2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO Y VENTAJAS DE LOS ARMARIOS DE PLACAS	6
3.3. DESCRIPCIÓN DEL ARMARIO CONGELADOR	9
3.3.1. METODOLOGÍA DE OPERACIÓN	9
3.4. ELEMENTOS CONSTITUYENTES	12
3.4.1. ELEMENTOS MECÁNICOS	12
3.4.1.1. ESTRUCTURA FIJA	12
3.4.1.2. ESTRUCTURA MÓVIL	13
3.4.1.3. PLACAS Y TESTEROS	14
3.4.1.4. BARRAS DE GUIADO	16
3.4.1.5. TIRADORES	18
3.4.1.6. COLECTORES	19
3.4.2. ELEMENTOS HIDRÁULICOS	22
3.4.2.1. CILINDROS HIDRÁULICOS	23
3.4.2.2. DEPÓSITO, FILTROS Y BOMBA DE ACEITE	24
3.4.2.3. VALVULAS Y DISTRIBUIDORES	26
3.4.2.4. ACEITE HIDRÁULICO	28
3.4.2.5. TUBERÍA Y RACORES	29
3.5. CIRCUITO FRIGORÍFICO	30
3.6. CONSIDERACIONES TERMODINÁMICAS	30
3.6.1. TRANSMISIÓN DE CALOR	30
3.6.1.1. MODOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR	32

3.6.1.1.1.	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN	32
3.6.1.1.2.	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN.....	33
3.6.1.1.3.	TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN.....	34
3.6.2.	PLACAS.....	36
3.6.3.	MANGUERAS FLEXIBLES	39
3.6.4.	COLECTORES	40
3.6.5.	CARCASA AISLANTE.....	42
3.7.	CONSIDERACIONES TÉCNICAS A CONSIDERAR.....	43
3.7.1.	MONTAJE DE LAS MANGUERAS FLEXIBLES	43
3.7.2.	LIMPIEZA DE PLACAS	44
3.7.3.	SOLDADURA DE MANGUITOS EN COLECTOR.....	44

1. OBJETO

El objeto del presente proyecto es la elaboración de la documentación necesaria para la fabricación de un **ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS HORIZONTALES**.

El proyecto será presentado en la Escuela Técnica Superior de Náutica de Santander, como proyecto final de carrera del autor, D. David Franco Mata, en la especialidad de propulsión.

2. PETICIONARIO

Como peticionario del proyecto, se encuentra la Escuela Técnica Superior de Nautica, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Técnico Naval del autor.

3. MEMORIA

3.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años, y a un ritmo que todavía está en crecimiento, la industria frigorífica ha sufrido una importante expansión.

Este desarrollo está relacionado con la evolución de los medios de producción, captura o recolección de los productos alimentarios, que haciéndolo de un modo masivo se consigue reducir costos. Este método de operación requiere, ya que la demanda no se adapta a la fabricación, que los productos sean almacenados durante algún tiempo hasta que se introduzcan en el mercado.

Los alimentos, compuestos de células, siguen la evolución natural de maduración, putrefacción..., en teoría se calcula que a temperaturas cercanas al 0 Kelvin, la vida debería seguir sus procesos a una velocidad aproximadamente de 65 trillones de veces mas lenta que a temperaturas ambientales normales. Evidentemente, dado el estado actual de la tecnología, no se pueden alcanzar estas temperaturas de un modo económicamente rentable a gran escala, sin embargo, temperaturas de hasta -40°C , si se pueden alcanzar de modo industrial, en estos rangos los procesos naturales, se ralentizan haciendo que los alimentos se conserven por más tiempo.

3.2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO Y VENTAJAS DE LOS ARMARIOS DE PLACAS.

En un armario congelador de placas, el fluido refrigerante, circula por el interior de un conjunto de placas de aluminio extruido, a una temperatura de -40°C (dependiendo del refrigerante), garantizando una temperatura en la superficie de la placa de -34°C . Estas placas se aproximan entre sí mediante la acción de cilindros hidráulicos, de modo que quedan en contacto con el producto a congelar.

El producto deberá ser estibado en bandejas, cajas o similar, debiendo hacerse de manera cuidadosa para asegurar un correcto contacto y presentación final.

La congelación en armarios de placas con respecto a otros medios presenta múltiples ventajas; al ser la velocidad de congelación mayor, los cristales de agua que se forman en el interior del producto son más pequeños, así como la deshidratación típica de los túneles de congelación se ve reducida.

Los productos congelados en congeladores de placas no sufren decoloración. Los bloques son planos y uniformes, de buen aspecto, fáciles de transportar y de almacenar.

EL consumo energético, es decir, Kcal absorbida / Kw consumido, es menor que, por ejemplo en los túneles de congelación, u otros modos en donde la capa de aire sea un salto térmico más a atravesar.

Los armarios de placa tienen gran aplicación tanto en productos de mar como de tierra; en particular los de placa horizontal son adecuados para productos empaquetados o fileteados.

En el armario de placas, estas constituyen en realidad el evaporador de un sistema de refrigeración, en el cual existirán además un compresor, un condensador, una válvula de expansión y tuberías y otros accesorios (filtros, manómetros, válvulas de control y seguridad...).

El evaporador es un aparato destinado a la producción de frío en el interior de un recinto mediante la absorción de calor del mismo, utilizando para ello la vaporización de un líquido.

Se trata, pues, de un intercambiador de calor que, en función de la capacidad requerida, necesitará de una determinada superficie de intercambio, utilizando unos determinados valores de coeficientes de transmisión de calor.

Según se comporte y circule el refrigerante, se puede hacer una clasificación de los evaporadores; de modo que si todo el líquido refrigerante que penetra en el evaporador, se convierte completamente en vapor, en el intervalo de tiempo que media desde que entra hasta que sale por el otro extremo, el refrigerante llegará a la tubería de aspiración del compresor en forma de vapor.

Para su funcionamiento suele utilizarse una válvula de expansión termostática que regula el paso del líquido de acuerdo con la aspiración del compresor, de forma que solo deja entrar la cantidad que puede ser vaporizada totalmente.

Para conseguir este efecto suele ser necesario un recalentamiento de unos 10°C aproximadamente o mayor en algunas ocasiones, esto supone una variación del trabajo del compresor y un sobredimensionamiento del orden del 15% de la superficie total del evaporador.

Cuando los evaporadores se llenan completamente de líquido refrigerante, se les denomina de tipo inundado. En este caso, el nivel de líquido se controla mediante una válvula de flotador que se cierra y no deja pasar más líquido cuando se alcanza el nivel fijado. Mediante este sistema, se consigue aumentar el rendimiento del evaporador hasta en un 20% aproximadamente. También se emplean dispositivos de columna de mercurio para abrir y cerrar contactos.

Otro tipo de evaporador, es aquél en el que la circulación del refrigerante se controla regulando el caudal mediante una válvula fija que da paso a una bomba. En éstos, existe un exceso de líquido, por lo que suelen llamarse de tipo sobrealimentado; el exceso de líquido se separa del vapor, se recoge en un colector y se recircula de nuevo hacia el evaporador, mientras que el vapor es aspirado hacia el compresor. Cuanto mayor es el número de recirculaciones de líquido, mayor es el rendimiento del evaporador en general.

3.3. DESCRIPCIÓN DEL ARMARIO CONGELADOR.

El armario congelador se presenta como una unidad para ser instalada en un circuito frigorífico, que bien puede ser el ya perteneciente a una instalación, de la cual se extraería una línea de fluido frigorífico hasta el armario; o bien, se podrá hacer funcionar como una unidad autónoma, con lo cual será necesario que un frigorista efectúe la instalación correspondiente, (compresor, condensador y accesorios) y que se proceda a la fabricación de una estructura de carenado y aislamiento del equipo dependiendo de donde vaya a estar instalado, ya que si se hace en una antecámara de congelación, no es necesario aislarlo. En los planos constructivos, se expone una propuesta de aislamiento. La unidad, tal y como está en los planos está preparada para funcionar en un sistema inundado; de hacerlo en expansión seca habría que efectuar las adaptaciones oportunas. (Eliminación de los racores de estrangulamiento en la entrada de las placas, y adaptación de una termostática por placa).

3.3.1. METODOLOGÍA DE OPERACIÓN

El funcionamiento del armario congelador, consiste una vez efectuada la instalación, en los pasos que a continuación se detallan:

1º.- El operario actuando en el mando de subida, va abriendo las placas del armario e introduciendo en ellas el producto a congelar. Los productos han de ser estibados en cajas, o en bandejas, en todo caso, la altura del producto a

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

estibar, no debiera ser mayor que el cierre mínimo entre placas, ya que de otro modo, el producto se aplastaría demasiado, perdiendo apariencia estética.

2º.- Una vez efectuada la estiba de los materiales a congelar, se cierra el armario, de modo que se ejerza una ligera presión sobre el producto, simplemente para asegurar el contacto y acelerar así el proceso de enfriamiento evitando el salto térmico placa - aire - producto.

3º.- Cerradas las placas, si la versión del armario dispone de cortinilla de cierre, el operario deberá cerrarla, y una vez efectuada esta operación, abrir el circuito de frío para que comience el proceso de refrigeración. Se debe vigilar periódicamente, y sobre todo cuando se cambie de producto a congelar, el registro del manómetro de la válvula limitadora de presión, a fin de controlar cual es la presión a la cual están sometidos los productos a ser congelados.

4º.- Una vez transcurrido el tiempo determinado por el experto frigorista, o por la buena práctica de ocasiones anteriores, será necesario abrir el armario para desestibar el producto.

5º.- Existen dos posibilidades de operación antes de proceder a la apertura de las placas, que se emplee la una o la otra dependerá del producto a congelar y de la instalación que haya proyectado el frigorista: estas dos opciones son:

Apertura con desescarche (a), o apertura sin desescarche (b).

- a) En la primera de las opciones, la instalación estará proyectada de modo que accionando las maniobras adecuadas, el evaporador pase a actuar de condensador, circulando por él entonces gases calientes provenientes del compresor, estos gases calientes harán que la capa en contacto con las placas, ya sea de hielo o producto adherido se desprenda con facilidad sin dañar el producto en absoluto.
- b) Si el producto no presenta adherencia con las placas, ya sea por sus características intrínsecas, o bien por que va protegido por un embalaje u otro tipo de dispositivo, o si la capa de hielo que se forma entre ciclo y ciclo es de escasa relevancia, no se hace necesario dar el golpe de gas caliente, y la apertura de las placas puede efectuarse una vez que se ha cerrado la válvula de frío.

6º.- Una vez que se ha efectuado el desescarche, o que se empiezan a abrir las placas, el operario deberá ir descargando a medida que va abriendo, ya que de otro modo la carga se le iría muy arriba y no la alcanzaría.

Una vez retirado el producto del armario este ya está listo par transportarlo a la cámara de conservación.

3.4. ELEMENTOS CONSTITUYENTES

3.4.1. ELEMENTOS MECÁNICOS

Se consideran elementos mecánicos aquellos que forman la unidad física, entendiendo como tales, todos los conjuntos mecano-soldados, y los componentes que afectan al circuito oleo-hidráulico.

Algunos elementos, como los colectores o las placas serán contemplados de nuevo más adelante en el apartado 3.5 , pero teniendo en cuenta, ya no sus características resistentes o de comportamiento mecánico, sino considerando su comportamiento termodinámico, en cuanto a conductividad, resistencia a fluidos frigoríficos,...

3.4.1.1. ESTRUCTURA FIJA

La estructura fija, se realizará en acero inoxidable AISI 304, que aunque sus condiciones anticorrosivas no son tan elevadas como las del AISI 316, se viene utilizando desde hace años en toda la industria alimentaria y conservera con excelentes resultados.

La estructura está constituida de una base formada por tubo cuadrado de 60x60x4, sobre la cual se atornilla la primera placa, y se fijan mediante soldadura los pilares del pórtico que envuelve al mazo de placas, formando un dintel

construido en perfil angular de 80x80x8 que además de dotar de cierta rigidez al sistema, le confiere un aspecto robusto y estético a la vez.

El marco, o pórtico, es un elemento decorativo y además se hace rígido, por que ayuda a soportar deformaciones en la estructura base, o en el mazo de placas, en caso de que el armario reciba un golpe, trabaje desnivelado, o exista alguna causa que lo desvíe de su situación de trabajo ideal.

Se ha desplazado el comienzo del angular 8mm desde la base de la estructura, con la finalidad de poder efectuar un cordón de soldadura todo alrededor aumentando así el área resistente y asegurando que no se produce fallo en la unión como se demuestra en los cálculos justificativos. Esta soldadura deberá ser ensayada mediante líquidos penetrantes para comprobar que no presenta grietas, que pudiesen progresar y por fatiga acabar en fallo de la unión.

La base tiene dos refuerzos centrales, formados por el mismo tipo de tubo.

En esta base cuadrada van soldados cuatro ángulos con taladros que son los que sujetan el armario al polín de apoyo.

3.4.1.2. ESTRUCTURA MÓVIL

La estructura móvil se fabrica igualmente en acero inoxidable AISI 304 y está constituida por una viga principal de tubo cuadrado de 80x80x4 que será el

principal elemento resistente, y a la que se sueldan unos angulares de 80x80x8, para hacer una base ancha a la cual atornillar la última de las placas.

La solución de la viga parece la más idónea, y de hecho se ha calculado la estructura teniendo en cuenta solamente a este elemento como resistente, despreciando la ayuda que puedan hacer los angulares.

En la zona en donde trabajan los cilindros se ha reforzado el tubo, para que las paredes no cedieran por el esfuerzo localizado, con un macizo redondo, es cual ha sido mecanizado, para adaptarse a las dimensiones del tubo.

3.4.1.3. PLACAS Y TESTEROS

Las placas están construidas a partir de un perfil extruido comercial, que forma celdas longitudinales.

El material de fabricación es EN-AW-6063 que está de acuerdo con normas armonizadas, tal y como se exige en la directiva 97/23/CE sobre aparatos a presión.

Las celdas se mecanizan en su extremo, uno si y uno no, por ambos lados, formándose así un circuito en forma de serpentin por el cual circula el fluido refrigerante.

El cierre de las celdas se realiza en sus extremos, mediante dos chapas macizas, que se denominan testers.

Es importante que los extremos de las placas tengan un buen acabado de mecanizado, así como la cara de los testers que hace cierre contra ellas. Para soldarlos se deben apretar uno contra el otro fuertemente y proceder a dar el cordón de soldadura. La soldadura se realiza mediante el proceso MIG + variante doble arco pulsado.

Los testers, como ya se dijo son los elementos que hacen el cierre de las placas, están fabricados en el mismo material que ellas, a partir de un macizo de 550x70mm.

Llevar unos taladros escariados que sirven para que se escamoteen las cabezas de los tornillos cuando se cierra el acordeón de placas. Existen tres tipos de testers, unos de ellos son ciegos y sirven para todas las placas en el lado en el que no se colocan las mangueras, van colocados uno al revés del otro en las placas pares e impares.

Los otros dos tipos, son los que llevan los taladros de entrada y salida del circuito. En un primer diseño, se pensó en hacerlos al igual que los ciegos, todos iguales y colocarlos uno al revés del otro en placas pares e impares.

Por una cuestión comercial este diseño tuvo que ser anulado, ya que para poder construirlas de esta manera, las mangueras de salida, tendrían que tener forma de U y consultándose a los proveedores esta geometría sale de lo estándar, lo cual encarecería excesivamente un elemento que en principio se puede adoptar como estándar.

La problemática que se plantea de este modo, es que hay que diferenciar entonces entre placas pares e impares, de modo que si se pudiese haber adoptado la solución primera, todas las placas serían exactamente iguales durante su fabricación, y solamente en la fase de montaje, el montador debería prestar atención a colocar una hacia arriba y la otra simétrica respecto al plano de la placa.

Debido a que por la situación expuesta más arriba esta disposición no ha sido posible, aparecen entonces dos modelos de placas, placas pares, e impares.

3.4.1.4. BARRAS DE GUIADO

Son dos barras de acero que se ubican en los extremos de las placas y centradas, y sirven de guiado entre ellas.

Las placas deslizan sobre las barras a través de un taladro que se efectúa en los testeros con 1 mm de holgura.

La razón de que se haga necesario el empleo de estas barras, es que las placas sólo van sujetas entre ellas por los tornillos tiradores.

Aunque estos tornillos están calculados para soportar los esfuerzos de tracción a los que van sometidos, no aportan rigidez al conjunto de placas en las direcciones horizontal Z e Y, ya que aunque el juego que llevan en la zona de

guiado no es demasiado grande, las diferencias se van acumulando, y en la placa central la flecha puede llegar a ser considerable.

En uno de los sentidos, el propio pórtico podría hacer de guía, pero en el otro no existe ningún elemento que las sujete. Si se produce un desplazamiento grande, los tornillos estarían sometidos a un par que los alejaría de las condiciones de cálculo y podría llegar a causar su rotura.

Las barras van sujetas a la estructura fija en la base inferior y contra el pórtico, en realidad, las barras no van a estar sometidas a esfuerzos, y el tensarlas por medio de los tornillos de sujeción, no es con otro fin que el evitar ruidos por las vibraciones que se producirían si no estuviesen apretadas.

Van montadas en 3 tramos cada una; unidas por medio de espárragos interiores.

Existen dos razones por las cuales no se hacen en un solo tramo. La primera de ellas es una cuestión de espacio, ya que para introducir toda la barra por la parte superior se necesita una altura, que es el doble de la del armario, y esto podría llegar a ser un handicap; la otra razón es que de cara a operaciones de mantenimiento, si se necesitase desmontar alguna placa, bien por que se rompe, bien por que aparece una fuga o por el motivo que sea, no es necesario desmontar toda la barra, solamente desde el tramo que fuese necesario.

3.4.1.5. TIRADORES

Los tiradores son los elementos del sistema que sujetan unas placas a las otras por medio de la primera y la última, que van sólidamente unidas a la estructura fija y móvil respectivamente.

Cada placa está en contacto con 8 tiradores, cuatro de ellos son los que sujetan esta placa contra la inmediatamente superior, y los otros cuatro son, lógicamente, con los que se sujeta la inmediatamente inferior (y por extensión todas las que están debajo de ella).

Están formados por, tornillos de acero inoxidable DIN 931 M10x140 , dos arandelas DIN 125 y tuercas DIN 985.

La longitud total del tornillo es de 129mm; se parte de un largo inicial de 140 mm, para que al mecanizarlo se elimine la mayor parte de rosca posible; el trozo que queda es suficiente para que rosque la tuerca, y la parte sin roscar es la que desliza sobre el aluminio, ganando con eso, facilitar el rozamiento, y evitar enganches que se pudiesen ocasionar con la rosca.

La misión de las arandelas es repartir la carga para que la cabeza del tornillo y la tuerca no se "claven" en el aluminio.

La razón de que las tuercas sean DIN 985, es que este tipo de tuercas conocidas como tuercas de bloqueo, llevan en su parte final de rosca un polímero

que se incrusta en la rosca y evita que se aflojen, esta es una condición indispensable en este trabajo, ya que las tuercas no van apretadas contra nada.

Las dimensiones de los tornillos son justas en cuanto a que por el principio de funcionamiento del acordeón, cada cabeza del tornillo, debe introducirse en el rebaje que se ha efectuado en el testero.

El rebaje del testero no se puede hacer más profundo, ya que se debilitaría demasiado y podría causar rotura.

Si la cabeza, o la longitud son demasiado grandes, se produce el choque de unos tornillos con los otros y las últimas placas no cierran lo suficiente para poder alcanzar la medida de 40 mm.

3.4.1.6. COLECTORES

Desde el punto de vista estructural, los colectores están formados por sendos tubos, los cuales se les ha añadido un fondo en CAP y unas reducciones en la parte superior.

Ambos están fabricados en acero inoxidable X5CrNi18-10, a partir de tubo soldado longitudinalmente. Por lo tanto, en el momento de realizar los orificios la colocación de los manguitos, como se verá más abajo, conviene disponer la soldadura en la alineación de los taladros, ya que el tubo se verá reforzado con la colocación de dichos manguitos.

El colector de líquido está realizado a partir de tubo de 60,3 milímetros de diámetro exterior y 2,9 de pared; el de gases está realizado a partir de tubo de 88,9 de diámetro exterior y 3,2 milímetros de pared.

Además de esto se han realizado unas perforaciones a lo largo de todo el tubo para soldar en ellas los manguitos en los cuales se roscará las mangueras de fluido refrigerante.

Debido a su carácter de recipientes a presión, las soldaduras de unión de los caps y las reducciones serán inspeccionadas según los requisitos de UNE - EN-729, mediante el método de ultrasonidos, las uniones de los manguitos con el tubo se inspeccionarán mediante líquidos penetrantes.

La separación de los manguitos viene dada por una cuestión geométrica.

El manguito superior, está colocado de modo que queda en el punto medio del recorrido de la última placa, que es la que hace un recorrido más corto.

El manguito inferior, (sin contar el que esta separado) está colocado de modo que la curva que realiza la manguera, no se salga por debajo de la línea de fondo del congelador, para evitar que roce en la bandeja de desagüe.

Una vez establecidos estos dos puntos los 13 restantes se sitúan dividiéndolo en partes iguales.

Se han dejado tanto en el colector de líquido como en el de gas, sendos manguitos con un tapón, a fin de que sirvan como elementos de conexión para

dispositivos que el instalador frigorista autorizado estime que sean oportunos en el evaporador.

En cuando a su ubicación, y teniendo en cuenta que se trata de hacer un armario compacto, se ha decidido enviar el de gas a la parte posterior, ya que como el armario tiene la placa relativamente estrecha (500mm) se puede acceder a todo el desde el frontal.

Una vez situado el colector de gas en la parte trasera, éste define ya cual es la posición del de líquido, ya que no tendría sentido que saliese más atrás que el primero.

Una vez posicionados, la dificultad radicaba en establecer cual sería la longitud óptima de las mangueras, tal y como se expone más abajo en el punto 3.6.3.

3.4.2. ELEMENTOS HIDRÁULICOS

El circuito hidráulico consta de:

Una unidad hidráulica compuesta de depósito, motor, acoplamiento, bomba de engranajes, kit de aspiración, tapón de vaciado, nivel, válvula de seguridad, válvula de aislamiento para manómetro (2), manómetro (2), filtro de retorno., placa base para válvulas, distribuidor manual, antirretorno doble pilotado, cilindros (2) válvula limitadora de presión, divisor de caudal, válvula antirretorno de cartucho (esta válvula va incluida en el cuerpo de la bomba).

Como componentes eléctricos además del motor se dispone de un contactor y un relé guardamotor.

La unidad está preparada para conectarse a una red eléctrica 220/380 mediante un cable de 3x2.5mm².

El circuito está diseñado de modo que mediante el actuador manual, que dispone de dos posiciones, se puedan subir o bajar las placas en los momentos de carga y descarga respectivamente.

3.4.2.1. CILINDROS HIDRÁULICOS

Los cilindros hidráulicos son actuadores lineales, es decir, el trabajo se realiza en línea recta.

El armario congelador lleva montados dos cilindros de doble efecto, de diámetro de vástago 43 mm y diámetro del émbolo 63 mm, con una carrera de 700 mm.

El cilindro es accionado por el fluido en ambos sentidos, lo que significa que puede ejercer fuerza en cualquiera de los dos sentidos del movimiento. La fuerza en sentido ascendente, la utilizará para soportar el peso de la carga en el momento de llenado de las placas, y para ejercer la fuerza necesaria para abrir el congelador una vez completado el ciclo, venciendo, el peso de la propia estructura y de la carga, los rozamientos existentes y una fuerza añadida que es la que romperá la película de hielo que se forma.

La fuerza en sentido descendente, es empleada para comprimir la mercancía y vaciar con esto los intersticios de aire, que existan y dotar a los bloques de una forma homogénea.

El cilindro se ha estudiado teniendo en cuenta que trabaja empujando, por lo tanto su comportamiento frente a las cargas de pandeo ha sido analizado.

Los apoyos del cilindro se ha decidido que fuese un empotramiento en la parte superior, formando de este modo un pórtico rígido junto con la estructura

móvil; para no dotar de hiperestaticidad al conjunto los apoyos inferiores se han adoptado en forma de charnela.

El cilindro será suministrado por un fabricante de cilindros de acuerdo a las características y dimensiones indicadas en los planos y en cumplimiento con las directivas y normas aplicables.

El diseño de los cierres, dimensiones constructivas y demás serán diseñados por el fabricante de acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior.

Para lograr un compromiso entre características mecánicas y resistencia a corrosión, el cilindro será fabricado en los elementos resistentes que emplee el fabricante habitualmente, y forrado con una envolvente de chapa de acero inoxidable AISI 304.

3.4.2.2. DEPÓSITO, FILTROS Y BOMBA DE ACEITE

El depósito, será suministrado por el proveedor de componentes hidráulicos, montado con la bomba y la válvula de seguridad correspondiente.

En su diseño se ha tenido en cuenta la potencia instalada, el caudal de la bomba, la capacidad volumétrica del circuito, la capacidad de 30 litros, es excesiva para el pequeño volumen de aceite del circuito. La justificación del tamaño, es que alberga en su interior, la bomba, el kit de aspiración, filtro... además una cantidad mayor de aceite no es perjudicial para el sistema.

Como el circuito no tiene ni una gran potencia instalada, ni un funcionamiento continuo, no es necesario el empleo de refrigeradores.

La bomba va colocada sobre el depósito, lo cual no supone ningún problema ya que tanto el caudal de la bomba como la potencia del motor no son elevadas y no se presentarán problemas de cavitación.

El depósito, ha de ser suministrado perfectamente limpio y pintado internamente con una pintura resistente al aceite caliente aunque debido al funcionamiento en un ambiente frío, y a que la capacidad del depósito es suficientemente grande, en este circuito la temperatura que alcanzará el aceite no será demasiado elevada.

La tubería de retorno del aceite del circuito deberá ser prolongada dentro del depósito, con el extremo inmerso por debajo del nivel mínimo, para evitar la formación de espuma.

La toma de aspiración y de retorno han de ir colocados lo más alejados posible.

Llevará un indicador de nivel y una toma de descarga en el fondo para la purga de agua, sedimentos, o vaciado del aceite.

El indicador de nivel mínimo, deberá imposibilitar la entrada de aire a través de la toma de aspiración de la bomba.

Una de las principales causas de desperfectos o paradas de equipamientos oleohidráulicos se debe al gripaje o rotura de elementos, debido a la acumulación de suciedad y envejecimiento del fluido que transmite la potencia hidráulica, con la consiguiente pérdida de propiedades físico químicas.

La causa principal de todos estos inconvenientes se debe a la presencia de partículas o micropartículas que circulando continuamente en el fluido constituyen un motivo de desgaste. Si estas micropartículas se dejan circular por el sistema, actuando como una mezcla abrasiva, arañando las superficies con las que entra en contacto; el daño causado es mayor en los equipos más sofisticados.

El filtro es el elemento que detiene estas partículas y micropartículas para garantizar la máxima eficacia y duración del equipo. El equipo se suministrará con una filtración mínima de 25 micras.

3.4.2.3. VALVULAS Y DISTRIBUIDORES

DISTRIBUIDOR

El actuador dispone de una palanca que de acuerdo con las disposiciones de la Directiva 98/37/CE, su sentido de actuación es coherente con el efecto ordenado.

El mando es una válvula de 4 vías de corredera con 3 posiciones de maniobra accionamiento manual y centraje por muelles, lo cual quiera decir que

una vez que se deja de actuar sobre ella la válvula retorna a su posición normal (en la cual se para el sistema).

Esto supone una ventaja desde el punto de vista de la seguridad, ya que de otro modo pueden darse múltiples circunstancias en las que la válvula quede actuada y conlleve graves consecuencias. Estas circunstancias pueden ser, fallo de suministro eléctrico y olvido en posición de trabajo, abandono del puesto de trabajo dejando al armario abrir sólo perdiendo el control sobre la maniobra,...

Todas la válvulas de 4 vías poseen geometrías idénticas para el paso del caudal en los extremos, en donde se aprecian diferencias es en la posición central.

Se ha optado por una geometría central tipo H de modo que el caudal que genera la bomba, retorna a tanque a través de la válvula sin hacerse necesario el empleo de la válvula de seguridad más que en caso de avería.

Esto supone dos ventajas considerables; por un lado contribuye al aumento de la fiabilidad del sistema, ya que en condiciones normales de uso no es necesaria la válvula de seguridad,; por otro lado aumenta la vida de la válvula, lo cual sobreviene en una mejora económica. Otra ventaja e utilizar este tipo de centro, es que el la bomba se fatiga menos ya que bombea a presión atmosférica; actuando sobre la válvula de seguridad, tiene que vencer la presión de tarado de esta última.

DOBLE VÁLVULA ANTIRRETORNO PILOTADA

La misión de esta válvula es permitir el paso libre del fluido en una dirección y bloquear el caudal de retorno en la dirección opuesta hasta que la presión de pilotaje la abra; en el circuito, esta presión de pilotaje, es la propia presión de línea, ya que la misión de esta válvula es mantener parados los cilindros, a pesar de las fugas en la corredera de la válvula distribuidora, que al tener su centro en H dejaría que los cilindros se cayesen.

3.4.2.4. ACEITE HIDRÁULICO

El aceite es el medio que transmite la potencia y a su vez lubrica los elementos. Para una buena conservación del circuito es importante que el aceite sea de calidad, con un índice de viscosidad adecuado y con aditivos, antioxidantes y antioxidantes; de conformidad con las clasificaciones internacionales (API MS, UDMA 24818, DIN 51524 Y DIN 51525) se utilizará para el armario aceite ESSO NUTO H 46 que cumple con las especificaciones de DIN 51524 parte2 HLP, y soporta bien las bajas temperaturas a las que se verá sometido, ya que durante el proceso de congelación, el aceite aguas arriba de la doble válvula antirretorno pilotada se encuentra estancado.

3.4.2.5. TUBERÍA Y RACORES

Se utilizarán tubos de acero estirado en frío sin soldadura (DIN 2391/C9 de acuerdo con las normas internacionales de unificación.

Los racores se dimensionan según las características del equipo, sobre todo en función de las presiones de trabajo y de los diámetros de los tubos.

Como el diámetro nominal es en todo caso menor de 40 mm los racores serán , racores en tres piezas, con anillo cortante (llamados comúnmente ovalillos, debido a su forma) (recomendados para equipos con poca carga de trabajo y ausencia de vibraciones).

El diámetro de la tubería se ha dimensionado en función del caudal máximo de aceite, que en este equipo coincide con caudal de la bomba (ya que no lleva acolados acumuladores, cilindros de gran tamaño,...)

En el diseño se tuvo en cuenta de no pasar la velocidad de 6 m/seg en la tubería de presión.

Durante la colocación en obra, los tubos deben de ser amarrados por medio de abrazaderas o soportes, en material poliamídico o polipropilénico, que se define en los planos y pliego de condiciones.

Es recomendable la colocación de soportes para tubos cada 1500 mm y así se ha efectuado.

En el diseño se tuvo en cuenta que los tubos y elementos fuesen desmontables con la mayor facilidad posible, previendo uniones que permiten desmontar cualquier tramo de tubería.

3.5. CIRCUITO FRIGORÍFICO

3.6. CONSIDERACIONES TERMODINÁMICAS

3.6.1. TRANSMISIÓN DE CALOR

La técnica frigorífica debe conceder una gran importancia, en el campo de las aplicaciones, a los fenómenos físicos que rigen la transmisión de calor de un cuerpo a otro, o a través del mismo cuerpo. En efecto debemos buscar de una parte un cambio de calor tan perfecto como sea posible entre los fluidos fríos y los fluidos calientes que circulan, tanto por el interior como por el exterior de los cambiadores térmicos de la máquina frigorífica, o sea, en el condensador y en el evaporador. Por otro parte, un cambio de calor tan imperfecto como sea posible entre el espacio refrigerado y el ambiente exterior.

Estudiados los tres métodos se verá que en realidad en el armario tienen lugar intercambios de calor por todos ellos, y no solo eso sino que además se producen casos combinados, así entre el producto a congelar y el fluido refrigerante se producen los siguientes fenómenos:

Convección - radiación entre el fluido refrigerante y la placa de aluminio.

Conducción a través del espesor de la placa.

Convección - Radiación de la parte exterior del producto hasta su núcleo.

Existen además intercambios con el exterior del mismo modo que afectan tanto a los productos congelados como al fluido que circula por las placas.

En este sentido cabe destacar que por sus características peculiares, en un armario de placas, la superficie de contacto que presenta con el producto es considerablemente mayor que la que presenta de contacto con el exterior, por lo tanto las pérdidas que se producen son pequeñas, en relación con su aprovechamiento total.

Por esta razón y sobre todo cuando el armario va colocado en la ante cámara de una nave frigorífica, cosa, que por otro lado, suele ser bastante habitual, el cliente decide no aislar el armario.

De este modo se logra una mejor accesibilidad al interior de las placas, se facilitan las tareas de carga y descarga de productos, y sobre todo se ve reducido enormemente tanto el tiempo como la dificultad que entraña la limpieza del armario.

Teniendo en cuenta esta consideración, se ha diseñado la cubierta (opcional) de modo que el montaje y desmontaje sea fácil, efectuado por dos operarios.

3.6.1.1. MODOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Físicamente se distinguen tres modos de transmisión de calor. En efecto, el calor puede transmitirse de un cuerpo caliente a un cuerpo frío.

Por conducción

Por convección

Por radiación

3.6.1.1.1. TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN

La transmisión del calor por conducción tiene lugar en un mismo cuerpo cuando sus partes presentan temperaturas diferentes. Si sometemos el extremo de una barra de acero a la llama de un fogón, la temperatura de la barra descenderá regularmente desde el extremo caliente a extremo frío. Las partículas sometidas a temperatura alta, bajo la acción de la llama calientan las partículas vecinas más frías. Existe una propagación del calor progresiva a través del metal sin desplazamiento de la materia, el efecto del calentamiento no se hace sensible en el extremo frío hasta un cierto espacio de tiempo.

En el armario congelador existe transmisión de calor por conducción en el seno del fluido refrigerante, en el espesor de la placa de aluminio y en el producto a congelar desde la periferia hasta su totalidad.

Existe un coeficiente que mide la facilidad que tiene un cuerpo para transportar calor en su interior, el coeficiente de conductividad de un cuerpo es la cantidad de calor que atraviesa en una hora un metro cuadrado de dicho cuerpo, con un espesor de un metro y una diferencia de temperatura de 1°C entre las dos caras del cuerpo.

El aluminio 6063 tiene un coeficiente de conductividad térmica de $230 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Junto con la plata y el cobre son los metales con mejor coeficiente de conductividad, esto junto con la facilidad que presenta este material para ser extruido, y su aptitud para el contacto con alimentos, lo convierte en adecuado para las placas evaporadoras.

El inoxidable tiene un coeficiente de conductividad mucho menor, del orden de los $15 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$, lo cual es interesante para los colectores, sobre todo el de entrada, que no interesa que exista intercambio de calor; de todos modos éste será aislado para dificultar aún más esta pérdida.

3.6.1.1.2. TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN

En los fluidos, las diferencias de temperatura reinantes en el seno de la masa del fluido provocan variaciones de densidad. Estas diferencias de densidad crean en el seno mismo del fluido unos movimientos conocidos por movimientos de convección, que tienden a igualar las temperaturas de los diversos puntos de la masa fluida por el cambio recíproco de las partículas de fluido al contacto con

las superficies sólidas que aquel baña. Estas partículas se calientan o se enfrían según sea la temperatura de la pared superior o inferior a la temperatura media del fluido. Los movimientos de convección pueden ser naturales o provocados artificialmente, por lo que se distinguirá la convección natural y la convección forzada.

Existirá convección natural si los movimientos del fluido están engendrados únicamente por las diferencias de densidad debidas a las diferencias de las temperaturas reinantes en el seno de la masa del fluido.

Estos movimientos son generalmente lentos. Existe convección forzada cuando los movimientos nacen de acciones exteriores como la de un ventilador o el tiro de aire de una chimenea.

En el armario congelador existe una convección natural en el seno de los productos a congelar, que contienen agua y la cual no se puede controlar, y una convección en el fluido refrigerante que se ha estudiado en el apartado correspondiente, aplicando el coeficiente de convección hallado según la recomendación de A. L . Miranda, en su libro "Evaporadores".

3.6.1.1.3. TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN

La diferencia de calor por radiación, se presenta en la forma de movimiento de onda similar a las ondas de luz, y en el cual la energía se transmite de un cuerpo a otro si necesidad de concurso de materia intermedia.

La energía calorífica transmitida por movimientos vibratorios se llama energía variante. Se supone que las moléculas de un cuerpo se encuentran en rápida vibración y que esta vibración produce un movimiento vibratorio en el éter que rodea al cuerpo. Así pues, la energía molecular interna del cuerpo se convierte en ondas de energía radiante. Cuando estas ondas se ven interceptadas por otro cuerpo de materia, son absorbidas por ese cuerpo y convertidas en energía molecular interna.

Todos los materiales entregan y absorben calor en forma de energía radiante. En cualquier momento en que la temperatura de un cuerpo es mayor que la del material que le rodea entregará más calor por radiación del que absorbe. Por lo tanto, pierde energía hacia la materia que lo rodea, disminuyendo su energía interna. Si la temperatura del cuerpo es inferior a la de los materiales circundantes absorbe más energía radiante de la que pierde y su energía interna aumenta.

El calor es radiado de una pared "caliente" a una pared "fría" a través del aire intermedio, sin tener efecto apreciable sobre la temperatura del aire. Puesto que las moléculas del aire son relativamente pocas y muy espaciadas, las ondas de energía radiante pueden pasar fácilmente entre ellas de manera que sólo una pequeña parte de energía radiante es interceptada y absorbida por las moléculas del aire. Por un gran margen, la mayor porción de energía radiante, cae sobre la pared sólida de estructura molecular más compacta y sustancial, siendo absorbida por ella.

Las ondas caloríficas son muy similares a las ondas luminosas difiriendo de ellas solamente en longitud de onda y frecuencia.

Cuando las ondas de energía radiante, ya sean visibles o invisibles, llegan al cuerpo material, pueden ser reflejadas, refractadas, o absorbidas por él.

La cantidad de energía radiante que pasa por un material depende del grado de transparencia,. Un material altamente transparente, por ejemplo el cristal o el aire permite que la mayor parte de energía radiante pase a su través y llegue a otros cuerpos que se encuentren después mientras que los materiales opacos, por ejemplo madera ,corcho metal ... no pueden ser penetrados por ondas de energía radiante y ésta no pasa por ellos.

La cantidad de energía radiante ya sea reflejada o absorbida por una superficie, dependen de modo importante, del color y el estado superficial de la superficie, así, los colores más claros absorben menos radiación que los oscuros, y los materiales pulimentados, reflejan un máximo de energía radiante.

Por esta última razón, se ha decidido emplear en el acabado de la carcasa un GEL COAT, de color blanco y con un acabado especular.

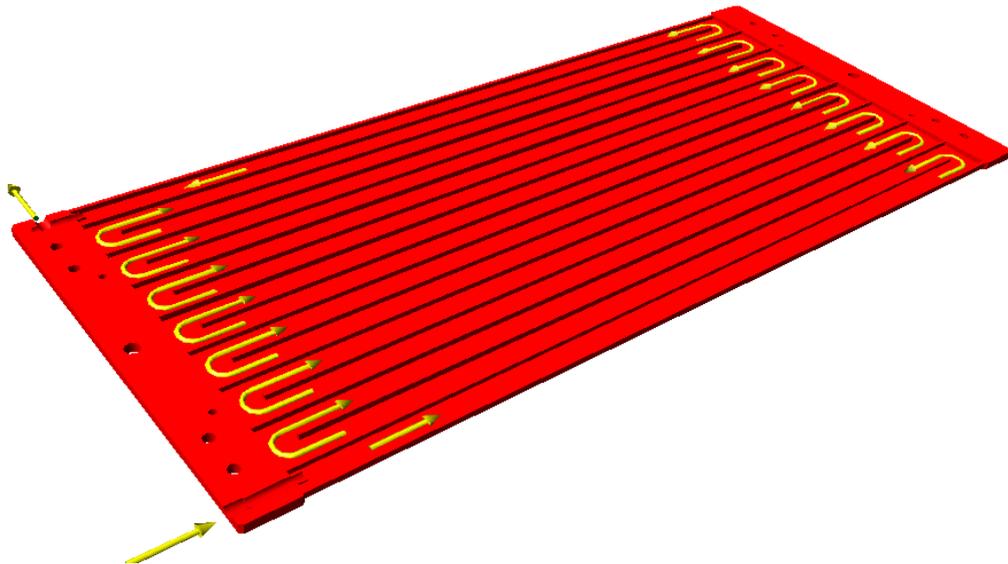
3.6.2. PLACAS

Todas las aleaciones del grupo 6000, excepto el 6012 y el 6062 debido a su contenido en plomo, son compatibles con el contacto de alimentos, por lo

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

tanto el material elegido, debido a su elevado coeficiente de transmisibilidad, es adecuado para la fabricación de las placas.

Las placas están formadas por un perfil extrusionado que forma celdas longitudinales en su interior. Estas celdas son fresadas alternativamente, una si una no en sus extremos antes de serles soldados los testeros, haciendo entonces un circuito cerrado como el que se muestra en la figura.



El fluido sigue el recorrido que muestran las flechas.

Si el evaporador se va a emplear en un sistema inundado, el fluido entra líquido, y después de dar el recorrido completo, sale de nuevo líquido, con burbujas de gas en su interior.

Si el evaporador se va a emplear en un sistema seco, el fluido entra líquido pulverizado, y después de dar el recorrido completo, sale completamente en estado gaseoso.

Esto hace que el sistema inundado sea más efectivo, ya que empleando el sistema dry-es la última zona de la placa se utiliza para recalentar el gas. Aunque en el armario de placas esto es mas ventajoso que en los demás evaporadores, ya que el calentamiento definitivo se efectúa en el colector de gas.

Los racores de entrada provenientes del colector de líquido (no se representan en la figura) disponen de un diámetro de entrada reducido, la misión de esta estrechez, y aun admitiendo que se produce una pérdida de carga en el refrigerante una vez que ha sido expandido, es el efectuar un reparto homogéneo de la neblina de refrigerante a lo largo de todo el colector, de modo que las placas inferiores no "beban" mas que las superiores.

En realidad, el líquido refrigerante una vez que sale de la válvula de expansión, da en un estado nebuloso, las gotas mas finas y que permanecen mejor en suspensión. Serán absorbidas por las placas superiores, gracias a la diferencia de presiones que existe desde la salida de la válvula de expansión hasta la entrada del compresor, que animan el paso del refrigerante en aquel sentido.

Debido a que el colector está colocado en posición vertical, las placas inferiores, además de la diferencia de presiones, tendrán una alimentación mayor

ya que las gotas tenderán a caer hacia abajo por la acción de su peso, la acción de las estrecheces en los racores de entrada, harán que se minimice este efecto ya que se dificultará el paso en las placas inferiores, y la neblina se repartirá más homogénea

3.6.3. MANGUERAS FLEXIBLES

Un manguera metálica flexible se define como un tubo rígido convertido en flexible por la conformación de corrugaciones, lo que permite curvarlo fácilmente sin detrimento de su estanqueidad a líquidos y gases.

En un primer momento se tomo la decisión de realizar el diseño con una manguera de PTFE cubierta de malla de inoxidable. Una vez sometidas varias de estas mangueras a una prueba de presión y movimientos alternativos, se comprobó que el resultado que se obtenía no era tan adecuado como el que había propuesto el fabricante, así que se optó sustituir el diseño original por mangueras metálicas tipo ANACONDA.

Se optó por una manguera de tubo corrugado soldado a tope, la recomendación del fabricante es que se alcanzan temperaturas criogénicas. Por lo tanto es adecuada para la tarea encomendada

Debido a consideraciones de espacio y de estética, no se encontró modo de colocar los colectores para conseguir que la manguera se moviese en un bucle vertical para su desplazamiento vertical.

Para determinar la longitud de las mangueras, se simularon como si se comportasen como splines en el programa Autocad, estableciendo como restricción que la salida en las conexiones fuese en dirección horizontal, para no forzar las mangueras en estas direcciones.

Una vez efectuado se comprobó con una manguera que en efecto el comportamiento era tal y como mostraba el ordenador. Una vez comprobado que en efecto así era, se determinó el desarrollo de la manguera, mas adecuada para que no se tocasen entre ellas en su punto mas alto ni en su punto más bajo, que la disposición estética fuese adecuada, al menos en su punto más bajo, y que no hubiese que desplazar el colector mucho hacia atrás con lo que se perdería espacio, tal y como se comenta en el apartado 3.4.1.6 (Colectores).

3.6.4. COLECTORES

Los colectores son los elementos de la instalación del evaporador que canalizan el fluido de la instalación desde el condensador hacia las placas, o desde estas hacia el compresor.

COLECTOR DE LÍQUIDO

El volumen de este colector ha sido calculado para que abastezca a las mangueras, la sección mínima que deberá tener es la de la suma total de las mangueras para asegurar que es capaz de vehicular todo el fluido necesario.

Se ha tomado un diámetro un poco mayor, por cuestiones de normalización de tubería. Esto ralentiza la velocidad del fluido en su interior, lo cual no es ningún inconveniente pero además reporta una ventaja, y esto es que la diferencia, hace que actúe como regulador acumulando refrigerante y soltándolo cuando es necesario ayudando de este modo a que el flujo en las placas sea constante.

El colector de líquido deberá estar aislado, ya que no interesa que en esta parte haya intercambio de calor con el medio, porque redundaría en una pérdida de rendimiento, ya que el líquido recién expansionado, está en su punto óptimo de trabajo y es cuando más ávido es de absorber calor del medio para vaporizarse, situación que interesa que se produzca en el interior de las placas y no antes.

Si no se pone aislamiento en este colector, y aun con él en menor cantidad, alrededor del colector se formará una capa de escarcha, que generalmente se consideraría perniciosa, sin embargo en este caso particular pasaría a ser un elemento positivo, ya que contribuiría a aislar más el colector con el exterior que es lo que se buscaba originalmente.

COLECTOR DE GAS

El colector de gas se ha dimensionado de mayor tamaño que el de líquido, fundamentalmente, para que la velocidad en el sea menor, ya que el líquido viene vaporizado, y el volumen que ocupa ahora es mayor.

El colector de gas, al contrario que el de líquido, no deberá aislarse, ya que interesa que se produzca un pequeño recalentamiento del fluido refrigerante en su interior para que éste llegue al compresor totalmente en forma de vapor y no se produzca el fenómeno de "golpe de líquido".

El golpe de líquido se produce cuando una cantidad de líquido llega al compresor. Estas máquinas, generalmente en la industria frigorífica, son de desplazamiento positivo, y con un volumen de cámara adecuado para comprimir gas; si en esta, el volumen entra líquido en una cantidad abundante, la máquina no es capaz de llegar a su punto muerto superior y se producen roturas importantes e inmediatas. Si lo que sucede es que se cuelan pequeñas gotas de líquido, estas impactan contra las paredes del émbolo o camisa, con una energía cinética abundante, que poco a poco van dañando las superficies.

3.6.5. CARCASA AISLANTE

Aunque como ya se expuso más arriba, cuando el armario vaya colocado en una antecámara, y sobre todo si esta es de humedad controlada, no es necesario, aunque si aconsejable el aislarlo térmicamente.

Para aislar el armario se ha optado por una carcasa fabricada en panel sándwich, con un esquema compuesto por dos capas de poliéster, cubierto de un gel o "topcoat" de color blanco y compatible con uso alimentario, que cubren una capa intermedia de poliuretano.

Un buen aislante, debería encerrar en su interior la mayor cantidad posible de gas, habida cuenta de que estos tienen un coeficiente de conductividad bajo.

El poliuretano posee la conductividad térmica más débil de todos los materiales aislantes. Se puede aplicar por inyección o por proyección, lo cual facilita enormemente su aplicación.

Su coeficiente de conductividad es de 0.02 Kcal/hm²⁰C.

3.7. CONSIDERACIONES TÉCNICAS A CONSIDERAR

3.7.1. MONTAJE DE LAS MANGUERAS FLEXIBLES

El montaje de las mangueras flexibles se efectuará una vez que se hayan colocado las placas y los colectores, en el evaporador.

La experiencia en este campo, demuestra que entraña cierta dificultad llevar esta operación a cabo y conseguir el cierre correcto.

A efecto de que se efectúe de un modo correcto se ha elaborado el ANEXO I (Montaje de las mangueras flexibles), con la finalidad que sirva como instrucción técnica para el montaje de las mangueras.

3.7.2. LIMPIEZA DE PLACAS

Durante la fabricación, es común que se introduzcan virutas u otros elementos no deseados en el interior del circuito de las placas.

Es de suma importancia que este circuito esté completamente limpio, ya que en caso contrario las impurezas podrían llegar a obturar válvulas, o incluso, introducirse en el compresor causando daños de considerable cuantía.

A efecto de que se efectúe de un modo correcto se ha elaborado el ANEXO II (Limpieza de placas), con la finalidad que sirva como instrucción técnica para llevar a cabo la operación.

3.7.3. SOLDADURA DE MANGUITOS EN COLECTOR

Durante la soldadura de los diversos elementos del colector, deberán tenerse en cuenta además de respetar los procedimientos de soldadura tal y como se indica en el Anexo 4 del Pliego de Condiciones, que se generan unas tensiones debido al calor que se aporta localizado en un eje.

La experiencia demuestra que es necesario flexionar el colector en sentido contrario al que se prevé que se van a generar las tensiones para que cuando se suelte de los apoyos permanezca recto.

A efecto de que se efectúe de un modo correcto se ha elaborado el ANEXO III (Montaje y soldadura de los colectores), con la finalidad que sirva como instrucción técnica para llevar a cabo la operación en ambos colectores.

David Franco Mata

Padrón, 14 de abril de 2016

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INDICE

1.	DATOS DE DISEÑO.....	3
2.	CALCULOS GEOMÉTRICOS.....	3
2.1.	VOLUMEN ENTRE PLACAS PARA DIVERSAS APERTURAS.....	3
2.2.	VOLUMEN DEL CIRCUITO FRIGORÍFICO.....	4
3.	CÁLCULOS MECÁNICOS	8
3.1.	CONSIDERACIONES DE CARGA.....	8
3.2.	SISTEMA HIDRÁULICO	9
3.2.1.	CILINDROS	9
3.2.2.	CAUDAL QUE HA DE CIRCULAR POR EL CIRCUITO	11
3.2.3.	TUBERÍA.....	13
3.2.4.	CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN EL CIRCUITO	14
3.2.5.	CENTRAL HIDRAULICA (BOMBA MÁS DEPÓSITO)	17
3.3.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	19
3.3.1.	CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DE LOS TIRADORES.....	19
3.3.2.	ROTURA DE LOS TESTEROS EN REBAJES.....	20
3.3.3.	PLACAS.....	21
3.3.4.	ESTRUCTURA	22
3.3.4.1.	BASE.....	22
3.3.4.1.1.	TRAVESEROS.....	24
3.3.4.1.2.	LARGUEROS.....	28
3.3.4.2.	PÓRTICO.....	29
3.3.4.3.	ESTRUCTURA MÓVIL	32
4.	CALCULOS DE ELEMENTOS SOMETIDOS A PRESIÓN.....	36
4.1.	COLECTOR DE LÍQUIDO.....	37

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

4.2.	COLECTOR DE GAS	40
4.3.	PLACA	43
5.	CÁLCULOS TERMODINÁMICOS.	53
5.1.	CONSIDERACIÓN PREVIA	53
5.2.	CÁLCULO DE LA POTENCIA MÁXIMA QUE DISIPA EL EVAPORADOR.....	53

1. DATOS DE DISEÑO

El congelador se diseña en principio para la congelación de una carga máxima de 100 Kg. de producto por estación.

2. CALCULOS GEOMÉTRICOS

Se indican a continuación algunos datos en cuanto a volúmenes u otras características geométricas del armario de placas que serán utilizadas para cálculos posteriores.

2.1. VOLUMEN ENTRE PLACAS PARA DIVERSAS APERTURAS.

El volumen por estación se evaluará considerando una abertura mínima entre placas de 40 mm, que viene condicionada por el diseño, en cuanto a que un cierre mayor hará interferencias en los tornillos tiradores, y una abertura máxima de 70 mm, ya que los 20 restantes hasta los 90 mm de tope, se reservan para poder efectuar las operaciones de carga y descarga. La superficie aprovechable de placa, se estima en 1100x500 mm, ya que aunque netamente es mayor, los topes laterales y las varillas de tope frontal la reducen, aun con esto la superficie sería mayor que la indicada, sin embargo se estima que es una buena medida ya que facilita los cálculos y reserva cierto espacio para intersticios entre la carga.

Volumen por estación con placa de 1100x500		
<i>Abertura de</i>	<i>Volumen en litros (dm³) por estación</i>	<i>Total 14 estaciones</i>
70 mm (máxima)	38.5	539 litros
60 mm	33	462 litros
50 mm	27.5	385 litros
40mm (mínima)	22	308 litros

2.2. VOLUMEN DEL CIRCUITO FRIGORÍFICO.

Es importante conocer la capacidad de refrigerante del evaporador, tanto para su clasificación dentro de los reglamentos de seguridad correspondientes, como para el instalador frigorista a la hora de hacer los cálculos de la instalación del equipo frigorífico, o de la conexión a una planta.

El refrigerante, ya sea en su estado líquido, gaseoso, o ambos recorre los siguientes elementos:

- **Colector de líquido.**

Es un cilindro de diámetro 54.5 mm por 1200 mm de longitud:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l = \frac{\pi \times 0.545^2}{4} \times 12.00 = 2.8 \text{ litros} \approx 3 \text{ litros}$$

Donde:

d = diámetro en decímetros

l = longitud en decímetros

V = volumen en litros (dm³)

El redondeo de 2.8 a 3 puede hacerse sin problema ya que en el volumen anterior no se habían considerado el volumen del CAP inferior ni de la reducción superior.

- **Latiguillos de conexión colector de líquido a placas (mangueras flexibles).**

Su diámetro interior es de 12mm y su longitud de 750 mm, por lo tanto:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l = \frac{\pi \times 0.12^2}{4} \times 7.50 = 0.085 \text{ litros}$$

Donde:

d = diámetro en decímetros

l = longitud en decímetros

V = volumen en litros (dm^3)

En un total de 15 mangueras el volumen es de:

1.275 litros

- **Placas intercambiadoras.**

Están compuestas de 16 celdas, cada una de 26x13 mm de sección y con una longitud de 1130 mm.

$$V = S \times l = 0.0338 \times 11.3 = 0.382 \text{ litros} \times 16 \text{ celdas} = 6.112 \text{ litros}$$

Donde:

S = sección en decímetros cuadrados = $0.26 \times 0.13 = 0.0338 \text{ dm}^2$

l = longitud en decímetros

V = volumen en litros (dm^3)

En un total de 15 placas:

$$6.112 \times 15 = 91.68 \text{ litros}$$

- **Latiguillos de conexión colector de placas a colector de gas (mangueras flexibles).**

Son iguales a las de líquido a placa, por lo tanto.

Unitariamente: 0.085 litros

En conjunto 1.275 litros.

- **Colector de gas.**

Es un cilindro de diámetro interior 82.5 mm por 1200 mm de longitud:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l = \frac{\pi \times 0.825^2}{4} \times 12.00 = 6.4 \text{ litros} \approx 6.5 \text{ litros}$$

Donde:

d = diámetro en decímetros

l = longitud en decímetros

V = volumen en litros (dm³)

El redondeo de 6.4 a 6.5 puede hacerse sin problema ya que en el volumen anterior no se habían considerado el volumen del CAP inferior ni de la reducción superior.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

- **Capacidad total de circuito de refrigerante:**

Volumen total = $3 + 1.275 + 91.68 + 1.275 + 6.5 = 103.8$ litros.

Que para posteriores cálculos redondearemos a:

105 LITROS

3. CÁLCULOS MECÁNICOS

3.1. CONSIDERACIONES DE CARGA

Cargas a considerar	Valor unitario	Valor total
Peso de las placas	25x15 Kg	375 Kg
Peso refrigerante en interior placas	0.5X15 Kg	10 Kg (aprox.)
Peso estructura móvil	50 Kg	50 Kg
Equivalente estimado en peso por rozamientos	400 Kg	400 Kg
Peso estimado en forma de escarcha	6x15 Kg	90 Kg
Carga estimada pro adherencia	500 Kg	500 Kg
Carga máxima admisible	100x15 Kg	1500 Kg
Carga de diseño	Cs=1.45 1500 x 1.45	2175 Kg
Total carta a considerar		3600 Kg

3.2. SISTEMA HIDRÁULICO

3.2.1. CILINDROS

La elección de los cilindros del será la clave para el dimensionado de los demás elementos del circuito hidráulico.

Se dimensionará el cilindro a partir del vástago, calculando la carga de pandeo. La carrera de trabajo se establece en 700mm, con lo cual la longitud del cilindro una vez estirado el vástago será de 1400 mm

Los extremos son articulado - empotrado, por lo tanto la longitud de pandeo es igual 0.7 la longitud efectiva.

Se considera de todos modos el caso de articulado - articulado que es más desfavorable. En estas condiciones $l_p = l$

Según la fórmula de Euler la fuerza de pandeo vale:

$$F_p = \frac{\pi \times E \times I}{l_p^2} \Rightarrow I = \frac{F_p \times l_p^2}{\pi \times E} = \frac{1800 \times 140^2}{\pi \times 2.1 \times 10^6} = 5.35 \text{ cm}^4$$

Por lo tanto el diámetro mínimo será :

$$I = \frac{\pi \times d^4}{64} \Rightarrow d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{5.35 \times 64}{\pi}} = 3.23 \text{ cm} \approx 33 \text{ mm}$$

El diámetro se establece en 40 mm, con lo cual se pasan con creces el diámetro mínimo de pandeo.

Una vez establecido el diámetro del vástago en 40 mm queda por definir el del émbolo. Por cuestiones de normalización, para retenes y juntas, el más pequeño que razonablemente se puede poner para que quede un área diferencial aceptable es de 63mm.

La superficie del pistón se calcula mediante:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 6.3^2}{4} = 31.2 \text{ cm}^2$$

Con lo cuál la presión de trabajo para la carga de 1800 Kgf será de:

$$p = \frac{\text{Fuerza a ejercer}}{\text{Superficie}} = \frac{1800 \text{ Kg}}{31.2 \text{ cm}^2} = 57.7 \text{ Kg/cm}^2$$

Se establece la presión de trabajo en 60 Kg/cm²

Por lo tanto los cilindros quedan definidos como:

DOS CILINDROS DE DIÁMETRO DEL EMBOLO 63MM, DIÁMETRO DEL VÁSTAGO 40MM, CARRERA 700MM.

Trabajando a una presión máxima de 60 bar.

3.2.2. CAUDAL QUE HA DE CIRCULAR POR EL CIRCUITO

Se define que la velocidad de recorrido del los 700 mm de carrera, en su sentido más lento ha de ser tal que se haga el recorrido en medio minuto con el congelador cargado.

Entonces :

$$Velocidad = \frac{Espacio}{Tiempo} = \frac{0.7 metros}{30 segundos} = 0.023333 m/seg$$

El volumen de la cámara del cilindro vale:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \times l = \frac{\pi \times 0.63^2}{4} \times 7 = 2.18 \text{ litros}$$

Donde :

d = diámetro de la cámara en decímetros

l = carrera del cilindro en decímetros

V = volumen en litros (dm^3)

El caudal que ha de suministrarse se obtendrá considerando que se han de llenar los 2.18 litros en 1/2 minuto (4.36 L/min) ; de otro modo se puede calcular

$$Q = V \times S$$

Siendo

Q = Caudal en litros/seg

V = Velocidad en en metros/seg

S = Superficie del cilindro en m^2

De este modo

$$Q = 3.12 \times 10^{-3} m^2 \times 0.00.023333 m/seg = 72.8 \times 10^{-6} m^3/seg$$

ó

$$Q = 4.36 \text{litros}/\text{minuto}$$

Cómo en el circuito trabajan dos cilindros, el caudal necesario será de:

$$Q = 4.36 \times 2 = 8.72 \text{litros}/\text{minuto} \approx 9 \text{litros}/\text{minuto}$$

3.2.3. TUBERÍA.

La velocidad en las tuberías bajo recomendación del manual de hidráulica de Vickers (página 25) (véase bibliografía) no deberá ser mayor de 0.6 a 1.2 metros/seg en la línea de aspiración de la bomba y de 2 a 5 metros/segundo en la línea de trabajo.

Velocidades mayores incrementarán considerablemente las pérdidas por rozamiento, causando un calentamiento excesivo y pérdida de presión en la línea de trabajo, y problemas de cavitación en la línea de aspiración.

Velocidades menores son más recomendables, siempre que la economía (diámetros de tubo mayores, más precio) no sea el factor determinante.

$$Velocidad(m/seg) = \frac{caudal(l/min)}{6 \times sup. tubo(cm^2)} \Rightarrow Sup = \frac{Caudal}{6 \times Velocidad}$$

Estimando la velocidad en 3 metros/segundo:

$$Sup = \frac{9}{6 \times 3} = 0.5 cm^2 \text{ y el diámetro } d = \sqrt{\frac{4 \times Sup}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.5}{\pi}} = 0.8 cm \Rightarrow 8 mm$$

3.2.4. CÁLCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN EL CIRCUITO

El circuito, debido a las curvas y rozamientos de las tuberías, y a las diversas válvulas y accesorios de los que dispone, presenta unas caídas de presión, que deben ser estimadas, para determinar cual es la presión para la cual tiene que ser diseñada la bomba, que, por supuesto ha de ser mayor que los 60 bar nominales que se calcularon en el apartado 3.2.1

Las perdidas de carga en el circuito del armario vendrán determinadas por:

975 cm de tubería de diámetro interior 10 milímetros

20 curvas de 90 grados y una T

Una válvula doble antirretorno, que por información del fabricante ofrece una caída de presión para 9 litros / minuto de caudal de 2 bar (1,7 de ellos en la ida y 0.3 bar en el retorno).

Un distribuidor manual casa ATOS que por información del fabricante, para un caudal de 9 litros/ minuto, ofrece una caída de presión de 1 bar

Un distribuidor de caudal CASAPPA que por información del fabricante ofrece una caída de presión de 1.5 bar

La perdida de presión total, se obtendrá como suma de todas las pérdidas.

La perdida de carga en una tubería vendrá dada por :

(prontuario de hidráulica industrial José .R.V. ed. paraninfo)

$$\Delta p = f \times \frac{L \times \delta \times v^2 \times 10}{2 \times 10} (\text{bar})$$

Con :

f = Coeficiente de rozamiento

L = Longitud de tubería (m)

δ = Densidad del fluido en Kg/dm^3 (0.93 *Aceite mineral*)

v = Velocidad del fluido en la tubería en m/s

d = Diámetro interior de la tubería en mm

Para hallar el coeficiente de rozamiento f , primero debo saber si el régimen es turbulento o laminar:

$$\text{Re} = \frac{v \times d}{\nu} \times 10^3$$

v = Velocidad del fluido en la tubería en m/s (3)

d = Diámetro interior de la tubería en mm (8 mm)

ν = Viscosidad cinemática en centi Stokes (46 para ESSO NUTO (40°C))

$$\text{Re} = \frac{3 \times 8}{46} \times 10^3 = 521.7 \Rightarrow \text{Régimen laminar}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Para régimen laminar el valor de coeficiente de rozamiento vale:

$$f = \frac{64}{\text{Re}} = 0.12266666$$

Con estos datos podemos calcular la perdidas de presión:

$$\Delta p = 0.122666 \times \frac{9.75 \times 0.93 \times 3^2 \times 10}{2 \times 10} = 5 \text{ bars}$$

Las curvas a 90 grados ofrecen una caída de presión que se calcula a partir de:

$$\Delta p = \frac{k \times \delta \times v^2}{200}$$

k = Constante que depende de la forma de la curva

$k = 1.12$ Para las curvas de 90°

$k = 1.2$ Para la T

δ = Densidad del fluido Kg/litro

v = Velocidad media del fluido m/seg

$$\Delta p = \frac{(1.12 \times 20 + 1.2 \times 1) \times 0.93 \times 3^2}{200} = 0.987 \approx 1 \text{ bar}$$

Haciendo un cómputo total de las pérdidas:

$$\Delta p = 2 + 1 + 1.5 + 5 + 1 = 10.5 \approx 11 \text{ bar}$$

3.2.5. CENTRAL HIDRAULICA (BOMBA MÁS DEPÓSITO)

La central hidráulica, requiere el cálculo del volumen del depósito de refrigerante, el cual ha de ser adecuado para rellenar todo el circuito, y que sobre aceite, y considerar además que a mayor depósito, mejor refrigerado se mantiene el aceite, pero mayor es el coste de rellenarlo.

La bomba más motor ha de ser la adecuada, para suministrar la presión que se le solicita de 60 bar más la caída de 11 bar y el caudal necesario. En el pliego de condiciones del proyecto y los planos constructivos se define el modelo comercial elegido (bomba de engranajes), que cumple estas condiciones.

La potencia necesaria para el accionamiento de la bomba vendrá dada por:

$$Pot\ absorbida = \frac{p \times Q}{600 \times \eta_t} (kW)$$

Siendo :

P = Presión en bar

Q = Caudal en l/min

η_t = Rendimiento total

El rendimiento total en una bomba de engranajes movida por un motor eléctrico se estima en 0.75 así:

$$Pot\ absorbida = \frac{71 \times 9}{600 \times 0.75} = 1.42(kW) \times 1.36 \frac{Cv}{kW} = 1.93Cv$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Que se redondeará por exceso a **2 CV**

3.3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

3.3.1. CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DE LOS TIRADORES.

La carga que han de aguantar estos tornillos es la máxima que pueden ejercer los cilindros, ya que, aunque está previsto que la carrera del cilindro se acabe antes de ejercer toda la fuerza sobre ellos, en el caso más desfavorable de carga (Cuando queda adherida la primera placa), o por un mal ajuste de los tornillos, éstos deberán soportar todo el esfuerzo.

Cálculos de resistencia a tracción:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{\left(\frac{\pi \times \text{diam}^2}{4}\right)} = \frac{3600}{\left(\frac{\pi \times 0.83^2}{4}\right)} = 1257 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$\sigma_{adm} = \sigma_{lim.elastico} \rightarrow \sigma_{adm} = \sigma_{trabajo} \times C_s \rightarrow C_s = \frac{\sigma_{adm}}{\sigma_{trabajo}} \therefore C_s = \frac{2100}{1257} = 1.67$$

Es interesante conocer también el coeficiente de seguridad, para la tensión de rotura:

$$C_s = \frac{\sigma_{rotura}}{\sigma_{trabajo}} \therefore C_s = \frac{5200}{1257} = 4.1$$

3.3.2. ROTURA DE LOS TESTEROS EN REBAJES

El cálculo consistirá en comprobar que la sección que queda debilitada por el rebaje es suficiente para aguantar la carga de trabajo; además es interesante comprobar si el coeficiente de seguridad es mayor que el de los tornillos a rotura, lo cual aseguraría que en caso de falla, rompiese antes el tornillo que la placa.

El fallo se va a producir por cortadura, el área resistente vale:

$$Area = \pi \times d \times e = \pi \times 3 \times 0.9 = 8.48 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{trabajo} = \frac{F}{Area} \quad \therefore \rightarrow \quad \tau_{trabajo} = \frac{900}{8.48} = 106 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto:

$$\tau_{admm} = 0.8 \times \sigma_{lim.elastico} = 0.8 \times 1700 = 1360 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C_s = \frac{\tau_{adm}}{\tau_{trabajo}} \quad \therefore \rightarrow \quad C_s = \frac{1360}{106} = 12.8$$

Con lo cual se cumplen las premisas del diseño; veamos el coeficiente de seguridad a rotura:

$$C_s = \frac{\tau_{rotura}}{\tau_{trabajo}} \quad \therefore \rightarrow \quad C_s = \frac{2200}{106} = 20.7$$

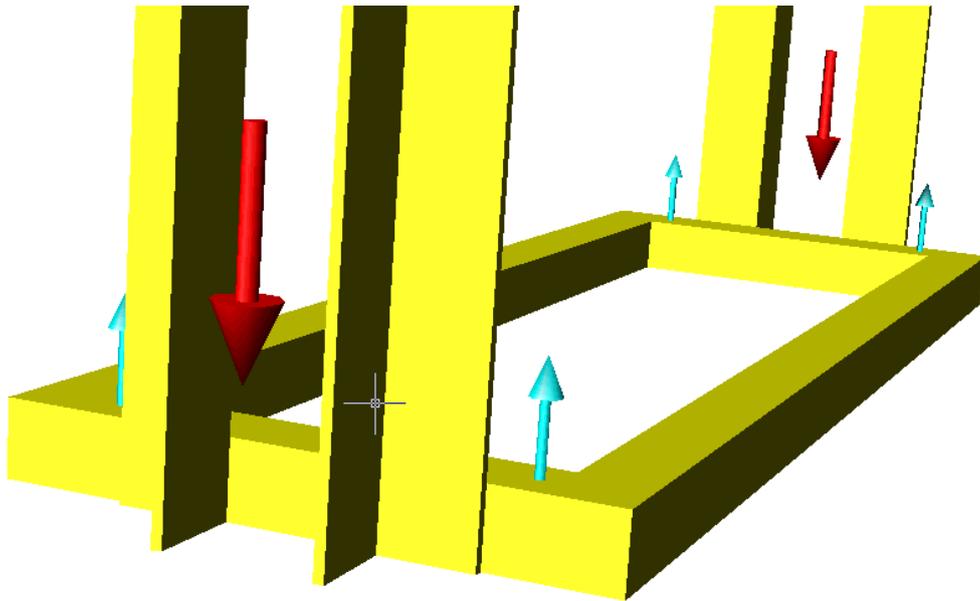
20.7 >>>> 4.1 → Los rebajes aguantan la carga a la cual están solicitados, y además la falla de producirse, sería antes en los tornillos.

3.3.3. PLACAS

Los cálculos estructurales de las placas se reflejan en el apartado 4.3 en donde además de su estudio de carga se tendrán en cuenta los esfuerzos a los que está sometida por la presión del refrigerante.

3.3.4. ESTRUCTURA

3.3.4.1. BASE



En la figura se representan los efectos de los cilindros (flechas grandes) sobre la base, que reacciona con los cuatro tornillos (flechas pequeñas) que soportan el conjunto de placas:

El valor de la acción máxima de los cilindros es de 1800 Kg. cada uno. Las reacciones de las placas se obtienen de las ecuaciones de equilibrio

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

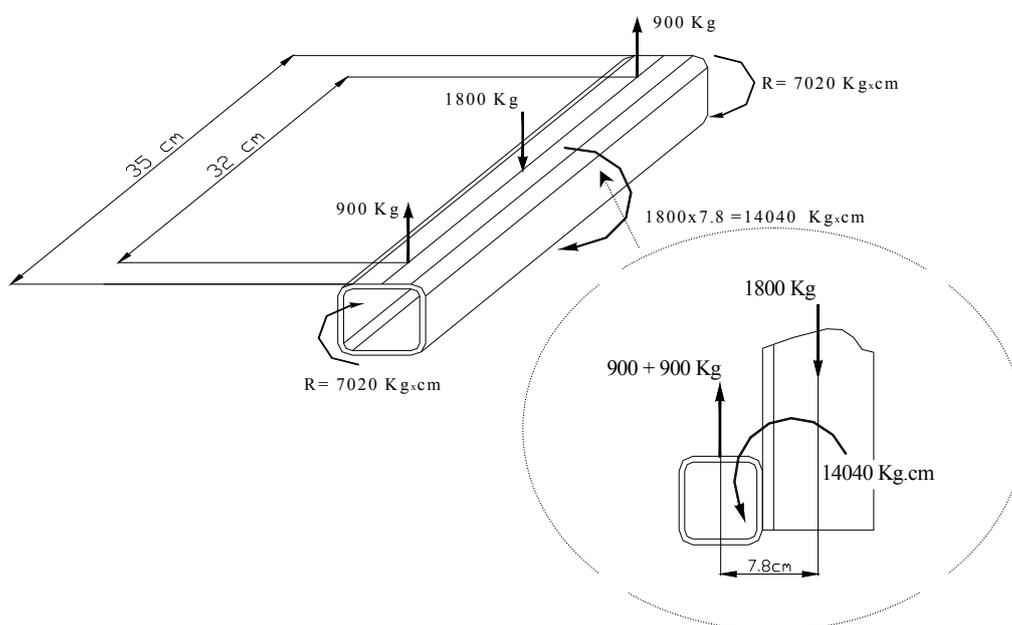
$$\sum F = 0 \quad \sum M_o = 0$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{1800 \times 2}{4} = 900Kg$$

Se estudiará la base dividiéndola en sus dos traveseros, que se comportarán del mismo modo debido a la simetría del conjunto, y a los dos largueros, que se verán afectados por las acciones que los traveseros producen sobre ellos.

3.3.4.1.1. TRAVESEROS

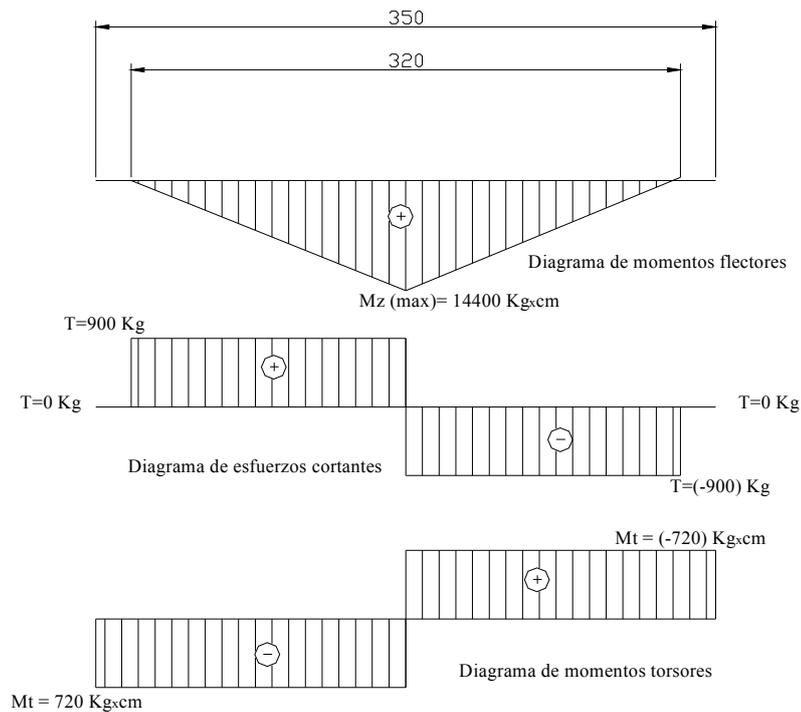
Esquemáticamente las acciones que se producen sobre ellos se pueden representar como:



El valor 14040 Kg*cm sale de efectuar un $\sum Mo=0$, y es la acción que el travesero ejerce ante el par al que está sometido por estar la carga descentrada. En la figura principal, basándose en el principio de superposición, se sustituye la carga descentrada, por una centrada y el par que produce.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los diagramas de momentos, cortantes y torsores quedarán entonces del siguiente modo:



Teniendo en cuenta estos datos; el esfuerzo normal máximo debido a flexión vale:

$$\sigma_{x \max} = \frac{M_z \times y_{\max}}{I_z} = \frac{M_z}{W_z}$$

Para tubo cuadrado estructural de 60x4 $W_z = 14.5 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{x \max} = \frac{14400 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{14.5 \text{ cm}^2} = 993 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

El esfuerzo cortante será la suma del debido a los esfuerzos cortantes y el debido al momento torsor (como se verá más adelante el valor debido a los esfuerzos cortantes será despreciable):

Debido al cortante :

$$\tau_{max} = \frac{900Kg}{8.55cm^2} = 105 Kg/cm^2$$

Area de sección tubo estructural cuadrado de 60x4 = 8.55 cm²

Debido al torsor :

El flujo a traves de una superficie cerrada de pequeño espesor vale :

$$q = \frac{M_t}{2A} \quad y \quad \tau_{max} = \frac{q}{t} \quad \rightarrow \quad \tau_{max} = \frac{M_t}{2At} = \frac{7020}{2 \times 8.55 \times 0.4} = 1206 Kg/cm^2$$

En efecto se observa que el valor de la tensión debida al momento torsor es considerablemente mayor que la debida a los cortantes, de todos modos, y optando siempre por el caso mas desfavorable, se considerará; quedando:

$$\tau_{max} = 1026 + 105 = 1131 Kg/cm^2$$

El esfuerzo principal tomará el valor de:

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau)^2} = \frac{993}{2} + \sqrt{\left(\frac{993}{2}\right)^2 + (1131)^2} = 1730 Kg/cm^2$$

Considerando la suma que es el caso mas desfavorable.

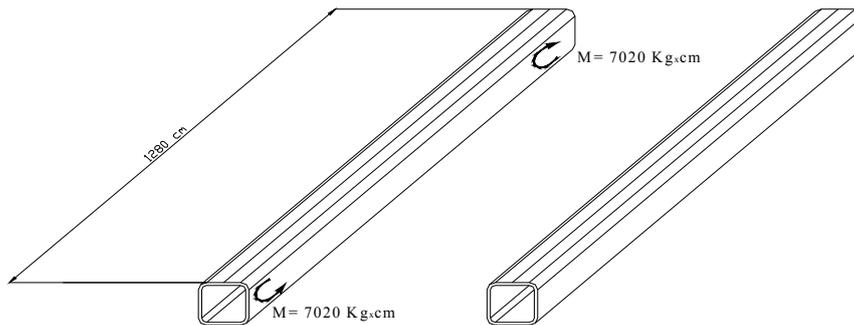
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Que es menor que la tensión de límite elástico. Veamos el coeficiente de seguridad en el caso más desfavorable.

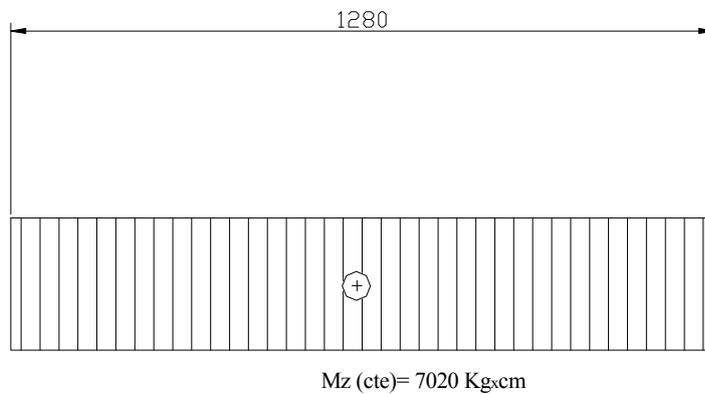
$$\sigma_{adm.} = \sigma_{lim\ elastic.}$$
$$Cs = \frac{\sigma_{adm.}}{\sigma_{trabajo}} \quad \therefore \rightarrow \quad Cs = \frac{2100}{1730} = 1.2$$

3.3.4.1.2. LARGUEROS

Los largueros estarán sometidos a flexión pura, debido al par que le ejercen los dos travesaños.



Debido a la simetría se comportan del mismo modo, por lo tanto se estudiará uno de ellos. El diagrama de momentos queda del siguiente modo

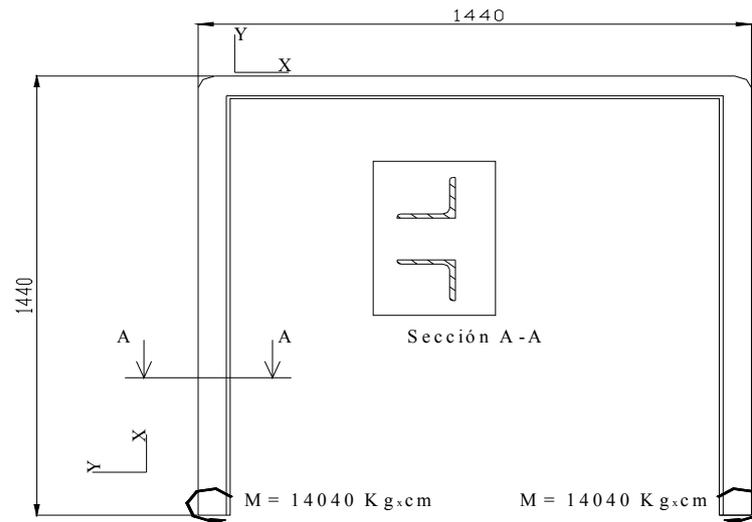


Y la tensión máxima, en las fibras inferiores será:

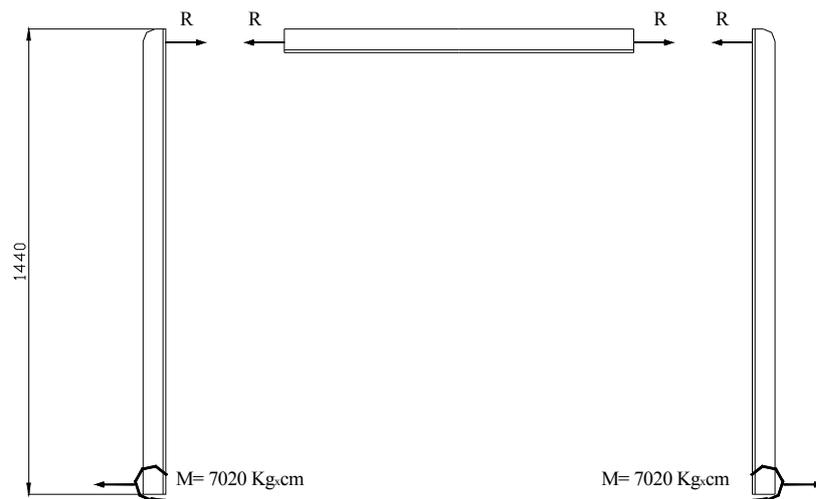
$$\frac{M_z}{W_z} = \frac{7020 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{14.5 \text{ cm}^3} = 485 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow C_s = \frac{2100}{485} = 8.45$$

3.3.4.2. Pórtico

El pórtico, hace de elemento rigidizador de toda la estructura, en condiciones de funcionamiento óptimo, solo sufre en su base el esfuerzo del par.

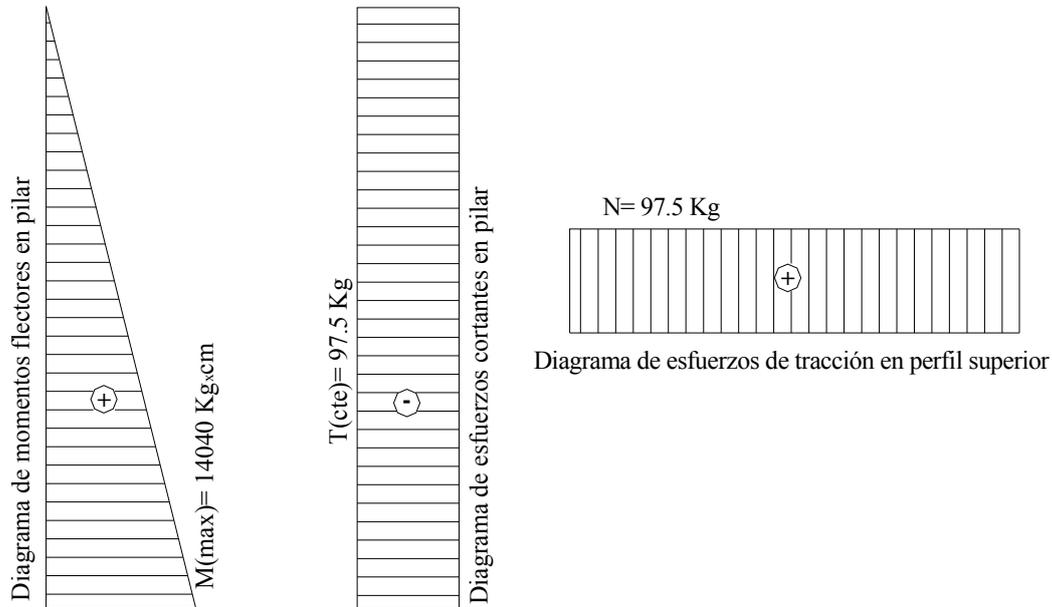


Se estudiarán los elementos cortándolo por la parte superior y teniendo en cuenta que el marco superior actúa solamente a tracción (como un cable):



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los diagramas de esfuerzos para la figura son:



El valor de R vendrá determinado por las ecuaciones de equilibrio;

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow R = \frac{14040 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{144 \text{ cm}} = 97.5 \text{ Kg}$$

sumando momentos con respecto a la base:

Para la sección A-A la inercia, módulo resistente, y área, en el sentido de trabajo, que nos afecta, es equivalente a la suma de los dos perfiles, por lo tanto:

$$W_z = 12.6 \times 2 = 25.2 \text{ cm}^3 \quad \text{Area} = 12.3 \times 2 = 24.6 \text{ cm}^2$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

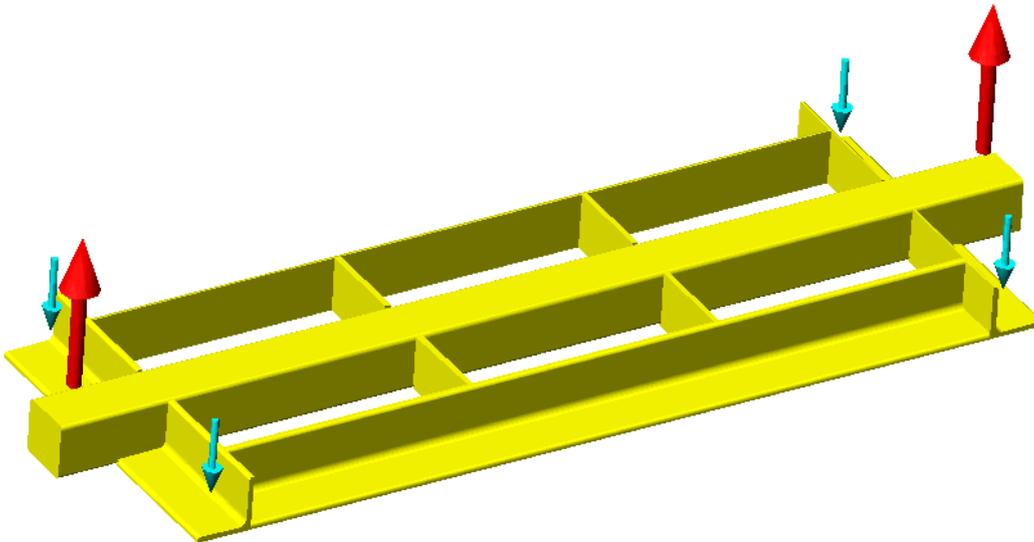
De este modo la máxima tensión en los pilares valdrá:

$$\sigma_{x \max} = \frac{M_z \times y_{\max}}{I_z} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{14040 \text{Kg} \cdot \text{cm}}{25.2 \text{cm}^3} = 557 \text{Kg/cm}^2 \rightarrow Cs = \frac{2100}{557} = 3.77$$

Tanto el esfuerzo cortante, como el normal en el travesero, son despreciables ante la sección considerada.

3.3.4.3. ESTRUCTURA MÓVIL

En la figura se representa de un modo visual el estado de esfuerzos al que está sometida la estructura móvil.



Las flechas mas gruesas, representan la acción de los cilindros, las mas pequeñas la reacción de los tornillos, al igual que en el apartado 3.3.4 se calculan mediante las ecuaciones de equilibrio:

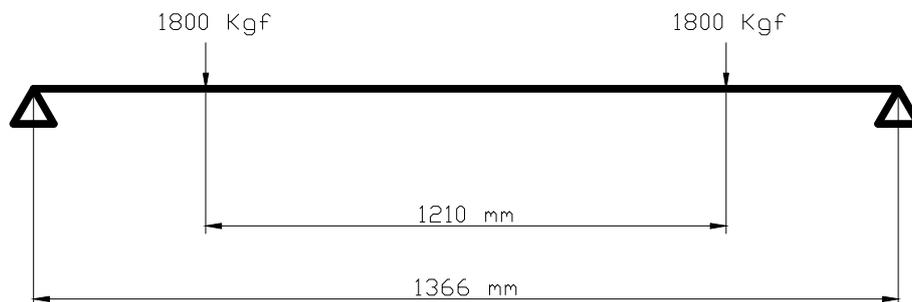
Considerando que la acción de cada uno de los cilindros es de 1800 Kgf.

$$\sum F = 0 \qquad \sum M_o = 0$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{1800 \times 2}{4} = 900 \text{Kg}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Se considerará en los cálculos tal y como se expone en el apartado de la memoria descriptiva 3.3.1.2 estructura móvil, que es la viga central quien tiene que soportar todo el esfuerzo, y la estructura de angulares solamente tiene la misión de transmitírselos, en estas condiciones la viga se puede representar como:



El valor del momento flector máximo y flecha máxima vendrán dados según M.F.

SPOTTIS en "Proyecto de elementos de máquinas" Figura 1.15 por:

$$M_{zmax} = P \times a = 1800 \times 4 = 7200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_{max} = P = 1800 \text{ Kg}$$

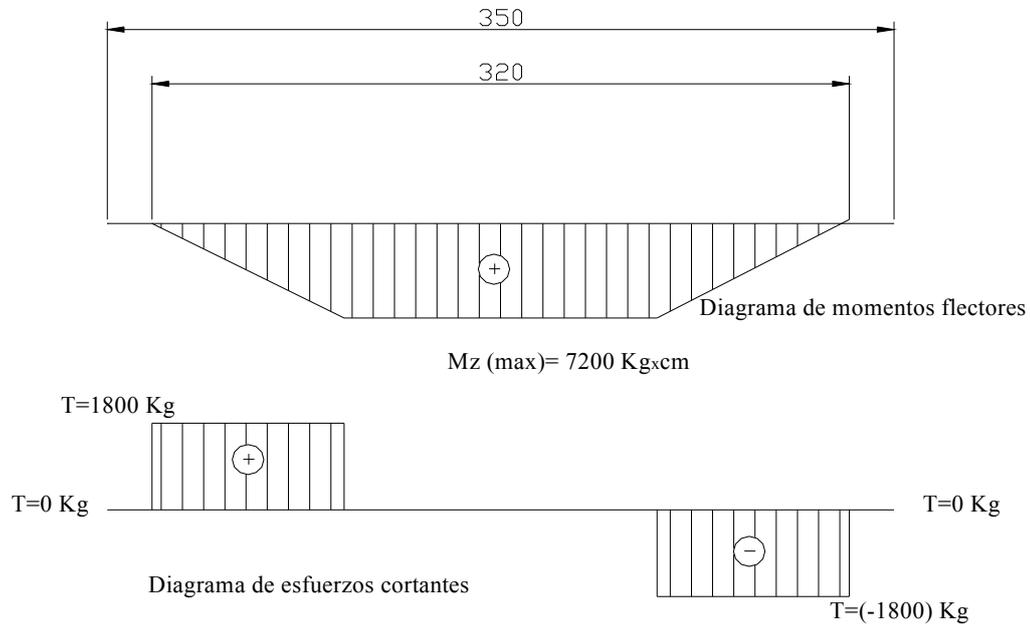
$$y_{max} = \frac{P \cdot a}{24EI} (3l^2 - 4a^2) = \frac{1800 \cdot 4}{24 \cdot 2.1 \times 10^6 \times 149} (3 \cdot 137^2 - 4 \cdot 4^2) = 0.054 \text{ cm} = 0.5 \text{ mm}$$

Los diagramas de esfuerzos son del siguiente modo:

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Analizando los resultados:



El valor máximo de flecha se da en el centro de la viga y es insignificante en los rangos admisibles para este proyecto, además en realidad todavía es menor favorecido por a ayuda que hacen los angulares.

En cuanto a tensión en las fibras debida al momento:

$$\sigma_{x(\max)} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{7200 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{45.8 \text{ cm}^3} = 157.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Debido al cortante:

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

$$\tau_{max} = \frac{T_{max}}{Area} = \frac{1800Kg}{16.8cm^2} = 107.14 Kg/cm^2$$

Combinándolos:

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau)^2} = \frac{157.2}{2} + \sqrt{\left(\frac{157.2}{2}\right)^2 + (107.4)^2} = 211.6 Kg/cm^2$$

Considerando la suma que es el caso mas desfavorable.

El coeficiente de seguridad toma el valor de:

$$\sigma_{adm.} = \sigma_{lim elastic.}$$

$$Cs = \frac{\sigma_{adm.}}{\sigma_{trabajo}} \quad \therefore \rightarrow \quad Cs = \frac{2100}{212} = 9.9$$

Con lo cual la estructura evidentemente es suficientemente segura, y el exceso de material se adopta como válido ya que por cuestiones estéticas se acepta como válido el pequeño sobrecoste por exceso de material.

4. CALCULOS DE ELEMENTOS SOMETIDOS A PRESIÓN.

Los elementos que están sometidos a presión son:

Colector líquido

Placa

Colector de gas

Mangueras, y racores

Las condiciones de diseño son:

Presión de trabajo	25 Kg/cm ²
Presión de prueba=1.5xPres. Trabajo	33 Kg/cm ²
Coeficiente de seguridad (Cs)	1.43
Tensión Admisible en AISI 304 = Tensión limite elástico/Cs	1400 Kg/cm ²
Tensión Adm. en 6060/63 (T5) = Tensión limite elástico/Cs	1130 Kg/cm ²
Conservación del AISI 304 frente al refrigerante y al ambiente	Buena C=1mm
Conservación del 6060/63 frente al refrigerante y al ambiente	Buena C=1mm

Nota: Los valores de tensión admisible están considerados por debajo de lo considerado en la Directiva 97/23/CE para calcular con mayor seguridad.

4.1. COLECTOR DE LÍQUIDO

Según N. Larburu en su "Prontuario de Maquinas" 11ª ed. Pg. 113, o M. Vazquez en "resistencia de Materiales 3ª ed. Pg. 120 el espesor de la chapa en una depósito cilíndrico viene determinada por:

$$e = \frac{P \times d}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C$$

Donde:

P = Presión de diseño

d = diámetro del depósito

σ_{adm} = Tensión máxima admisible

C = Constante del material según su conservación

En el caso de que el fondo sea esférico (como en el caso del colector) la tensión en éste vendrá determinada por:

$$e' = \frac{P \times R}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C$$

Donde:

P = Presión de diseño

R = radio de la esfera

σ_{adm} = Tensión máxima admisible

C = Constante del material según su conservación

El espesor de una placa circular plana sometida a una presión constante vendrá determinada s/Larburu pg.223 por:

Espesor genérico del depósito :

$$e = \frac{P \times d}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e = \frac{33 \times 5.45}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.164 \text{cm} \approx 1.7 \text{mm}$$

Espesor del fondo esférico :

$$e' = \frac{P \times R}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e' = \frac{33 \times 6.03}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.171 \text{cm} \approx 1.7 \text{mm}$$

Espesor de la reducción en el extremo :

$$e = \frac{P \times d}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e = \frac{33 \times 4.31}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.150 \text{cm} \approx 1.5 \text{mm}$$

Espesor de la tapa en el extremo :

$$e = \sqrt{\frac{\varphi \cdot P \cdot r^2}{\sigma_{adm}}} + C \Rightarrow e = \sqrt{\frac{0.75 \cdot 33 \cdot 4.31^2}{1400}} + 0.1 = 0.673 \text{cm} \approx 6.8 \text{mm}$$

Aplicadas al caso del colector de líquido :

$$e = \sqrt{\frac{\varphi \cdot P \cdot r^2}{\sigma_{adm}}}$$

Donde :

φ = Constante que depende del tipo de apoyo, como la chapa que se estudia en el colector está soldada, esta constante tomará el valor de 0.75

P = Presión de diseño en Kg/cm²

r = Radio de la circunferencia en cm

σ_{adm} = Tensión admisible en Kg/cm²

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

El espesor de la chapa del colector es de 2,9 mm, que supera las condiciones expuestas más arriba. La tapa del colector es de 8mm, lo cual también supera las condiciones de diseño.

La soldadura de la parte recta del tubo tanto con el CAP, como con la reducción, son realizadas con penetración total, por lo tanto su espesor es el mismo que el de la chapa mas la cresta del cordón (que no se considera en los cálculos)

La soldadura entre la placa superior del tubo y la placa de 8mm, hay que calcularla.

4.2. COLECTOR DE GAS

Razonando del mismo modo que para el colector de líquido, y con las mismas ecuaciones:

Espesor genérico del depósito :

$$e = \frac{P \times d}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e = \frac{33 \times 8.25}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.197 \text{ cm} \approx 2 \text{ mm}$$

Espesor del fondo esférico :

$$e' = \frac{P \times R}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e' = \frac{33 \times 8.89}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.204 \text{ cm} \approx 2.1 \text{ mm}$$

Espesor de la reducción en el extremo :

$$e = \frac{P \times d}{2} \cdot \frac{1}{\sigma_{adm}} + C \Rightarrow e = \frac{33 \times 4.31}{2} \cdot \frac{1}{1400} + 0.1 = 0.150 \text{ cm} \approx 1.5 \text{ mm}$$

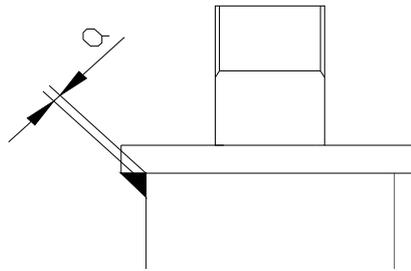
Espesor de la tapa en el extremo :

$$e = \sqrt{\frac{\varphi \cdot P \cdot r^2}{\sigma_{adm}}} + C \Rightarrow e = \sqrt{\frac{0.75 \cdot 33 \cdot 4.31^2}{1400}} + 0.1 = 0.673 \text{ cm} \approx 6.8 \text{ mm}$$

El espesor de la chapa del colector es de 3.2 mm, que supera las condiciones expuestas más arriba. La tapa del colector es de 8mm, lo cual también supera las condiciones de diseño.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Cálculo de la soldadura del colector con la chapa superior:



a = ancho de garganta. Su valor es $0.707 \times$ pata de la soldadura

La resultante de la presión ejercida en el área de la chapa será una carga de valor:

$$F = P \cdot S$$

Siendo P la presión y S el área sobre la cual se ejerce $\rightarrow S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

$$F = 33 \cdot \frac{\pi \cdot 4.31^2}{4} = 481.5 \text{ Kg}$$

Según j.E. shigley en "Diseño en ingeniería mecánica" ecuación (9-3)

La tensión crítica en la soldadura para este caso se determina con :

$$\tau = \frac{F}{0.707 \cdot e \cdot l} = \frac{481.5}{0.707 \times 0.3 \times 30.34} = 75 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Siendo :

F = Carga que ha de soportar la soldadura.

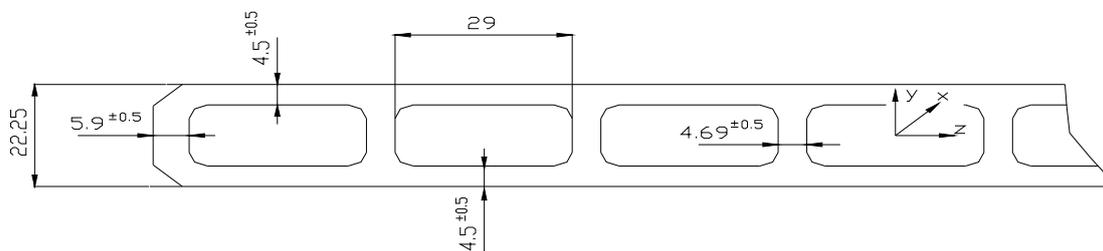
e = Espesor de la chapa, o mejor dicho, la pata de la soldadura. $e = 3 \text{ mm}$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Nota: La disposición del cordón, no es exactamente la que se muestra en la bibliografía; al ser un cordón sólo a solape, los autores indican que en el seno de la soldadura, aparece un momento propiciado precisamente por este solape; sin embargo, en este caso, el hacer un cordón alrededor de todo el tubo anula este par, haciendo que la disposición sea equivalente al de la bibliografía.

4.3. PLACA

La placa está formada por un perfil extruido, que está compuesto por rectángulos huecos de sección, 13x29mm, recubiertos de paredes laterales de 4.69mm de espesor (siendo de 5.9mm las de los extremos) y superior e inferior de 6.5mm .



Nota: Como las cotas tienen tolerancias, se utilizarán los valores mas desfavorables: Mayor sección - menor pared.

Dibujando la sección de la placa en Autocad, se obtienen los siguientes datos:

$$\text{Area en plano IZ} = 42 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ara en plano XY} = 80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Inercia respecto al eje Z} \quad I_z = 61 \text{ cm}^3$$

$$\text{Inercia respecto al eje X} \quad I_x = 69 \text{ cm}^3$$

$$\text{Módulo resistente } W_z = \frac{I_z}{y_{\max}} = \frac{61 \text{ cm}}{1.1 \text{ cm}} = 55 \text{ cm}^3$$

$$\text{Módulo resistente } W_x = \frac{I_x}{y_{\max}} = \frac{69 \text{ cm}}{1.1 \text{ cm}} = 62 \text{ cm}$$

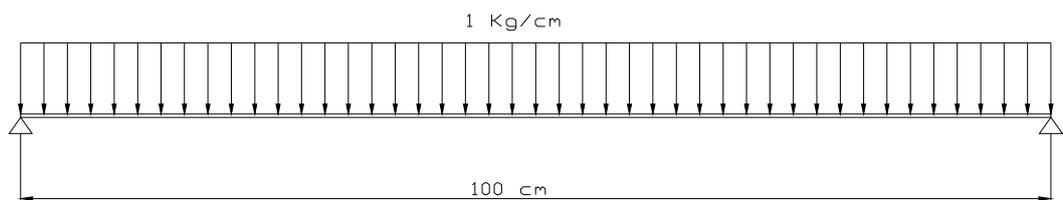
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En el cálculo del área XY, así como de I_x , no se tienen en cuenta los nervios de la placa.

Cada placa estará sometida, además de los esfuerzos producidos por la presión interior, a una carga máxima de 100 Kg. distribuidos en su superficie.

La placa se comporta como una viga apoyada con una carga distribuida.

Sentido longitudinal:

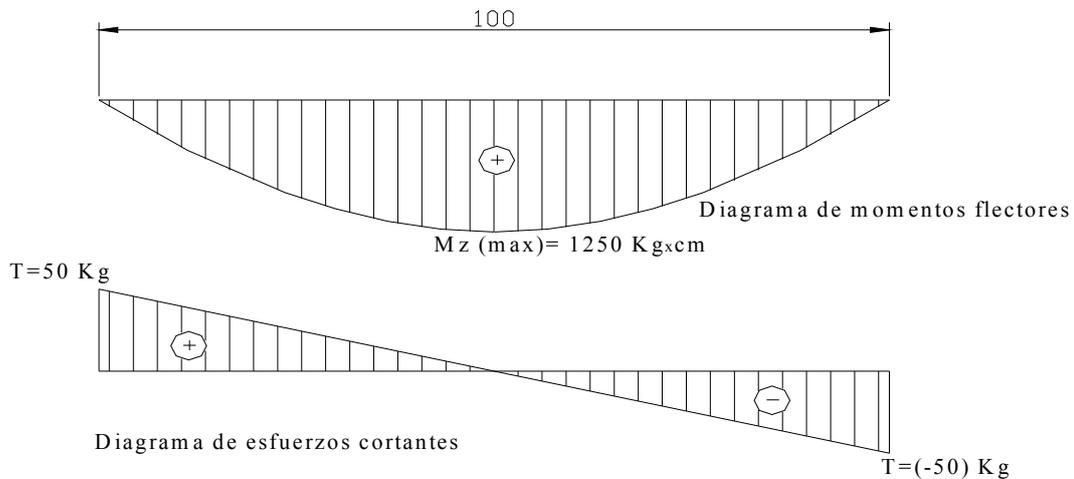


El valor de la carga por centímetro lineal vale:

$$q = \frac{\text{Carga total}}{\text{Longitud total}} = \frac{100\text{Kg}}{100\text{cm}} = 1\text{Kg/cm}$$

Y los diagramas de esfuerzos serán:

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



Diagramas que se obtienen de (pg. 22 spotts)

$$M_{z \max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{1 \cdot 100^2}{8} = 1250 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$T_{\max} = \frac{ql}{2} = \frac{1 \cdot 100}{2} = 50 \text{ Kg}$$

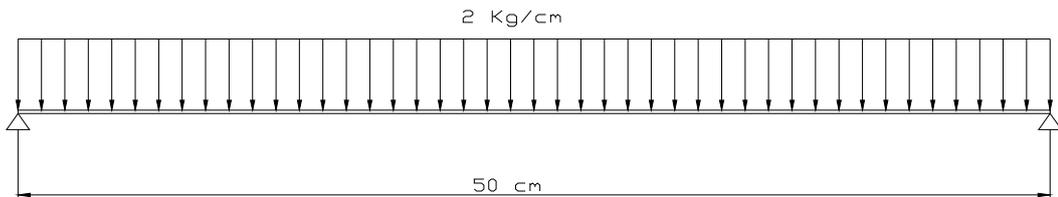
Los valores de tensión máxima en las placas serán:

$$\sigma_{x \max} = \frac{M_z \times y_{\max}}{I_z} = \frac{M_z}{W_z} \rightarrow \sigma_{x \max} = \frac{1250 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{55 \text{ cm}} = 22.7 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{A} \rightarrow \tau_{\max} = \frac{50 \text{ Kg}}{42 \text{ cm}^2} = 1.2 \text{ Kg}/\text{cm}^2 \text{ (DESPRECIABLE)}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

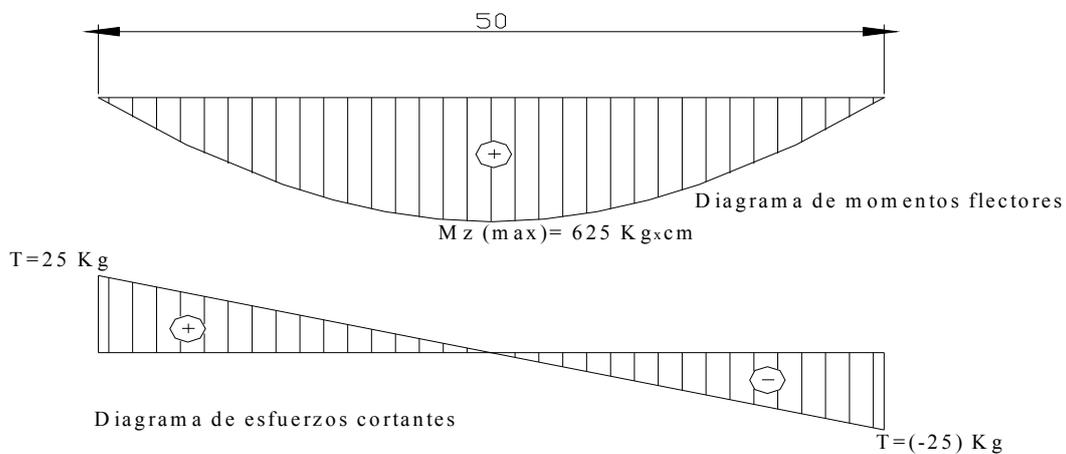
Sentido transversal:



El valor de la carga por centímetro lineal vale:

$$q = \frac{\text{Carga total}}{\text{Longitud total}} = \frac{100 \text{ Kg}}{50 \text{ cm}} = 2 \text{ Kg/cm}^2$$

Y los diagramas de esfuerzos serán:



$$M_{z_{\text{max}}} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{2 \cdot 50^2}{8} = 625 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$T_{\text{max}} = \frac{ql}{2} = \frac{1 \cdot 50}{2} = 25 \text{ Kg}$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

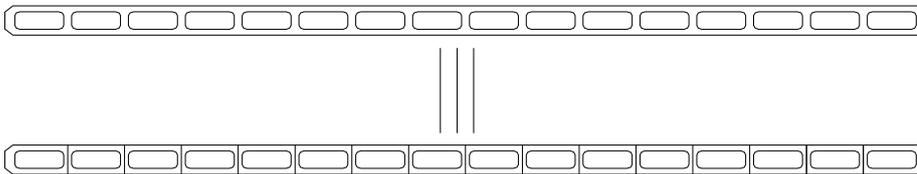
Los valores de tensión máxima en las placas serán:

$$\sigma_{x\max} = \frac{M_z \times y_{\max}}{I_z} = \frac{M_z}{W_z} \rightarrow \sigma_{x\max} = \frac{625 \text{Kg} \cdot \text{cm}}{62 \text{cm}} = 10.08 \text{Kg/cm}^2$$

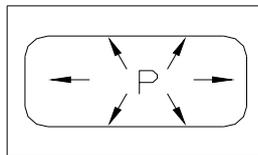
$$\tau_{\max} = \frac{T_{\max}}{A} \rightarrow \tau_{\max} = \frac{25 \text{Kg}}{80 \text{cm}^2} = 0.31 \text{Kg/cm}^2 \text{ (DESPRECIABLE)}$$

Estudio de las diferentes secciones de la placa al estar sometida a la presión interior:

Se partirá de una hipótesis simplificadora: Cada celda de la placa, se tratará como si fuese un recipiente a presión independiente, unidos unos a otros por la parte nervada.



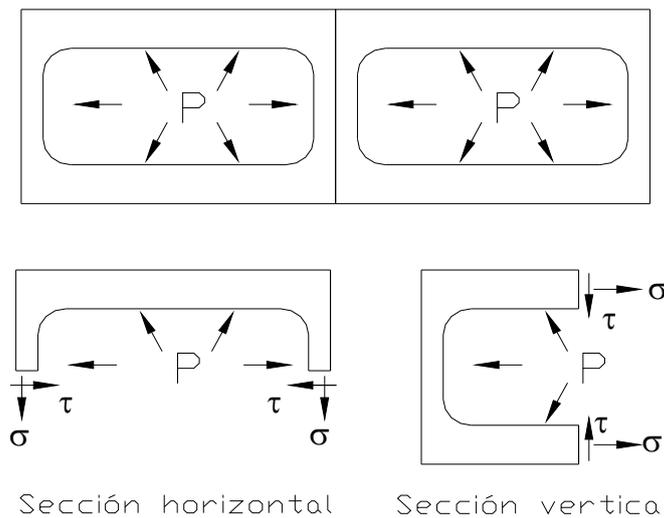
Cada depósito estará sometido a la presión



El estudio de la placa, no se puede hacer considerando que es un depósito cilíndrico de paredes delgadas, ya que la sección de sus paredes es considerable frente a la sección de volumen, estarán sometidas por lo tanto, a un esfuerzo

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

cortante y a un esfuerzo normal de tracción, que se va a considerar homogéneo a lo largo de la sección.



En realidad, como se aprecia en la figura, el efecto de la presión entre celda y celda, anula, el cortante, quedando solamente los extremos sometidos al esfuerzo cortante; se estudiará la celda tipo, de todos modos, ya que las del extremo quedan albergadas en esta tipología. La hipótesis es conservadora, ya que el espesor de pared que se va a considerar es de 2mm mientras que en los extremos se tiene un espesor de 5.9mm.

Estudio de la sección horizontal:

$$\sigma = \frac{\text{Fuerza en toda la superficie}}{\text{Sección resistente}} = \frac{P \cdot S_1}{s_1}$$

$$\tau = \frac{\text{Fuerza en toda la superficie}}{\text{Sección resistente}} = \frac{P \cdot S_2}{s_1}$$

Siendo :

$$P = \text{Presión de diseño } 33 \text{Kg/cm}^2$$

S = Superficie sobre la que actúa la presión :

$$S_1 = \text{Ancho} \cdot \text{Long} = 2.9 \times 100 = 290 \text{cm}^2$$

$$S_2 = \text{Ancho} \cdot \text{Long} = 0.8 \times 100 = 80 \text{cm}^2$$

$$s_1 = \text{Superficie resistente} \quad s = 2 \cdot \text{espesor} \cdot \text{long.} = 2 \times 0.2 \times 100 = 40 \text{cm}^2$$

$$\sigma = \frac{33 \cdot 290}{20} = 478.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{33 \cdot 80}{20} = 132 \text{ Kg/cm}^2$$

El esfuerzo principal tomará el valor de :

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau)^2} = \frac{478.5}{2} + \sqrt{\left(\frac{478.5}{2}\right)^2 + (132)^2} = 521 \text{ Kg/cm}^2$$

Considerando la suma que es el caso mas desfavorable.

Aplicando tanto el criterio de cortadura máxima, como el de esfuerzo principal máximo la tensión queda en todo caso fuera de límites peligrosos:

$$C_S = \frac{\sigma_{\text{lim.elastico}}}{\sigma_{\text{max.de.trabajo}}} = \frac{1700}{521} = 3.2 \text{ (Aplicando el criterio de esfuerzo principal máximo)}$$

$$C_S = \frac{\tau_{\text{adm}} (= 0.5 \times \sigma_{\text{lim.elastico}})}{\tau_{\text{max.de.trabajo}}} = \frac{850}{132} = 6 \text{ (Aplicando el criterio de cortadura máxima)}$$

$$\sigma = \frac{\text{Fuerza en toda la superficie}}{\text{Sección resistente}} = \frac{P \cdot S_1}{s_1}$$

$$\tau = \frac{\text{Fuerza en toda la superficie}}{\text{Sección resistente}} = \frac{P \cdot S_2}{s_1}$$

Siendo :

P = Presión de diseño 33Kg/cm^2

S = Superficie sobre la que actúa la presión :

$$S_1 = \text{Ancho} \cdot \text{Long} = 0.8 \times 100 = 80 \text{cm}^2$$

$$S_2 = \text{Ancho} \cdot \text{Long} = 2.9 \times 100 = 290 \text{cm}^2$$

$$s_1 = \text{Superficie resistente} \quad s = 4 \cdot \text{espesor} \cdot \text{long.} = 4 \times 0.2 \times 100 = 80 \text{cm}^2$$

$$\sigma = \frac{33 \cdot 80}{80} = 33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{33 \cdot 290}{80} = 119.6 \text{ Kg/cm}^2$$

Estudio de la sección vertical (según figura):

El esfuerzo principal tomará el valor de :

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x}{2}\right)^2 + (\tau)^2} = \frac{33}{2} + \sqrt{\left(\frac{33}{2}\right)^2 + (119.6)^2} = 137.2 \text{ Kg/cm}^2$$

Considerando la suma que es el caso más desfavorable.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Aplicando tanto el criterio de cortadura máxima, como el de esfuerzo principal máximo la tensión queda en todo caso fuera de límites peligrosos:

$$C_S = \frac{\sigma_{lim.elastico}}{\sigma_{max.de.trabajo}} = \frac{1700}{137.2} = 12.4 \text{ (Aplicando el criterio de esfuerzo principal máximo)}$$

$$C_S = \frac{\tau_{adn} (= 0.5 \times \sigma_{lim.elastico})}{\tau_{max.de.trabajo}} = \frac{850}{119.6} = 7.1 \text{ (Aplicando el criterio de cortadura máxima)}$$

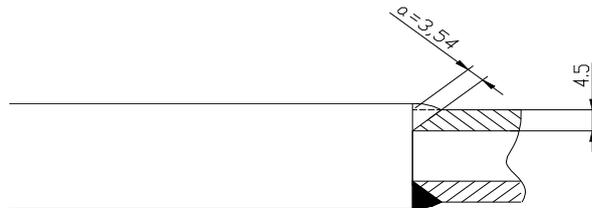
Los coeficientes de seguridad expuestos más arriba, son teniendo en cuenta el efecto único de la presión; no se considera necesarios estudiar los coeficientes de seguridad considerando las acciones combinadas de carga y presión ya que trabajando con valores tan amplios en los coeficientes obtenidos, los valores de los esfuerzos calculados en el caso de carga son insignificantes y no alterarán de forma apreciable los resultados.

En los cálculos desarrollados anteriormente se ha supuesto que la placa es una superficie cerrada por en sus cuatro extremos, en realidad el cierre en las cabezas viene efectuado por los testers, que irán soldados, haciéndose por lo tanto necesario proceder al cálculo de la soldadura.

El esfuerzo que deberá aguantar la soldadura es el que producen las cargas (que sería un cortante ,el cual, ya hemos considerado despreciable) y el

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

de la presión, que actúa centrada haciendo que la soldadura trabaje como que una unión a tope a tracción.



En estas condiciones según Shigley (Diseño en ing. Mec. 4ª ed. En español ec. 9-1).

$$\sigma = \frac{F}{hl}$$

Siendo.

F = Esfuerzo que tiene que soportar la soldadura

$$F = \text{Presión} \times \text{Superficie} = 33 \text{Kg/cm}^2 \times (50 \cdot 1.9) \text{cm}^2 = 3135 \text{Kg}$$

h = Altura de la unión (que coincide con el espesor de la placa en este caso)

l = Longitud de la soldadura

$$\sigma = \frac{3135}{0.4 \times 100} = 78.3 \text{Kg/cm}^2 \quad \rightarrow \quad C_s = \frac{\sigma_{\text{lim.elastico}}}{\sigma_{\text{max.de.trabajo}}} = \frac{1700}{78} = 21.7$$

5. CÁLCULOS TERMODINÁMICOS.

5.1. CONSIDERACIÓN PREVIA

Aunque en los cálculos estructurales, se ha diseñado el congelador para una carga máxima de 100 Kg admisible por estación, en realidad la capacidad teniendo en cuenta una superficie aprovechable de placa de 1000x500 mm y con una apertura de 70mm, es de 35 litros por estación, que multiplicado por 14 estaciones de un total de 490 litros.

5.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA MÁXIMA QUE DISIPA EL EVAPORADOR

El objetivo es estudiar las características físicas y termodinámicas del evaporador (potencia, coeficiente de transmisión de calor ...), para saber cual es la cantidad máxima de calorías que es capaz de evacuar en un tiempo determinado.

La formula general que se utilizará es:

$$Q^* = U \cdot Ae \cdot \Delta Tm \lg$$

Siendo :

Q^* = Potencia del evaporador

U = Coeficiente global de transmisión de calor

Ae = Área exterior del evaporador

$\Delta Tm \lg$ = Variación de temperatura media logarítmica.

En principio, se calculará el flujo máximo para una placa, y al final se aplicará a las 14 estaciones (15 placas).

Cálculo de ΔT_{mlg}

Se utiliza para calcular la diferencia media de temperaturas entre el foco frío y el foco caliente.

Si llamamos T_e a la temperatura de ebullición del fluido frigorífico, T_1 a la temperatura del producto a congelar, y T_2 a la temperatura de salida del producto, tendremos:

$$\Delta T_{mlg} = \frac{T_1 - T_e - (T_2 - T_e)}{\ln \frac{T_1 - T_e}{T_2 - T_e}}$$

Siendo :

$$T_1 = 20^\circ \text{C (Estimados)}$$

$$T_1 = -25^\circ \text{C (Estimados)}$$

$$T_1 = -40^\circ \text{C (Estimados)}$$

Considerando estos datos medios estimados

$$\Delta T_{mlg} = \frac{20 - (-40) - (-25 - (-40))}{\ln \frac{20 - (-40)}{-25 - (-40)}} = 11,25^\circ \text{C}$$

Cálculo de U

U es el coeficiente global de transmisión de calor, se define a partir de la suma de resistencias térmicas:

$$\frac{1}{Ae \cdot U} = \frac{1}{Ai \cdot hi} + \frac{1}{Am \cdot K} + \frac{1}{Ae \cdot K_{esc}}; \text{ donde}$$

$\frac{1}{Ae \cdot U}$ Es la resistencia total, siendo Ae el área exterior

$\frac{1}{Ai \cdot hi}$ Es la resistencia debida a la convección - ebullición siendo Ai el área interior.

$\frac{1}{Am \cdot K}$ Es la resistencia de la pared metálica siendo e el espesore de la pared de la propia placa, Am es el área media y K la conductividad d la pared.

$\frac{1}{Ae \cdot K_{esc}}$ Es la resistencia debida a la escarcha que se produce en las placas por la humedad del aire.

Se supone que no hay escarcha en las partes de las placas que están en contacto directo con el producto, aunque si la hay en las zonas de las placas que están en contacto con el aire, pero la formación de esta escarcha no influiría en los cálculos, (es más importante en el caso de congeladores tipo doméstico o similares, en donde el aire es el que tiene que ser enfriado para transmitir por conducción) de todos modos para estar seguros en el cálculo, se considerará una capa de escarcha de 2 mm de espesor en las dos caras de cada placa.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

La resistencia que va a crear esta escarcha puede sustituir la resistencia que creará un pequeño plástico de embalaje, la pequeña película de impurezas que se pueda crear, u otros factores de mínima consideración.

Se desprecia la resistencia que produce la fina capa de aceite que se deposita forma en el interior de las placas ya que la resistencia térmica que aporta éste es despreciable frente a la resistencia total.

Cálculo de $\frac{e}{Am \cdot K}$

Datos :

$$e = 0.006\text{m}$$

$A_i = 1\text{m}$, en realidad 0.93 m^2 , pero se redondea para facilitar operaciones.

$$K_{\text{alum } 6063} = 236 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$$

$$Am = \frac{A_i + A_e}{2} = \frac{1+1}{2} = 1\text{m}^2$$

$$\frac{e}{Am \cdot K} = \frac{0.06}{1 \cdot 236} = 2.54 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ K/W$$

$$\text{Cálculode } \frac{1}{A_i \cdot h_i}$$

h_i es el coeficiente de convección-ebullición del refrigerante en el momento que pasa por el evaporador. Desde que entra hasta que está cerca del final del evaporador, el flujo de refrigerante existe en fase líquida y gaseosa, cuanto más avanza por el evaporador más porcentaje hay de gas, y cerca del final está totalmente en fase gaseosa.

Hay varios métodos para calcular este coeficiente. Uno de los más valorados es el *método de Chen*, que determina el coeficiente de transmisión de calor correspondiente al flujo bifásico a partir de:

$$h_{bf} = h_l + h_{ee} \quad \text{donde :}$$

h_l es un coeficiente de convección en fase líquida

h_{ee} es un coeficiente de ebullición estática

El coeficiente h_l se calcula a partir de :

$$h_l = \frac{Nu \cdot K_l}{D_i}$$

Siendo

K_l = Conductividad del líquido

D_i = Diámetro interior de los tubos del evaporador.

$$Nu = 0.023 Re_l^{0.8} \cdot Pr_l^{0.4} \cdot F$$

Para obtener Nu se utilizará :

$$Nu = \frac{h_l \cdot D_i}{K_l}$$

Siendo : K_l La conductividad del líquido.

D_i El diámetro interior de los tubos del evaporador.

La F que aparece en la expresión es un factor que depende del parámetro de Martinelli, X_{tt}

$$X_{tt} = \left(\frac{1-x}{x} \right)^{0.9} \cdot \left(\frac{\rho_v}{\rho_l} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\mu_v}{\mu_l} \right)^{0.5}$$

x = Es el título del vapor.

ρ_v = Densidad de refrigerante en estado vapor

ρ_l = Densidad de refrigerante en estado líquido

μ_l = Coeficiente de viscosidad del líquido

μ_v = Coeficiente de viscosidad del vapor

Si $1/X_{tt} < 0.1$ entonces $F=1$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Si $1/X_{tt} > 0.1$ entonces $F=2.35*(1/X_{tt}+0.213)^{0.736}$

El coeficiente h_{ee} se determina a partir de:

$$h_{ee} = 0.00122 \frac{k_l^{0.79} \cdot C_{pl}^{0.45} \cdot p_l^{0.49} \cdot \Delta t^{0.24} \cdot \Delta p^{0.75} \cdot S}{\sigma^{0.5} \cdot \mu_l^{0.29} \cdot h_{fg}^{0.24} \cdot p_v^{0.24}}$$

Donde:

$\Delta t = T_w - T_s$, \rightarrow siendo T_w la temperatura de la pared interior y T_s la temperatura de saturación,

Δp \rightarrow es la variación de presión de saturación correspondiente a la variación de temperatura anterior.

σ \rightarrow es el coeficiente de tensión superficial de las burbujas del refrigerante en ebullición

h_{fg} \rightarrow es el calor latente de la temperatura T_s

C_{pl} \rightarrow calor específico del líquido

S \rightarrow es un factor corrector que se obtiene como sigue. En primer lugar se calcula un número de Reynolds modificado, Re' a partir de:

$$Re' = \frac{G \cdot (1-x) \cdot Di \cdot F^{1.25} \cdot 10^{-4}}{\mu_l}$$

Donde G es el flujo másico del refrigerante.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Si $Re' < 32.5$: \rightarrow

$$S = \frac{1}{1 + 0.12 Re'^{1.14}};$$

Si $32.5 < Re' < 70$: \rightarrow

$$S = \frac{1}{1 + 0.42 Re'^{0.78}};$$

Si $Re' > 70$: \rightarrow

$$S = 0.1$$

Comenzamos calculando X_{tt} , según las tablas del refrigerante R404A (sustituto del R22)

$$\rho_l = 1048 \text{ kg/m}^3 (25^\circ \text{C})$$

$$\rho_v = 18.196 \text{ Kg/m}^3 (-15^\circ \text{C})$$

$$\mu_l = 1.28 \cdot 10^{-4} (25^\circ \text{C})$$

$$\mu_v = 1.22 \cdot 10^{-5} (25^\circ \text{C})$$

$x = 0.5$ ya que es el título medio del refrigerante, y así hallamos una media, por tanto

$$X_{tt} = \left(\frac{1-x}{x} \right)^{0.9} \cdot \left(\frac{P_v}{P_l} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{\mu_l}{\mu_v} \right)^{0.1} = \left(\frac{1-0.5}{0.5} \right)^{0.9} \cdot \left(\frac{18.196}{1048} \right)^{0.5} \cdot \left(\frac{1.28 \cdot 10^{-4}}{1.22 \cdot 10^{-5}} \right)^{0.1} = 0.17;$$

$$1/X_{tt} = 5.88 > 0.1; \text{ por lo que } F = 2.35 \cdot (1/X_{tt} + 0.213)^{0.736};$$

$$F = 2.35 \cdot (5.88 + 0.213)^{0.736} = 3.78$$

Ahora calculamos el N° de Reynolds para la fase líquida:

$$Re_l = \frac{G \cdot (1-x) \cdot Di}{\mu_l};$$

Donde G suponemos que vale $100 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{s}$ ya que no se puede calcular a priori, y este es un valor muy aproximado.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Di es el diámetro interior de los tubos del evaporador, como en nuestro caso la sección de paso del refrigerante es rectangular, hay que hacer una conversión circular:

$$\text{Area de perfil de paso rectangular} = 28.8 \times 12 = 345.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Area círculo} = \pi \cdot r^2$$

$$345.6 = \pi \cdot r^2; r = 10.48 \text{ mm}; Di = 20.9 \text{ mm}$$

Por tanto

$$Re_l = \frac{100 \cdot (1 - 0.5) \cdot 0.0209}{1.28 \cdot 10^{-4}} = 8164.06;$$

De las tablas $P_{rl} = 4$; por lo que

$$Nu = 0.023 \cdot 8164.06^{0.8} \cdot 4^{0.4} \cdot 3.78 = 204, \text{ y}$$

$$h_l = \frac{Nu \cdot Kl}{Di} = \frac{204 \cdot 0.1198}{0.0209} = 1169.34$$

Ahora vamos a desarrollar los pasos previos para calcular h_{ee} :

$$Re' = \frac{G \cdot (1 - x) \cdot Di \cdot F^{1.25} \cdot 10^{-4}}{\mu_l} = \frac{100 \cdot 0.5 \cdot 3.78^{1.25} \cdot 0.0209 \cdot 10^{-4}}{1.28 \cdot 10^{-4}} = 4.3; 4.3 < 12 \text{ por lo que}$$

$$S = \frac{1}{1 + 0.12 \cdot Re'^{1.14}} = \frac{1}{1 + 0.12 \cdot 4.3^{1.14}} = 0.61;$$

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

$$\Delta T = T_w - T_s$$

$$T_s = -40^\circ\text{C}$$

$$T_w = -37^\circ\text{C}; \text{ por tanto}$$

$$\Delta T = 3^\circ\text{C}; \text{ que le corresponde una } \Delta P = 0.156 \text{ bar}$$

C_{pl} es el calor específico a presión constante de la fase líquida = 1500 J/Kg · K

h_{fg} es el calor latente h_i = de evaporación.

$$h_{ee} = 0.00122 \frac{k_l^{0.79} \cdot C_{pl}^{0.45} \cdot \rho_l^{0.49} \cdot \Delta t^{0.24} \cdot \Delta p^{0.75} \cdot S}{\sigma^{0.5} \cdot \mu_l^{0.29} \cdot h_{fg}^{0.24} \cdot \rho_v^{0.24}} =$$
$$= 0.00122 \frac{0.1198^{0.79} \cdot 1500^{0.45} \cdot 1048^{0.49} \cdot 3^{0.24} (0.156 \cdot 10^5)^{0.75} \cdot 0.3}{0.01832^{0.5} \cdot (1.28 \cdot 10^{-4})^{0.29} \cdot 202.1^{0.24} \cdot 18.196^{0.24}} = 5837.47$$

$$h_{BF} = h_l + h_{ee} = 1169.34 + 5837.47 = 7006.8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Ya tenemos todos los datos para calcular $\frac{1}{A_i \cdot h_i}$

$$\frac{1}{A_i \cdot h_i} = \frac{1}{1 \cdot 7006.8} = 1.427 \cdot 10^{-4} \text{ K/w}$$

- Cálculo de $\frac{e}{Ae \cdot K_{esc}}$:

$$e = 0.002\text{m}$$

$$Ae = 1\text{m}^2$$

$$K_{escarcha} = 0.552 \text{ W/mK}$$

$$\frac{e}{Ae \cdot K_{esc}} = \frac{0.002}{1 \cdot 0.552} = 3.62 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$$

Ahora calculamos directamente el cociente $\frac{1}{Ae \cdot U}$,

como suma de las resistencias térmicas parciales:

$$\frac{1}{Ae \cdot U} = \frac{1}{Ai \cdot hi} + \frac{e}{Am \cdot K} + \frac{e}{Ae \cdot K_{esc}} = 1.47 \cdot 10^{-4} + 2.54 \cdot 10^{-5} + 3.62 \cdot 10^{-3} = 3.8 \cdot 10^{-3} \text{ K/W};$$

por tanto :

$$Ae \cdot U = 263.7 \text{ W/K}$$

CALCULO DE POTENCIA DEL EVAPORADOR

$$Q^* = U \cdot Ae \cdot \Delta T_{mlg} = 263.7 \cdot 11.25 = 2967\text{W}; \text{ que son } 4 \text{ C.V./estación};$$

Se estima un 10% de pérdidas por caídas de presión, así que finalmente el resultado será:

$$2967\text{W} - (10\%) = 2670 \text{ W} = 2.67 \text{ kW} \times 14 \text{ est.} = 37 \text{ kW} = 50 \text{ C.V.}$$

Evaporando a -40°C , con una temperatura de entrada del producto de 20°C y salida de 25°C . E valor de esta potencia es representativo para ejercer comparación con otros evaporadores en las mismas condiciones, ya que será

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

diferente en función de las condiciones tanto de evaporación como de entrada y salida del producto.

David Franco Mata

Padrón 14 de abril de 2016

1. Objeto

Esta instrucción técnica describe el proceso a seguir para las mangueras de frío de los armarios congeladores de placas y comprobar la estanqueidad tanto de las mangueras como de todo el armario congelador.

2. Herramientas y Materiales a emplear

Llave inglesa grande o dispositivo preparado a tal efecto.

Llave plana adecuada al hexágono de la tuerca loca de la manguera.

Llave para tubos.

Llave de paso.

Manómetro calibrado

Pasta antigripaje del tipo MOLYCOTE 7439.

3. Montaje de las mangueras

Una vez desembaladas las mangueras, se limpian por fuera y soplan por dentro con aire a presión, asegurándose de que queden perfectamente limpias y no contengan cuerpos extraños en su interior.

Luego se aplica el antigripaje en los ovalillos (parte cónica) del extremo del manguito que va roscado a la placa, cubriendo toda la cabeza y teniendo cuidado de que no penetre en el interior del circuito.



A continuación, se roscan a mano las tuercas locas de la manguera hasta su aproximación, un extremo al manguito de la placa y el extremo opuesto al colector.





El extremo curvo de la manguera, que va al manguito de la placa, se sujeta por el codo con una llave inglesa. Éste debe sujetarse firmemente y girado 5° ó 10°, en sentido contrario al de apriete, respecto a su posición definitiva, en la que se posicionará él solo una vez eliminada la tensión que le supone la llave.



El extremo de la manguera que va contra el colector, se sujeta por la zona rígida con la llave de tubos, apretándose la tuerca con la llave plana correspondiente, no dejando girar el ovalillo para asegurar así un buen apriete.

4. Prueba de presión

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

Una vez montadas todas las mangueras, se conecta el armario a un circuito de aire por uno de los colectores para efectuar la prueba de presión. En el otro colector se instala una llave de paso que evite que salga el aire y permita drenarlo del circuito al final de la prueba.

La prueba se realiza a 30 bar con aire, presión que deberá permanecer constante hasta la finalización de la prueba, la cual se puede realizar bien por inmersión, bien por exposición a agua jabonosa.

Cuando la prueba sea efectuada por primera vez, o a un número considerable de mangueras, se empleará el método de inmersión. En cambio, si se quieren comprobar mangueras después de sustituciones, o cuando el número de mangueras a comprobar sea reducido se aconseja el método de exposición a agua jabonosa.

Prueba de presión por inmersión

Se sumerge el congelador en su totalidad en un recipiente con agua. Una vez sumergido, se balancea para quitar las burbujas que queden en el



exterior, moviendo también las mangueras de considerarse necesario. Desde el momento que dejan de burbujear las mangueras la duración de la prueba es de unas cuatro horas aproximadamente, no pudiendo salir ninguna burbuja, para poder asegurar así su perfecta estanqueidad. Este es el método más eficaz de los propuestos.

Prueba de presión por exposición a agua jabonosa

Una vez el armario ha estado sometido a 30 bar durante media hora, se pulveriza agua jabonosa sobre las mangueras y todo tipo de uniones del circuito de frío.



Por inspección visual, la cual ha de ser extremadamente cuidadosa, se comprobará que no se produce burbujeo alguno en el circuito.

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

1. Objeto

Esta instrucción técnica describe el proceso a seguir para la limpieza de placas de los armarios congeladores de placas y así evitar los daños ocasionados a mangueras, filtros, compresor etc... por posibles partículas o virutas del mecanizado y montaje de las mismas.

2. Herramientas a emplear

Juego de limas.

Rotalit.

Fresa para rutilo.

Rebarbadora pequeña.

Disco de lamas de lija.

Manguera con soplador.

3. Repasado

Una vez finalizado el mecanizado en la mandrinadora se realiza la eliminación de las rebabas que pudieran quedar, haciendo uso primeramente del rotalit y la fresa. A continuación con las limas se retocan los cantos vivos que pudieran quedar así como las rebabas donde el rotalit no pudiera llegar. El contorno exterior de la placa podremos matarle la arista haciendo uso de la rebarbadora con el disco de lamas de lija.

Nota importante:

Asegurarse de no dejar ninguna rebaba.

4. Soplado

Una vez terminado el repasado se sopla la placa con aire comprimido, prestando atención al soplado del circuito interior o laberinto. Dejando así el mismo exento de virutas o partículas de aluminio. A continuación tendremos mucho cuidado en el almacenamiento, ya que podría entrar suciedad en el interior de la placa. Para evitar eso cubriremos las placas con un plástico o similar.

Esta operación será realizada de nuevo una vez terminados de soldar los testers a la placa. Insistiendo en el soplado del interior de la placa.

1. Objeto

Esta instrucción técnica describe el proceso a seguir en la fase de soldeo de los colectores. Evitando así la disminución de la longitud y la curvatura de los mismos tras las deformaciones ejercidas por la soldadura.

2. Herramientas a emplear

Util apropiado.

Llave inglesa.

3. Colocacion en el útil

Se asienta el útil en una superficie plana y estable. Se coloca el colector en el útil dejando los manguitos en la parte superior. Luego con la llave inglesa se aprietan los tornillos "A" de la figura, curvando así el tubo con sentido negativo a las contracciones de soldadura y evitando las posibles fisuras en las soldaduras a la hora de enderezar el colector.

PLANOS

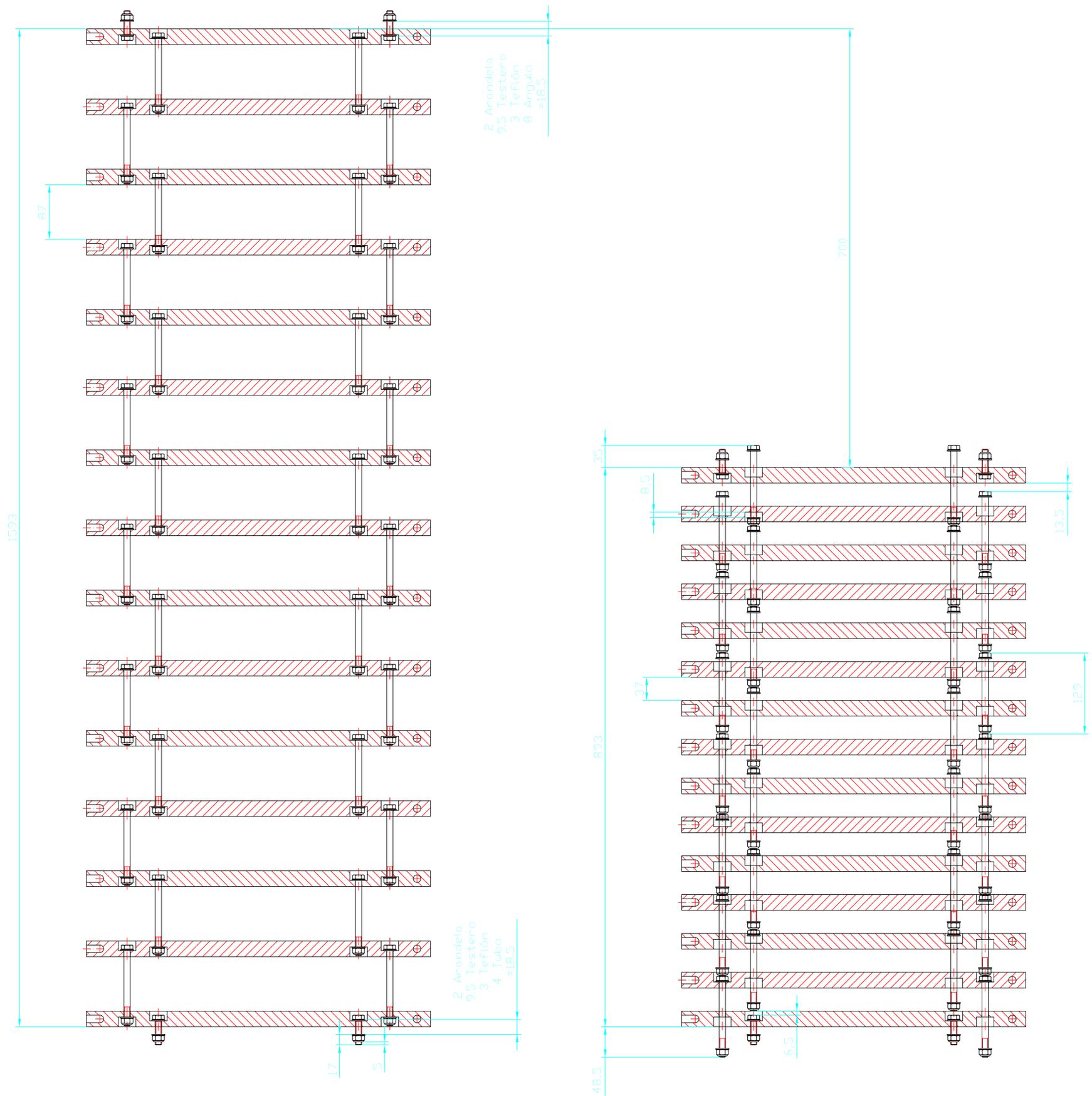
1. Listado de planos

NÚMERO	DESIGNACIÓN	REVISIÓN
EU14-00001	Posiciones finales de placas	00
EU14-00002	Esquema eléctrico	00
EU14-00003	Curvas de mangueras	00
EU14-11001	Plano general	00
EU14-20001	Carcasa	00
EU14-20002	Bandeja	00
EU14-21003	Polín	00
EU14-21004	Equipo de frío	00
EU14-21005	Circuito hidráulico	00
EU14-30001	Conjunto estructura	00
EU14-30002	Elevador	00
EU14-30003	Colectores	00
EU14-30004	Placa par y placa impar	00
EU14-30006	Mangueras	00
EU14-30007	Racores placa-manguera	00
EU14-30008	Tirador	00
EU14-30009	Soporte superior Colector de gas	00
EU14-30010	Distribución de plásticos	00

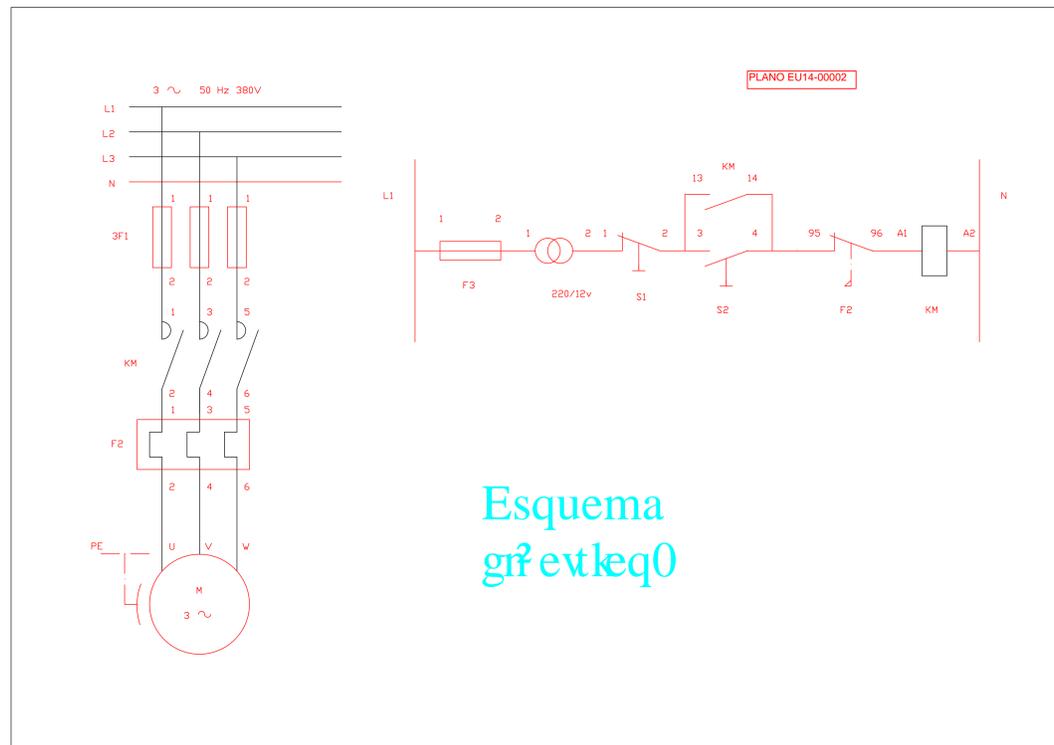
PLANOS

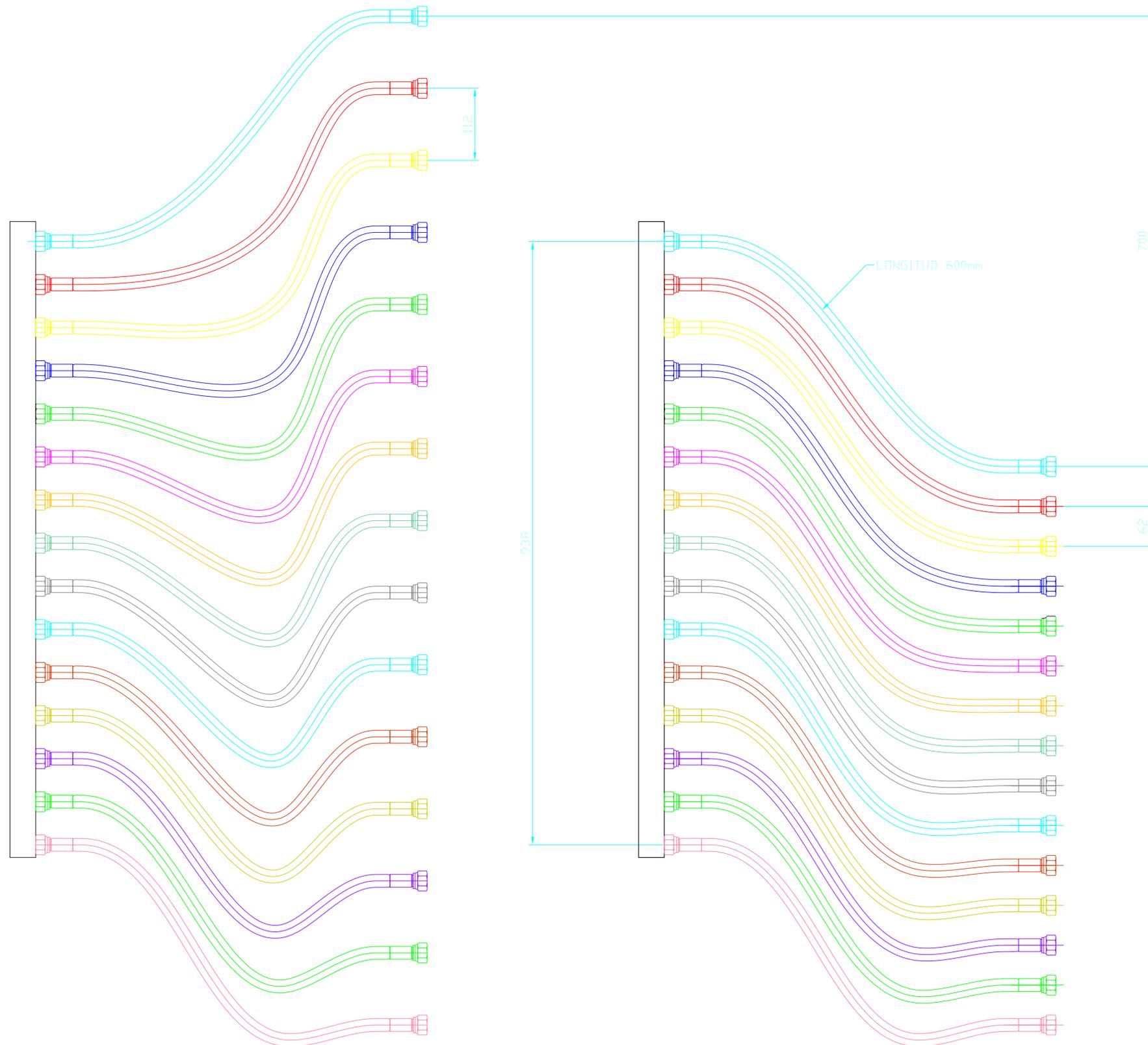
EU14-30011	Soporte de válvulas	00
EU14-30012	Conjunto cilindro-sujección	00
EU14-30013	Varillas guía	00
EU14-30014	Taco separador	00
EU14-30015	Patín	00
EU14-30016	Soporte colector de líquido	00
EU14-30017	Soporte inferior Colector de gas	00
EU14-30018	Casquillo centrador	00
EU14-31005	Varilla de tope frontal	00
EU14-40001	Sistema de topes	00
EU14-40002	Cable sujeción tope frontal	00

PLANO: EU14-00001



Armario congelador de placas.

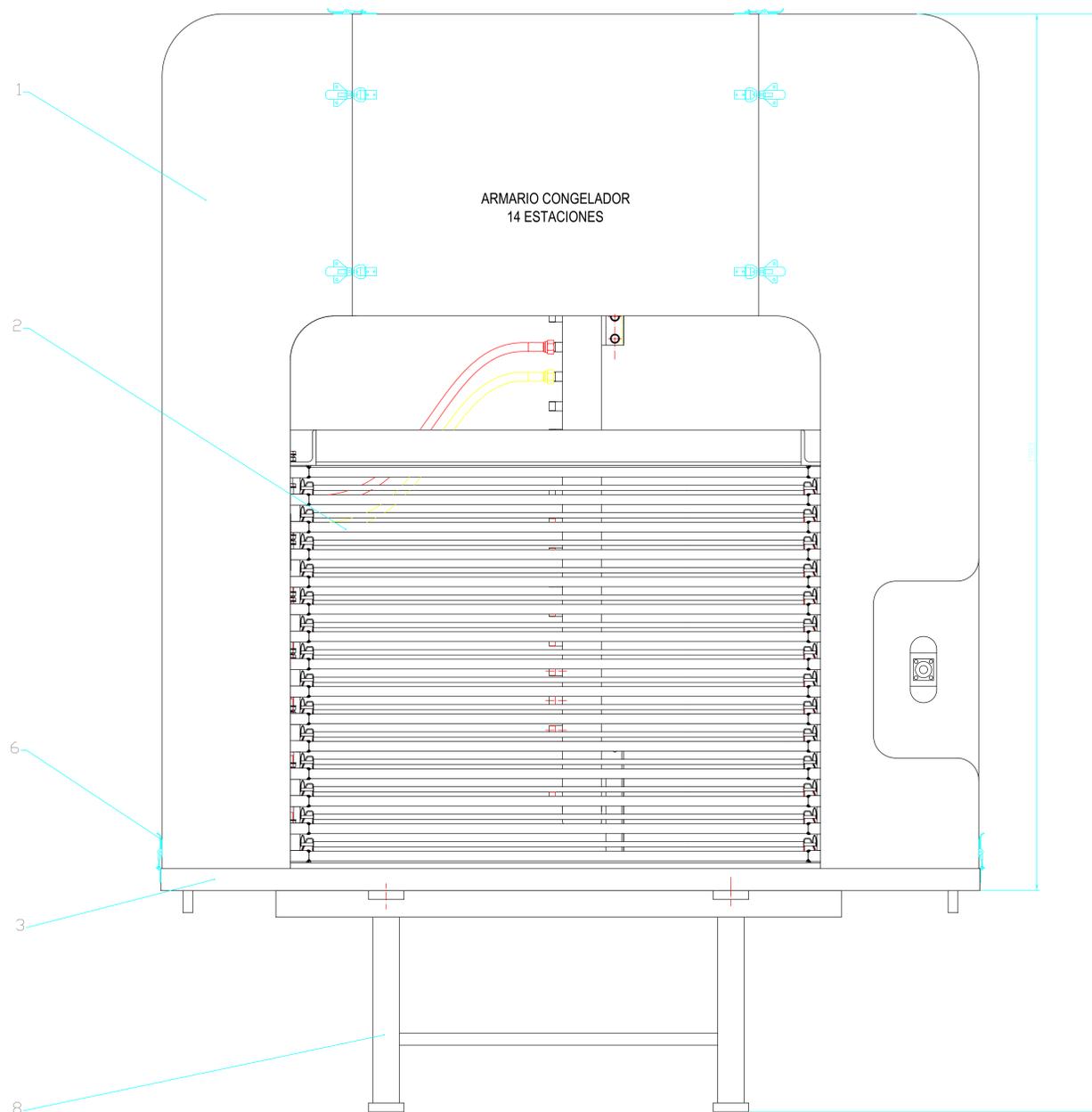
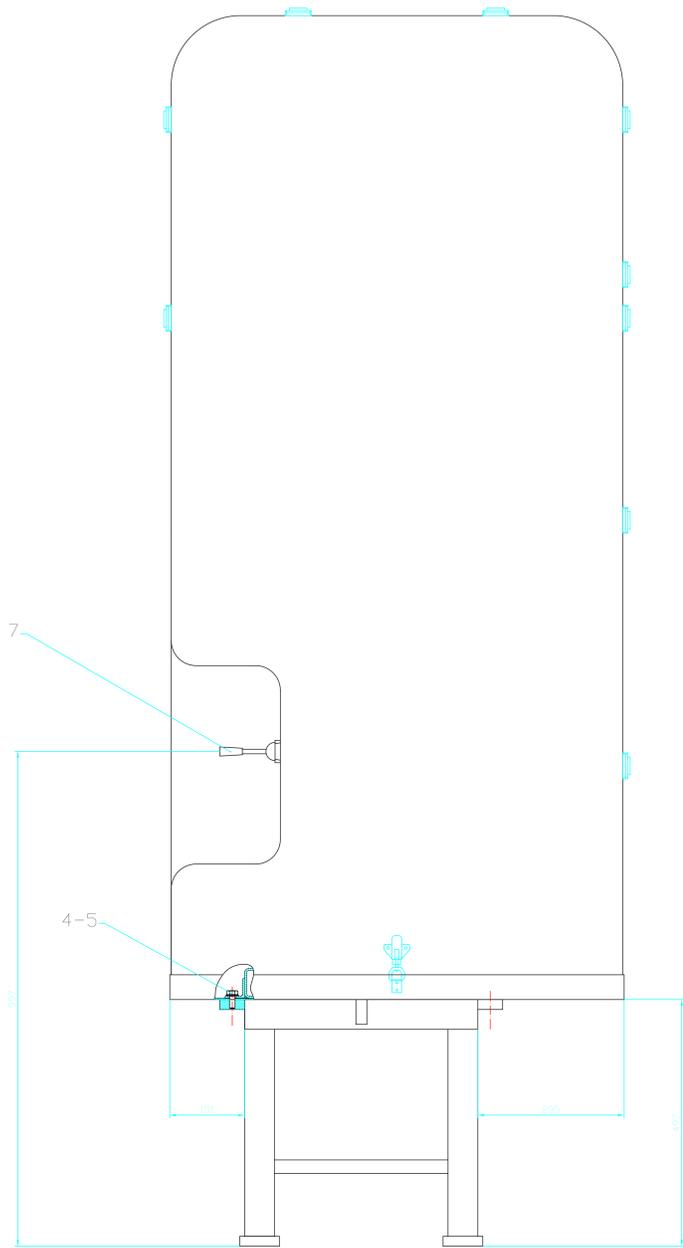




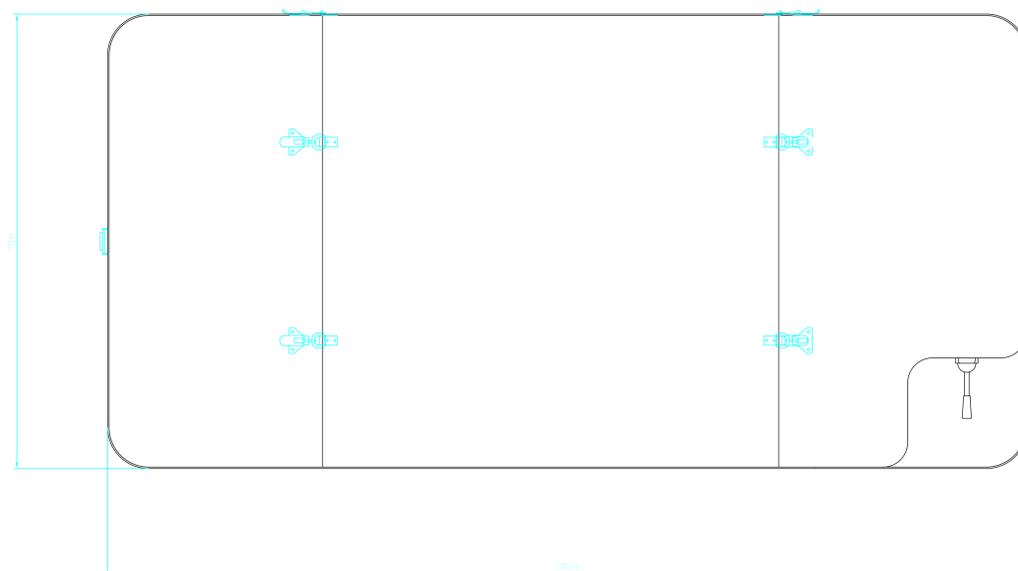
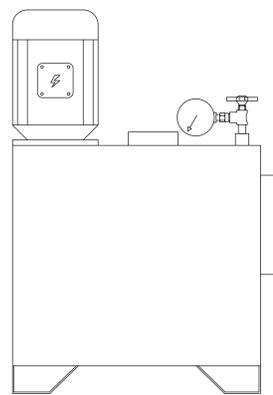
PLANO: EU14-00003

Plano informativo, curva mangueras.

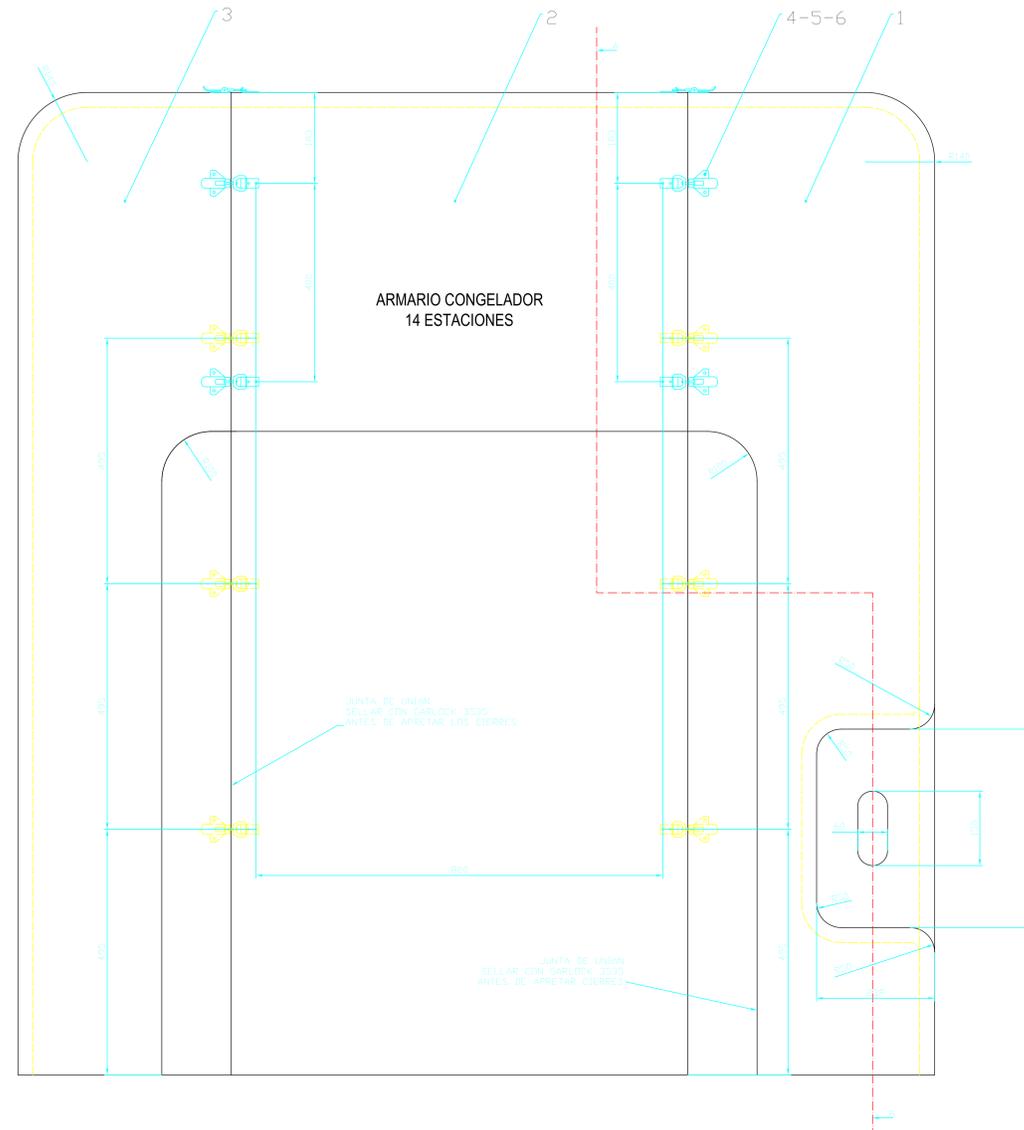
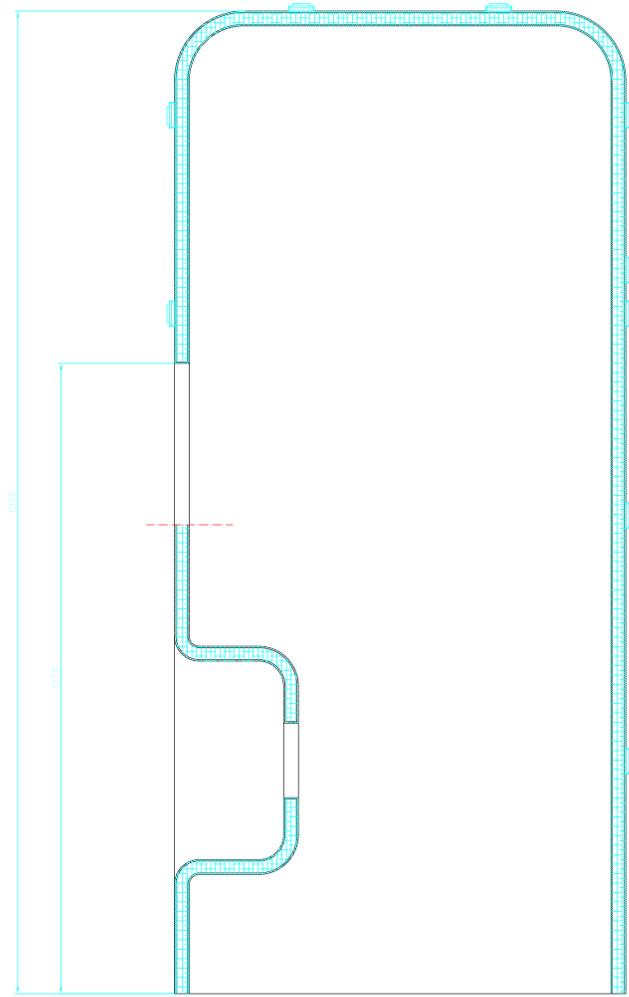
SE REPRESENTAN COLECTORES GENÉRICOS,
CONSIDERANDO 70 Y 80 mm RÍGIDOS.
LOS DE 80 CORRESPONDEN EN REALIDAD AL TRAMO
CURVO.



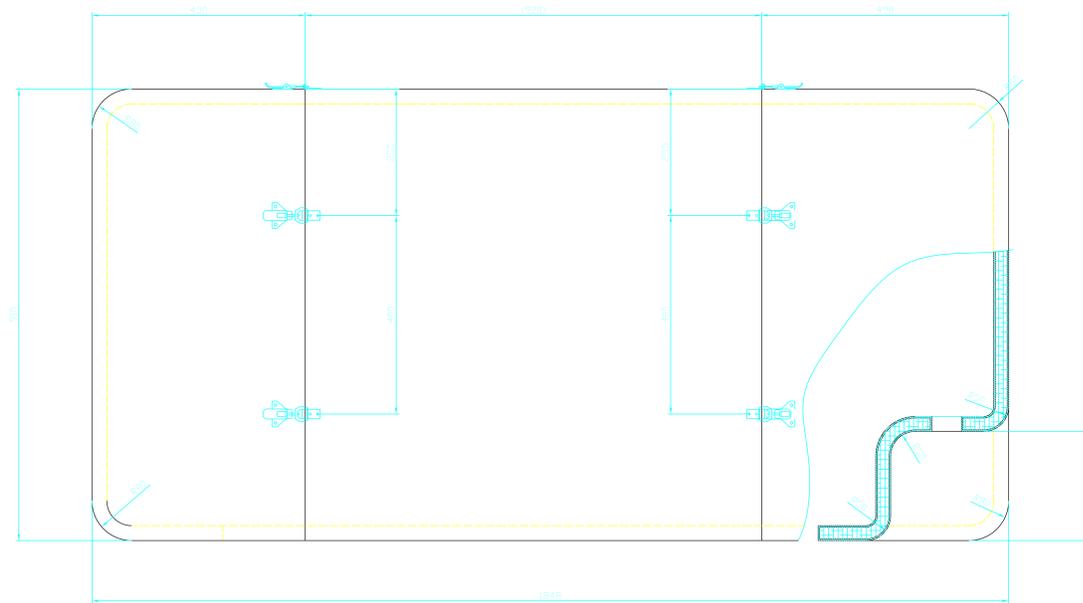
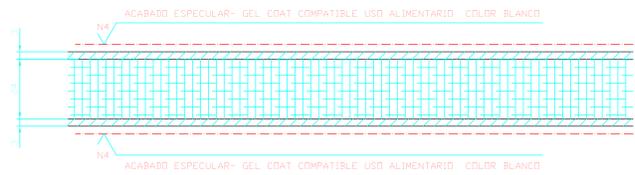
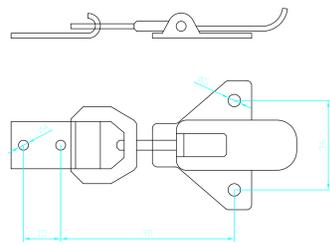
PLANO: EU14-11001



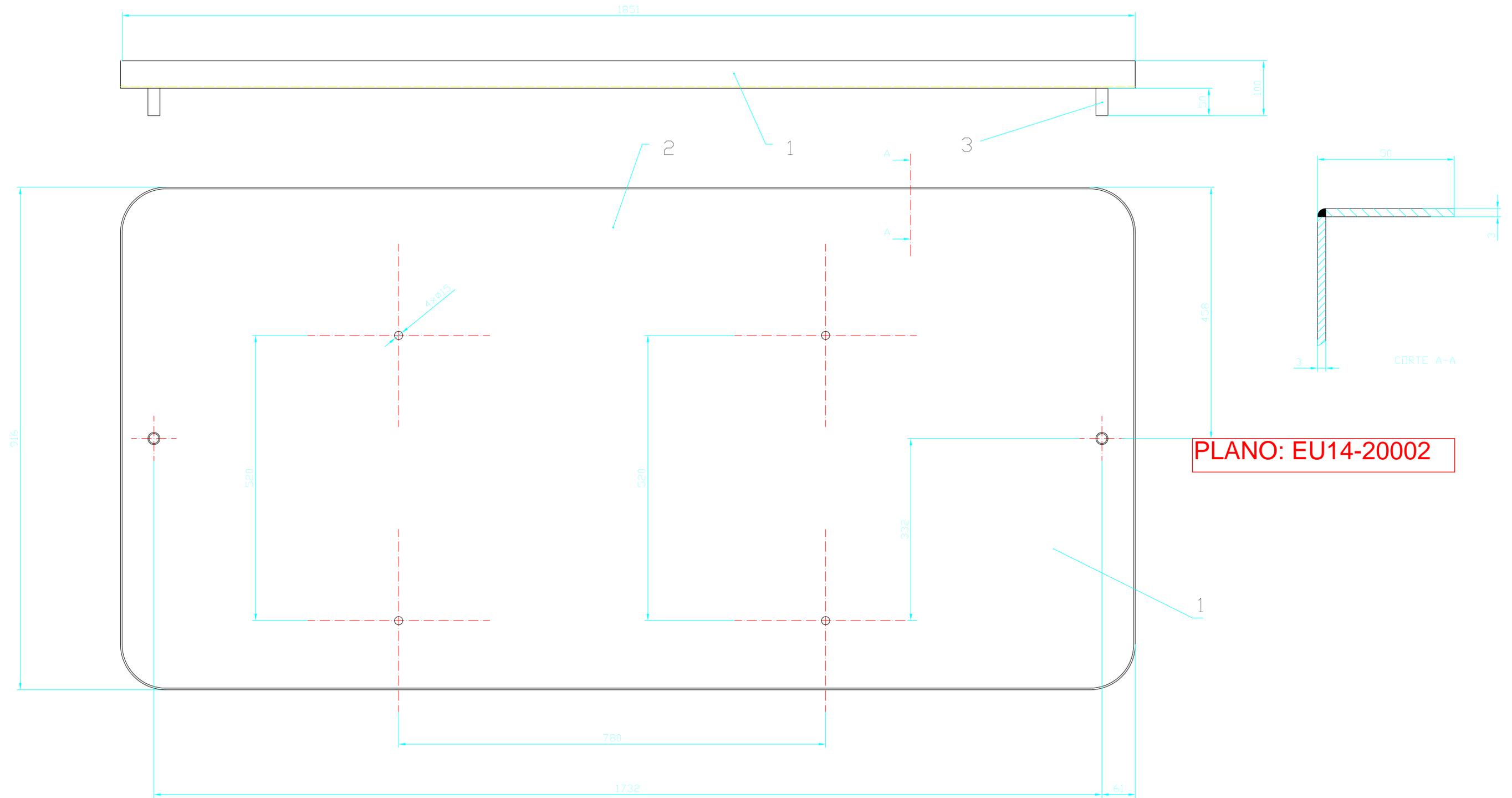
NOTAS:
 1- LOS TALADROS PASANTES PARA TUBERIA DE FRIO E HIDRAULICO SERAN EFECTUADOS DURANTE EL MONTAJE, Y PROTEGIDOS LOS DRIFICIOS CON PISA-MANIPARES
 2- SISTEMA HIDRAULICO TIPO SEGON PLANO EU14-21005



PLANO: EU14-20001

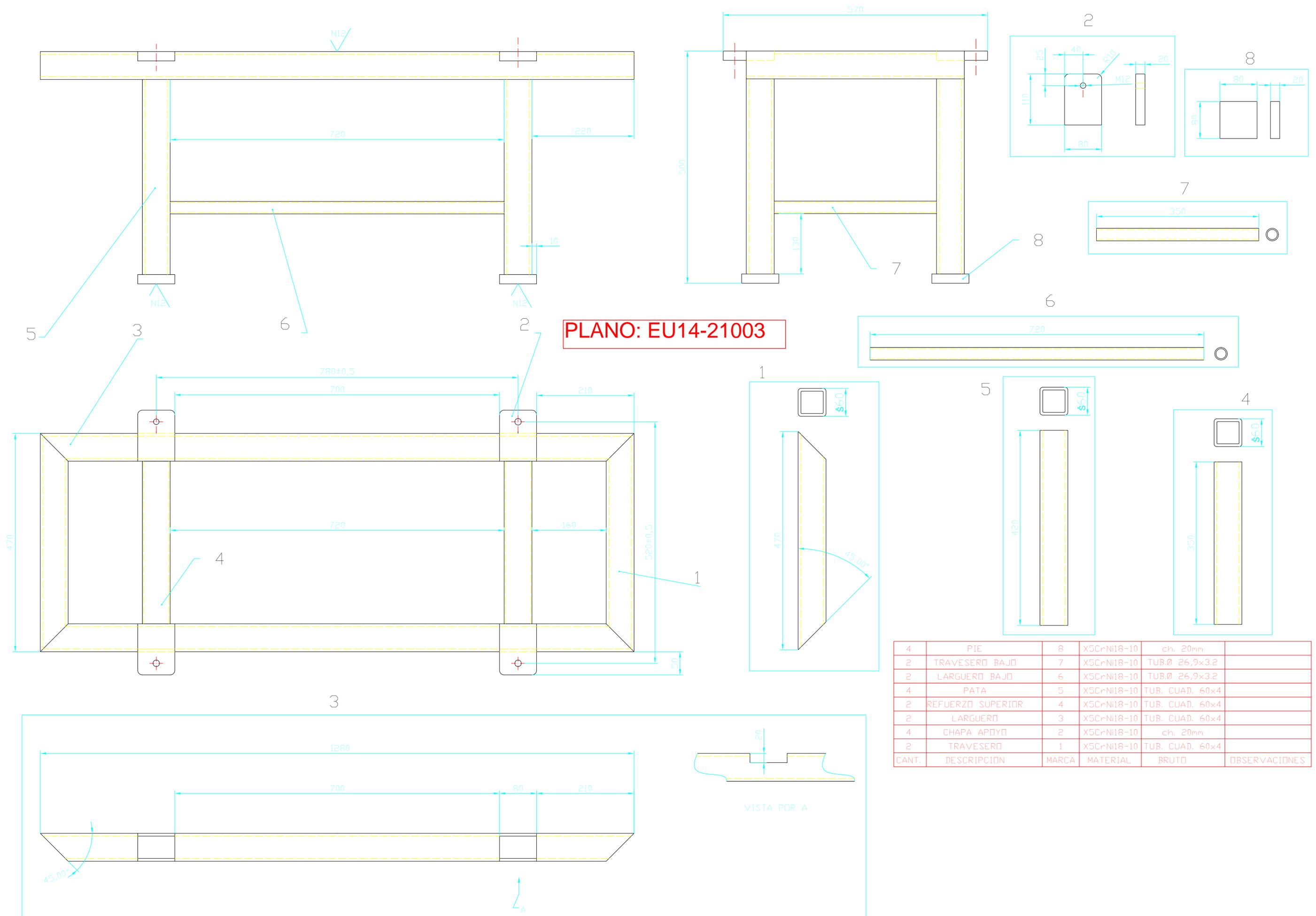


CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
20	REMACHE Ø5x10	6	INOX	DIN-7337A	
20	REMACHE Ø4x10	5	INOX	DIN-7337A	
10	CIERRE 16-7-3841	4	INOX		PINET
1	CUBIERTA DERECHA	3	SANDWICH		SEGUN SEC. TIPO
1	CUBIERTA CENTRAL	2	SANDWICH		SEGUN SEC. TIPO
1	CUBIERTA IZQUIERDA	1	SANDWICH		SEGUN SEC. TIPO



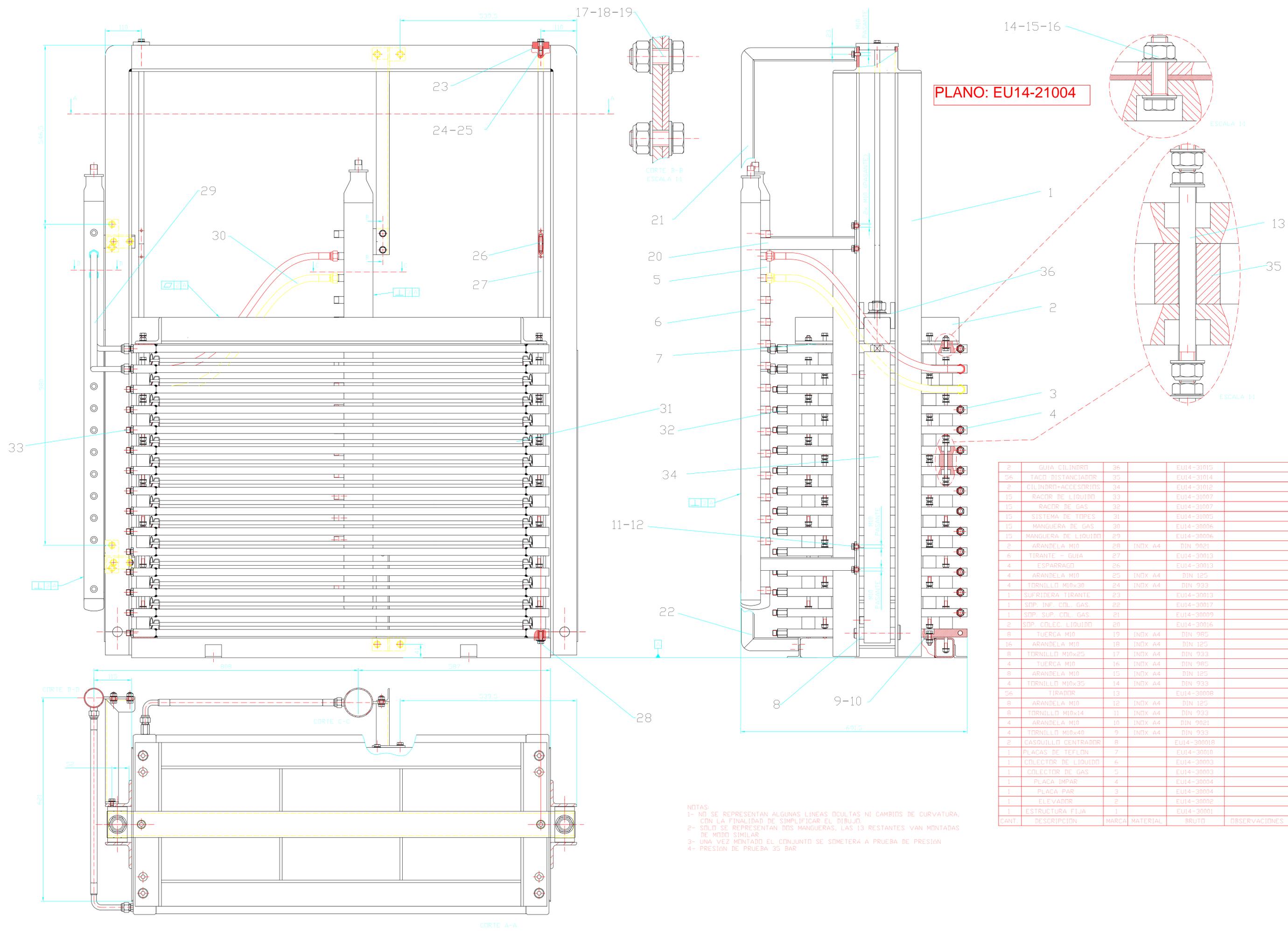
PLANO: EU14-20002

2	TUBO DESAGUE	3	X5CrNi18-10	Ø22xØ18x50	
1	BASE BANDEJA	2	X5CrNi18-10	CHAPA E=3MM	
1	PLETINA DE CANTO	1	X5CrNi18-10	CHAPA E=3MM	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES



PLANO: EU14-21003

4	PIE	8	X5CrNi18-10	ch. 20mm	
2	TRAVESERO BAJO	7	X5CrNi18-10	TUB.Ø 26,9x3,2	
2	LARGUERO BAJO	6	X5CrNi18-10	TUB.Ø 26,9x3,2	
4	PATA	5	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
2	REFUERZO SUPERIOR	4	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
2	LARGUERO	3	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
4	CHAPA APOYO	2	X5CrNi18-10	ch. 20mm	
2	TRAVESERO	1	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

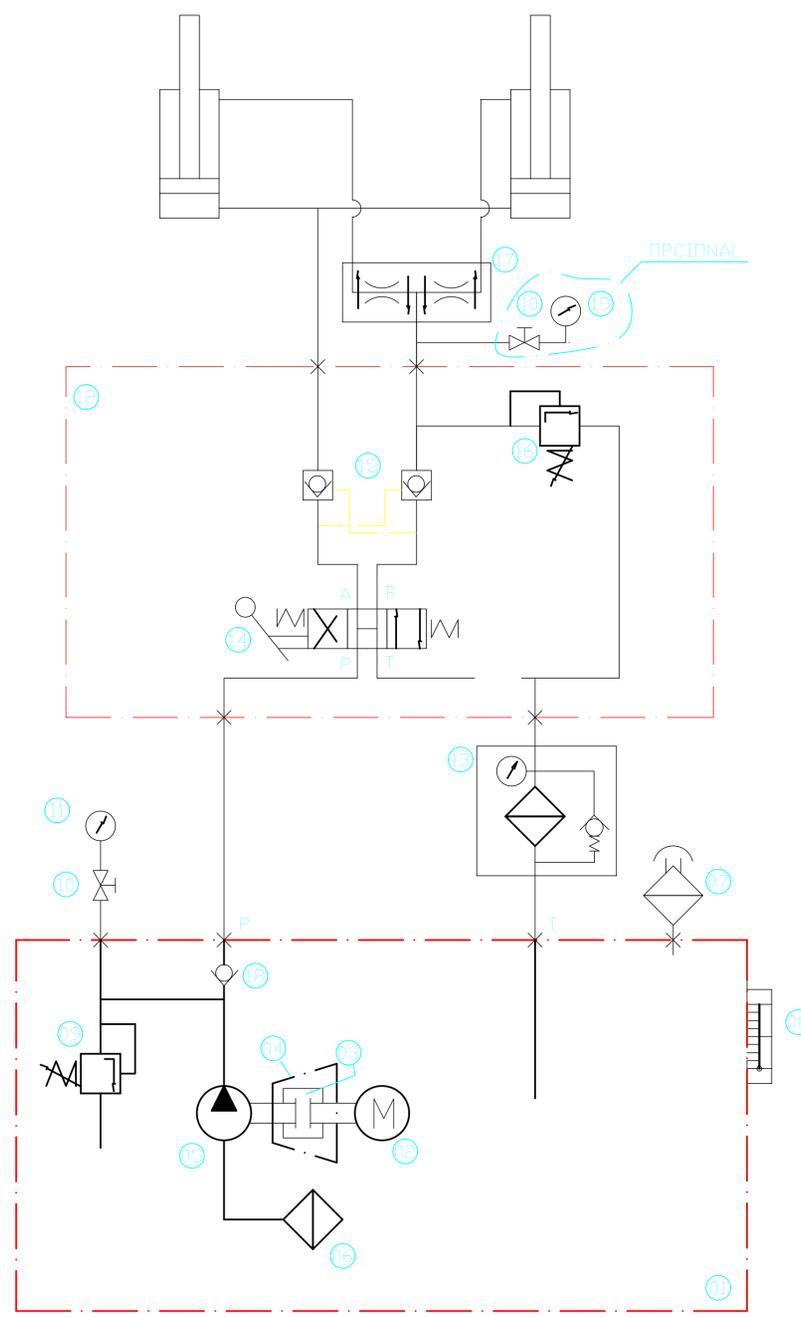
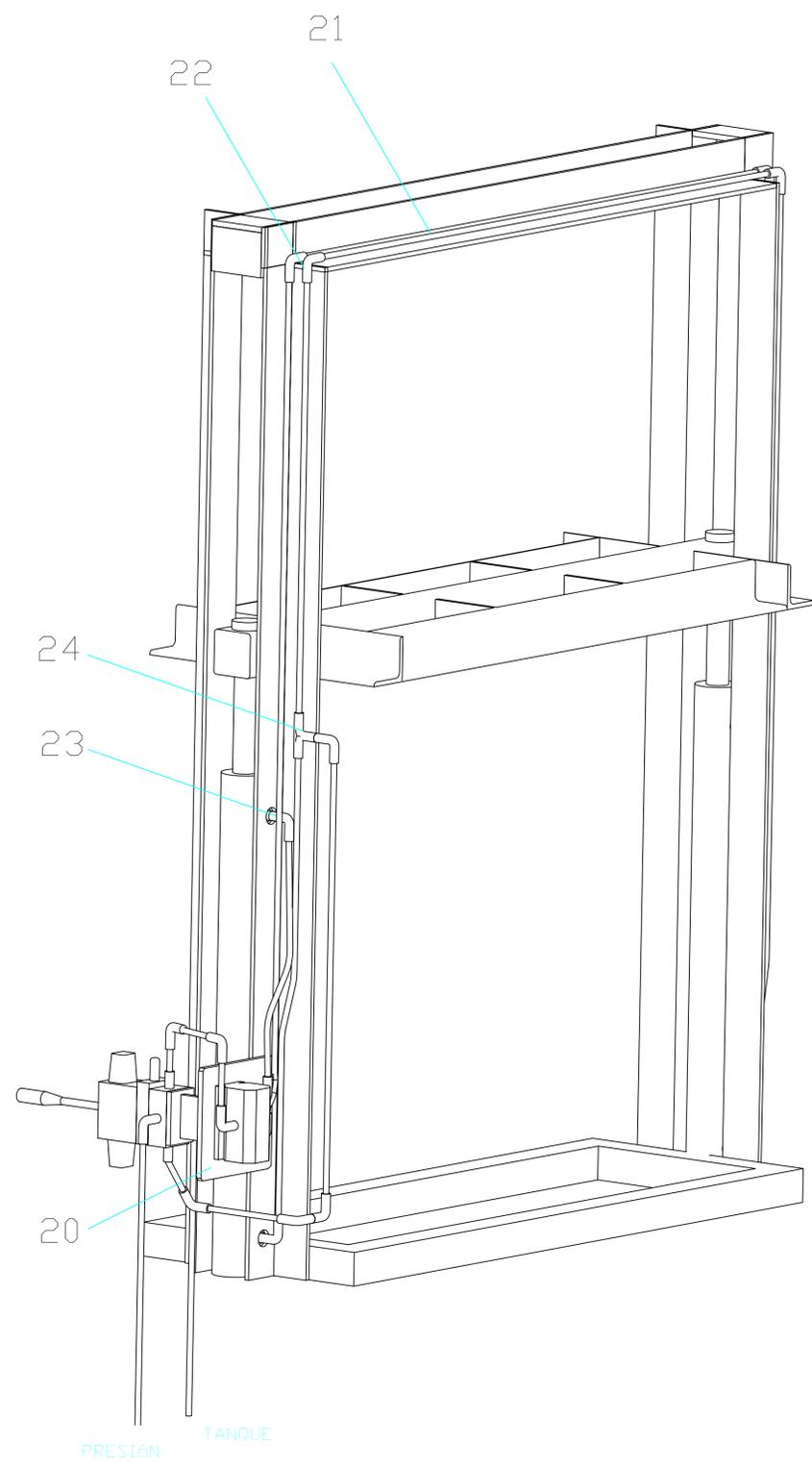


PLANO: EU14-21004

2	GUIA CILINDRO	36		EU14-31015	
56	TACD DISTANCIADOR	35		EU14-31014	
2	CILINDRO+ACCESORIOS	34		EU14-31012	
15	RACOR DE LIQUIDO	33		EU14-31007	
15	RACOR DE GAS	32		EU14-31007	
15	SISTEMA DE TOPES	31		EU14-31005	
15	MANGUERA DE GAS	30		EU14-30006	
15	MANGUERA DE LIQUIDO	29		EU14-30006	
2	ARANDELA M10	28	INOX A4	DIN 9021	
6	TIRANTE - GUIA	27		EU14-30013	
4	ESPARRAGO	26		EU14-30013	
4	ARANDELA M10	25	INOX A4	DIN 125	
4	TORNILLO M10x30	24	INOX A4	DIN 933	
1	SUFRIDERA TIRANTE	23		EU14-30013	
1	SDP. INF. COL. GAS.	22		EU14-30017	
1	SDP. SUP. COL. GAS.	21		EU14-30009	
2	SDP. COLEC. LIQUIDO	20		EU14-30016	
8	TUERCA M10	19	INOX A4	DIN 985	
16	ARANDELA M10	18	INOX A4	DIN 125	
8	TORNILLO M10x25	17	INOX A4	DIN 933	
4	TUERCA M10	16	INOX A4	DIN 985	
8	ARANDELA M10	15	INOX A4	DIN 125	
4	TORNILLO M10x35	14	INOX A4	DIN 933	
56	TIRADOR	13		EU14-30008	
8	ARANDELA M10	12	INOX A4	DIN 125	
8	TORNILLO M10x14	11	INOX A4	DIN 933	
4	ARANDELA M10	10	INOX A4	DIN 9021	
4	TORNILLO M10x40	9	INOX A4	DIN 933	
2	CASQUILLO CENTRADOR	8		EU14-300018	
1	PLACAS DE TEFLON	7		EU14-30010	
1	COLECTOR DE LIQUIDO	6		EU14-30003	
1	COLECTOR DE GAS	5		EU14-30003	
1	PLACA IMPAR	4		EU14-30004	
1	PLACA PAR	3		EU14-30004	
1	ELEVADOR	2		EU14-30002	
1	ESTRUCTURA FIJA	1		EU14-30001	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

NOTAS:
 1- NO SE REPRESENTAN ALGUNAS LINEAS OCULTAS NI CAMBIOS DE CURVATURA, CON LA FINALIDAD DE SIMPLIFICAR EL DIBUJO.
 2- SOLO SE REPRESENTAN DOS MANGUERAS, LAS 13 RESTANTES VAN MONTADAS DE MODO SIMILAR.
 3- UNA VEZ MONTADO EL CONJUNTO SE SOMETERA A PRUEBA DE PRESION.
 4- PRESION DE PRUEBA 35 BAR.

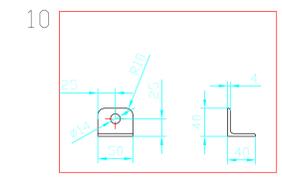
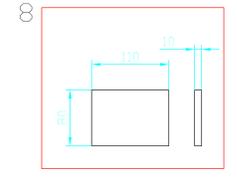
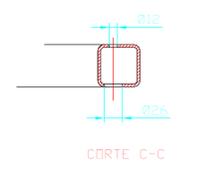
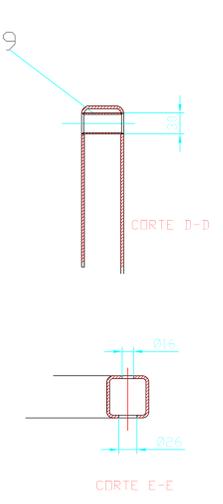
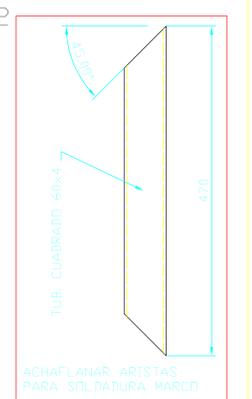
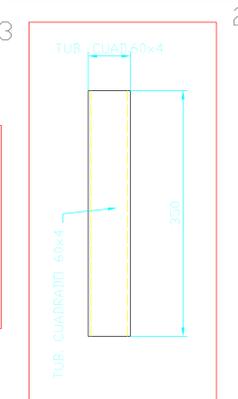
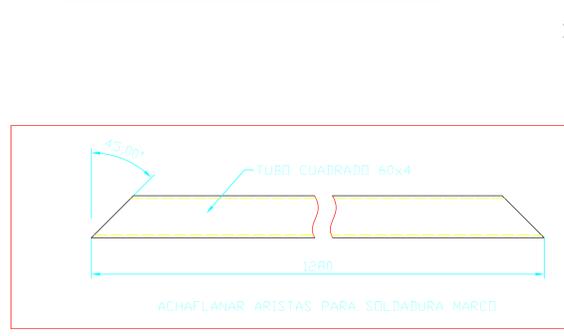
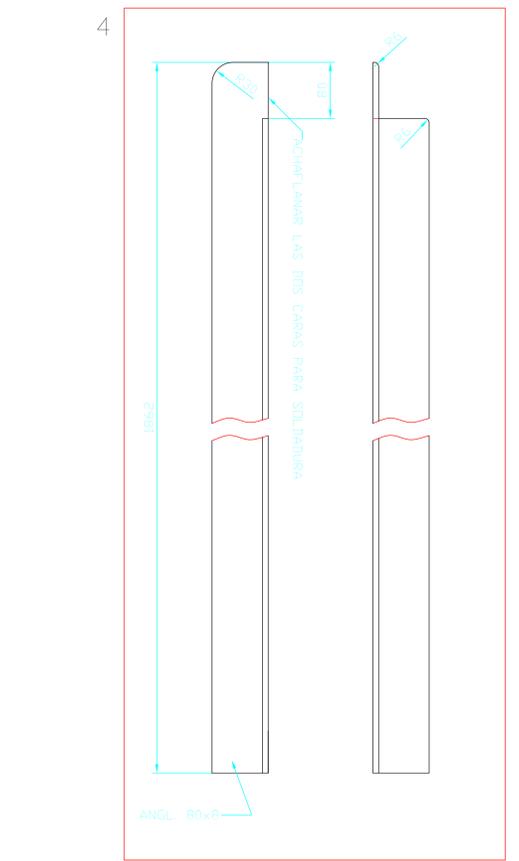
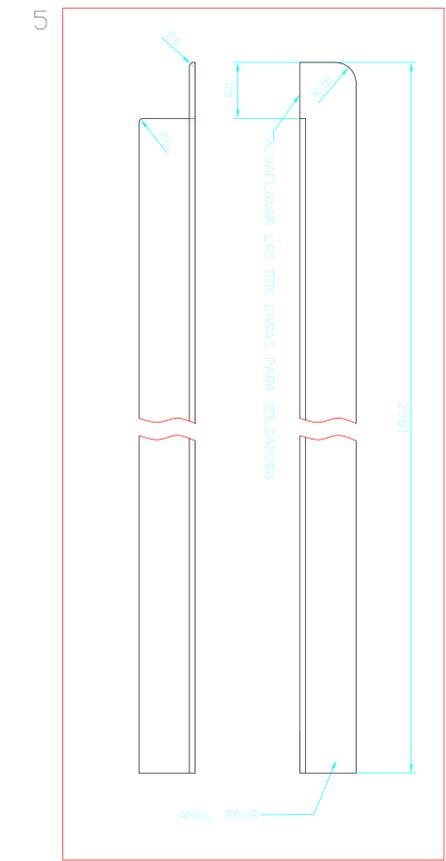
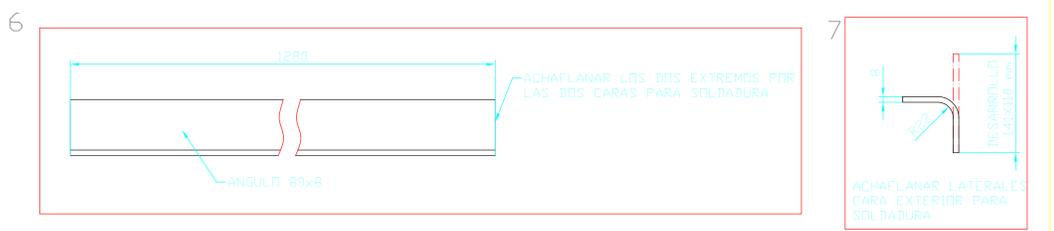
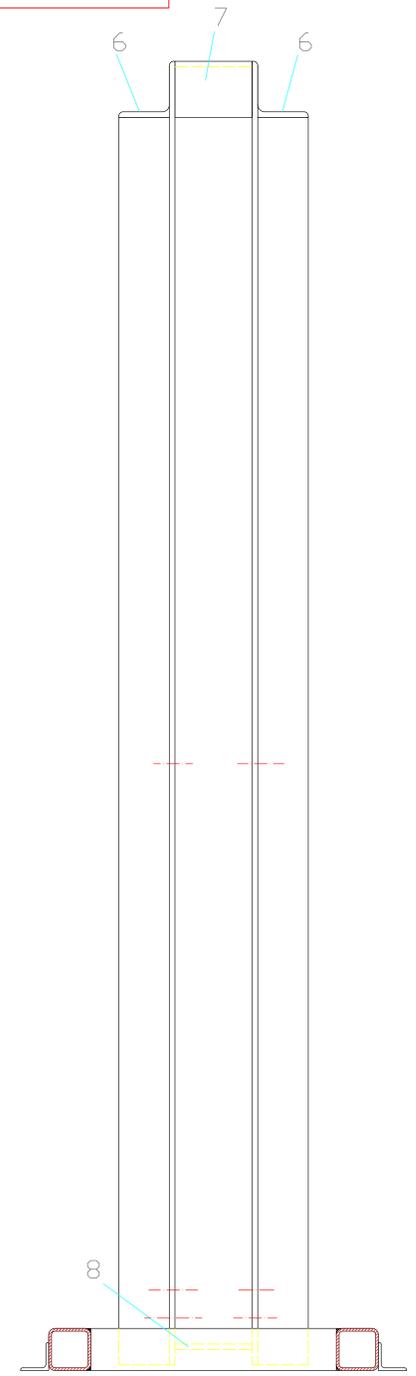
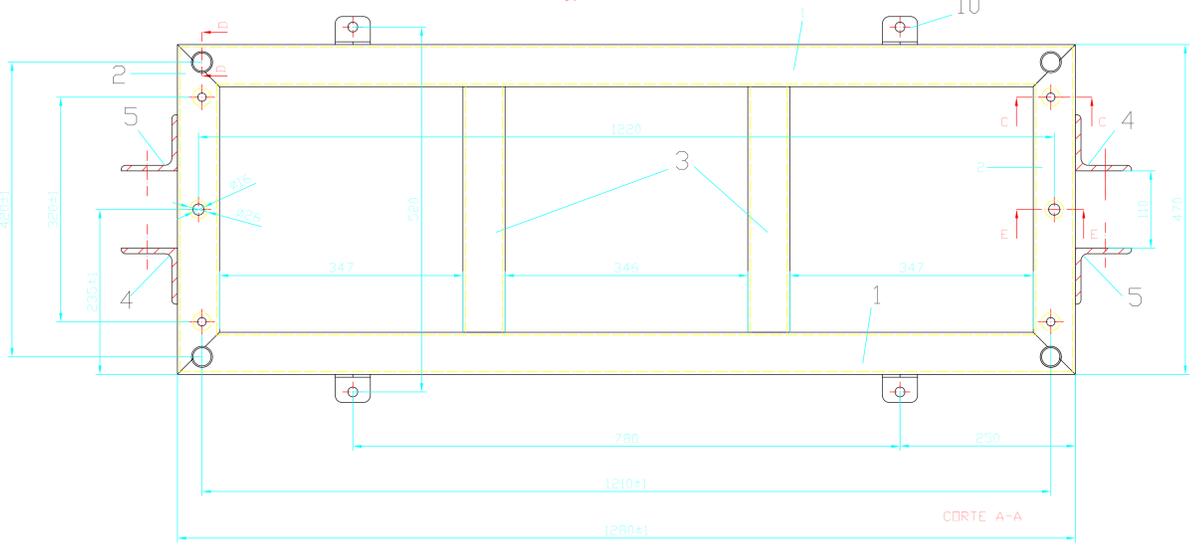
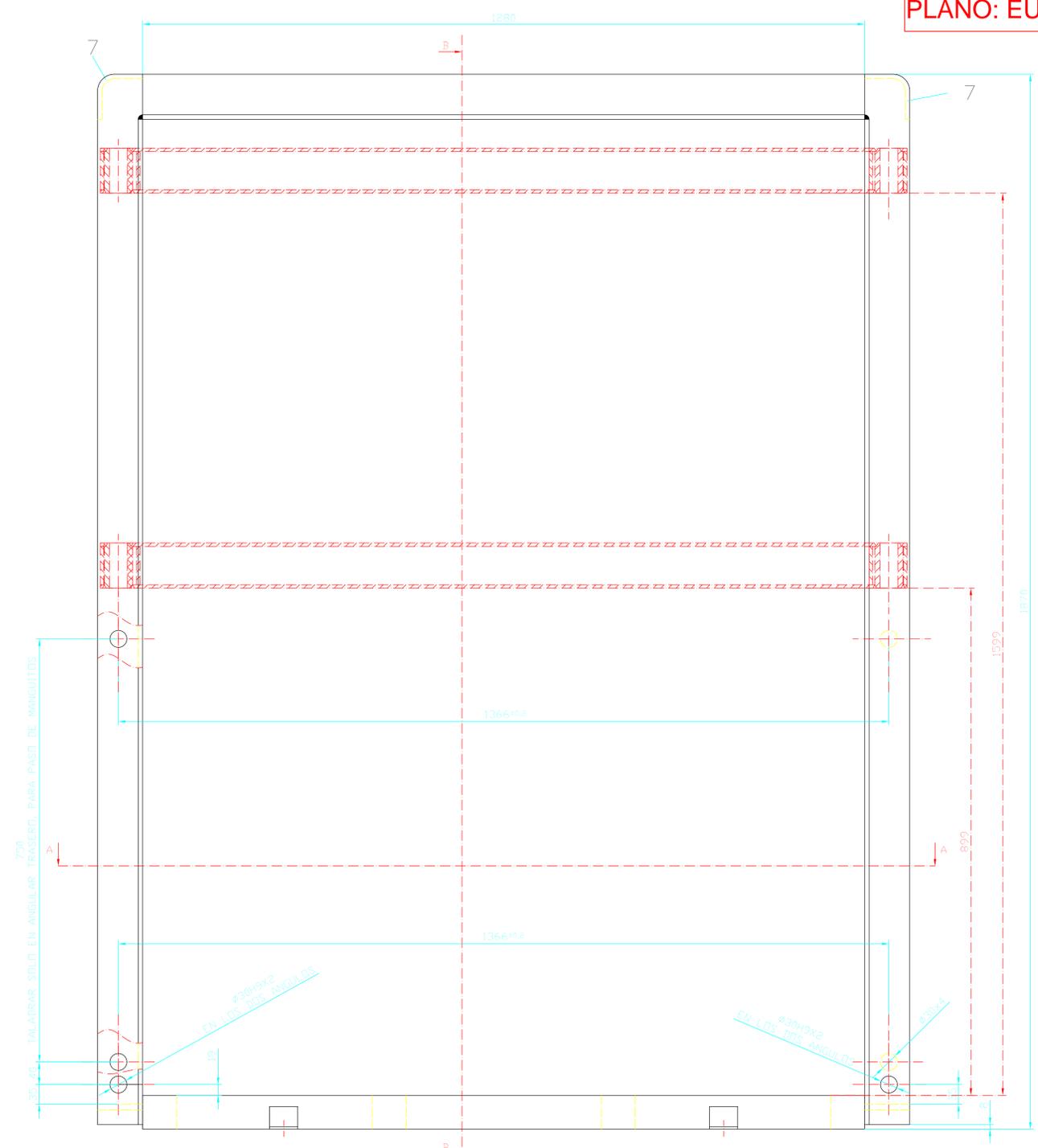
PLANO: EU14-21005



1	T TUBO Ø10	24			ESTIMADOS
11	RACOR 3/8" TUBO Ø10	23			ESTIMADOS
20	90° TUBO Ø10	22			ESTIMADOS
10m	TUBO Ø10	21			ESTIMADOS
1	SOPORTE	20		EU14-30011	
1	MAN. CON REGISTRO	19			
1	ANTIRRETORNO	18			
1	DIVISOR CAUDAL	17			
1	VALV. SEGURIDAD	16			
1	ANTIRRET. PILOTADO	15			
1	DISTRIBUIDOR	14			
1	FILTRO RETORNO	13			
1	PLACA BASE	12			
1	MANOMETRO	11			
1	VAL. AISLAMIENTO	10			
1	VALVULA SEGURIDAD	9			
1	NIVEL	8			
1	TAPON VACIADO	7			
1	KIT ASPIRACION	6			
1	BOMBA	5			
1	CAMPANA	4			
1	ACOPLAMIENTO	3			
1	MOTOR 2CV	2			
1	DEPOSITO	1			
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

NOTAS:
 ESQUEMA REPRESENTATIVO COLOCACIÓN TUBOS.
 LAS POSICIONES DEFINITIVAS SERÁN ESTABLECIDAS
 E OBRA, TENIENDO EN CUENTA EL HUECO DE
 LA CUBIERTA S/P 21001 PARA PASO DISTRIBUIDOR.

PLANO: EU14-30001



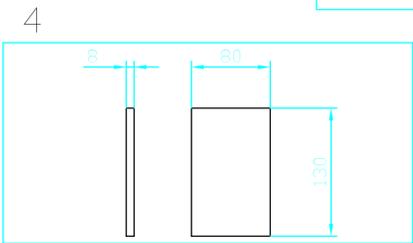
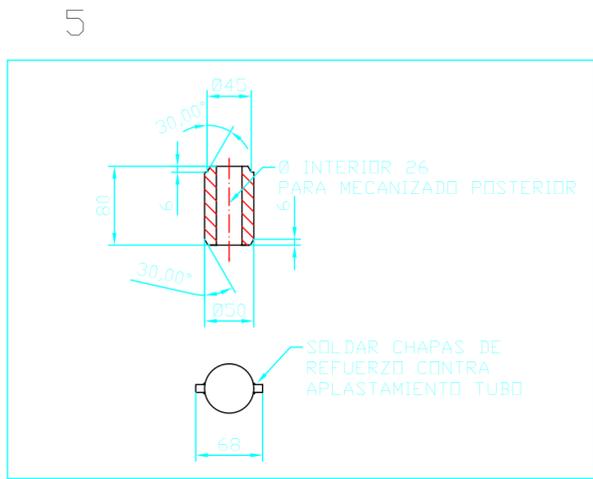
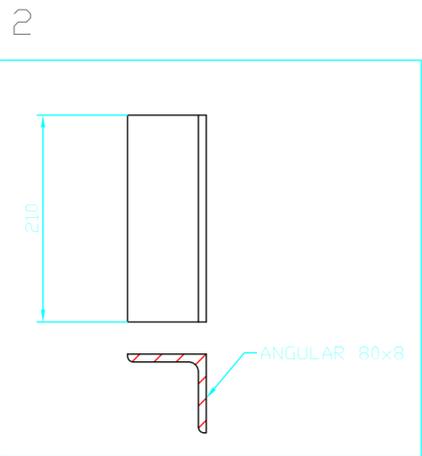
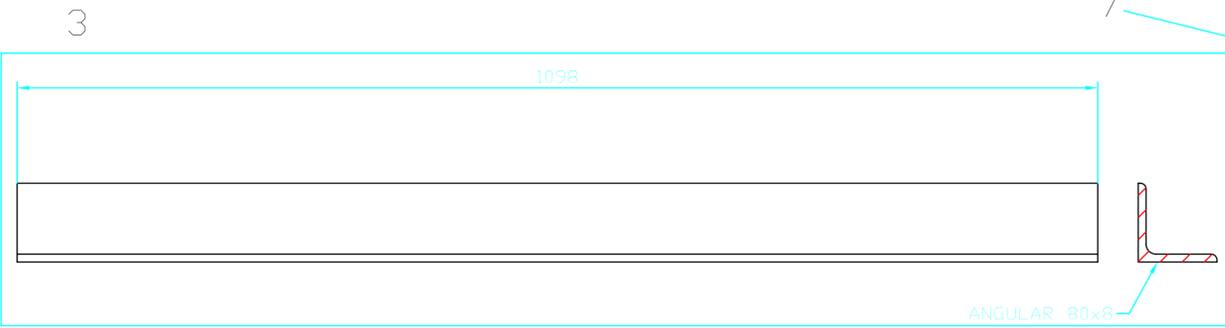
NOTAS:
 1. NO SE REPRESENTAN ALGUNAS LINEAS OCULTAS, NI CAMBIOS DE CURVATURA, CON LA FINALIDAD DE SIMPLIFICAR EL DISEÑO.
 2. AQUELLOS TALADROS U OPERACIONES QUE NO SE INDIQUEN EN LOS DIBUJOS DE DESPUECE DEBERAN SER EFECTUADOS UNA VEZ ARMADA LA ESTRUCTURA COMPLETAMENTE Y CON LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS.

CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
4	ANGULO DE FIJACION	10	X5CrNi18-10	ANG. 40x40	
4	TUBO REFUERZO	9	X5CrNi18-10	TUB. 2ex130x2	
2	CHAPA REFUERZO	8	X5CrNi18-10	CHAPA e=10	
2	CHAPA UNION PORTICO	7	X5CrNi18-10	CHAPA e=8	
2	LARGUERO PORTICO	6	X5CrNi18-10	ANG. 80x8	
2	COLUMNA	5	X5CrNi18-10	ANG. 80x8	
2	COLUMNA	4	X5CrNi18-10	ANG. 80x8	
2	REFUERZO	3	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
2	TRAVES BASE	2	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	
2	LARGUERO BASE	1	X5CrNi18-10	TUB. CUAD. 60x4	

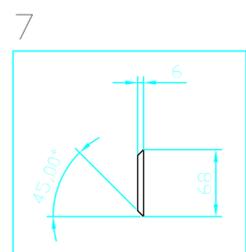
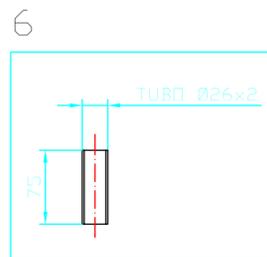
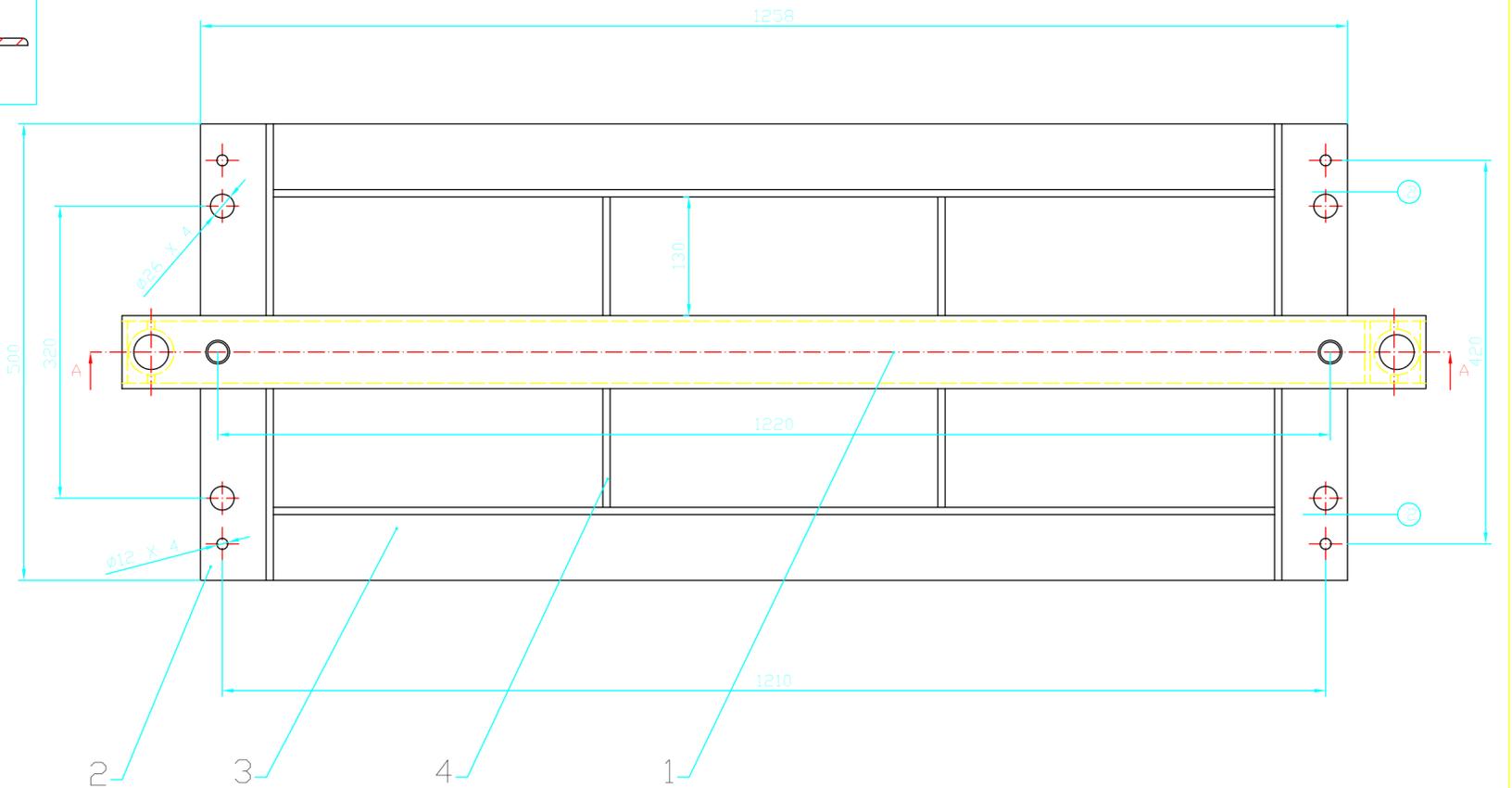
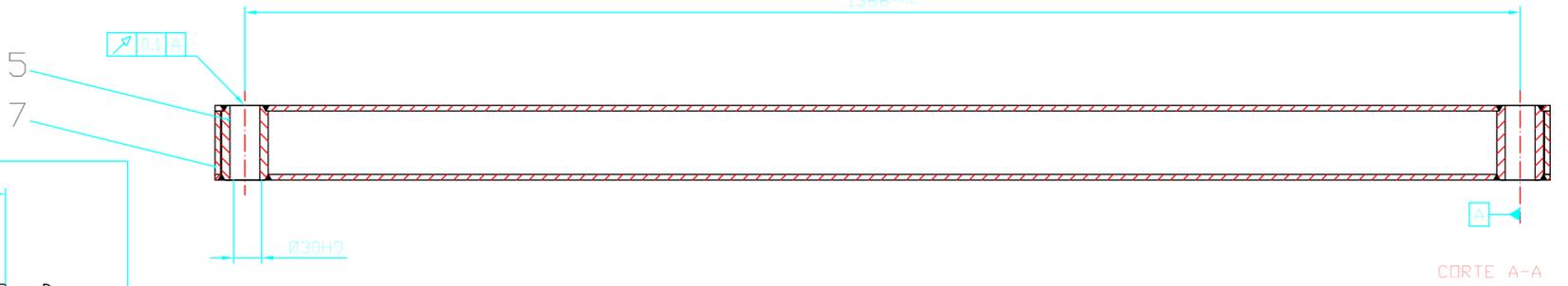
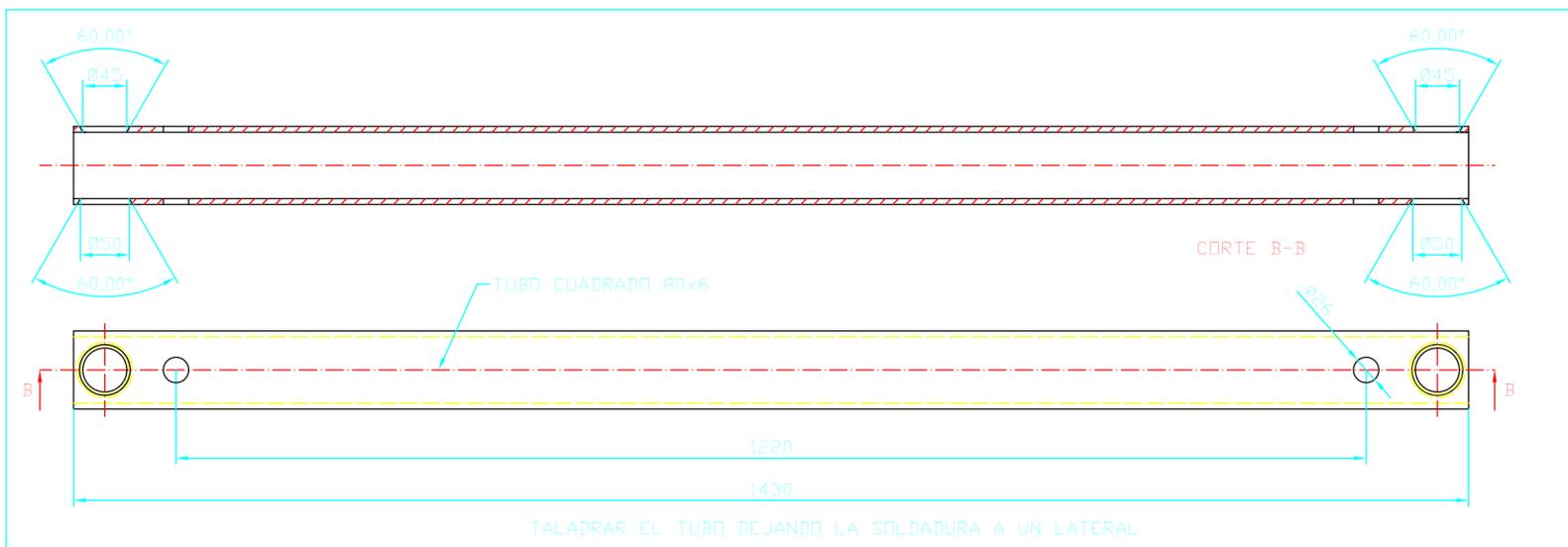
NOTAS:

1. NO SE REPRESENTAN ALGUNAS LINEAS OCULTAS, NI CAMBIOS DE CURVATURA, CON LA FINALIDAD DE SIMPLIFICAR EL DISEÑO.
2. AQUELLOS TALADROS U OPERACIONES QUE NO SE INDIQUEN EN LOS DIBUJOS DE DESPIECE DEBERÁN SER EFECTUADOS UNA VEZ ARMADA LA ESTRUCTURA COMPLETAMENTE Y CON LAS SOLDADURAS DEFINITIVAS.

PLANO: EU14-30002

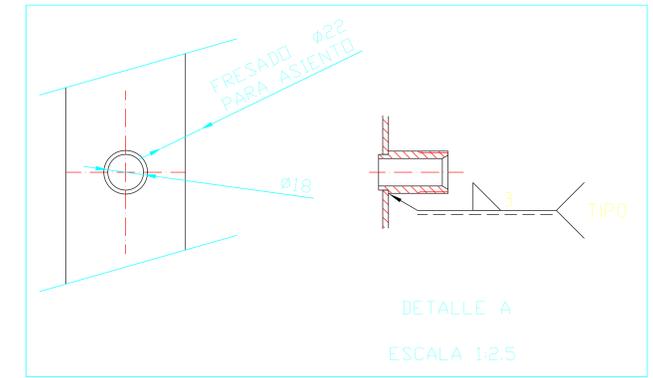
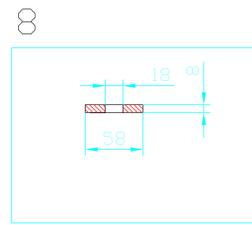
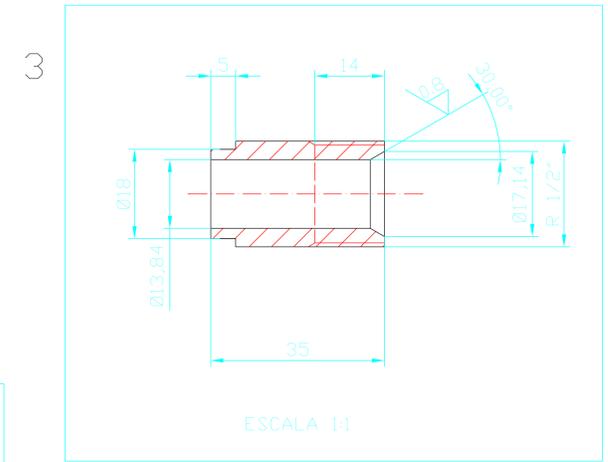
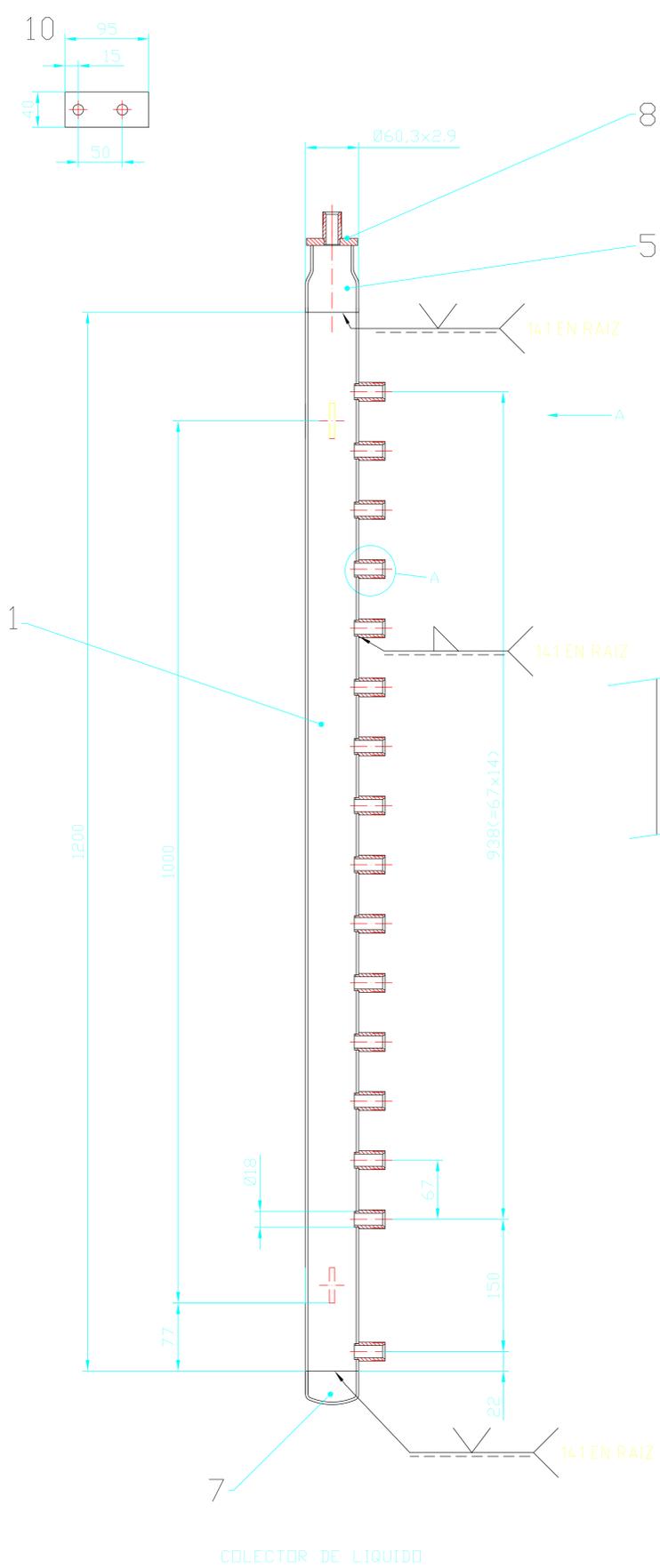
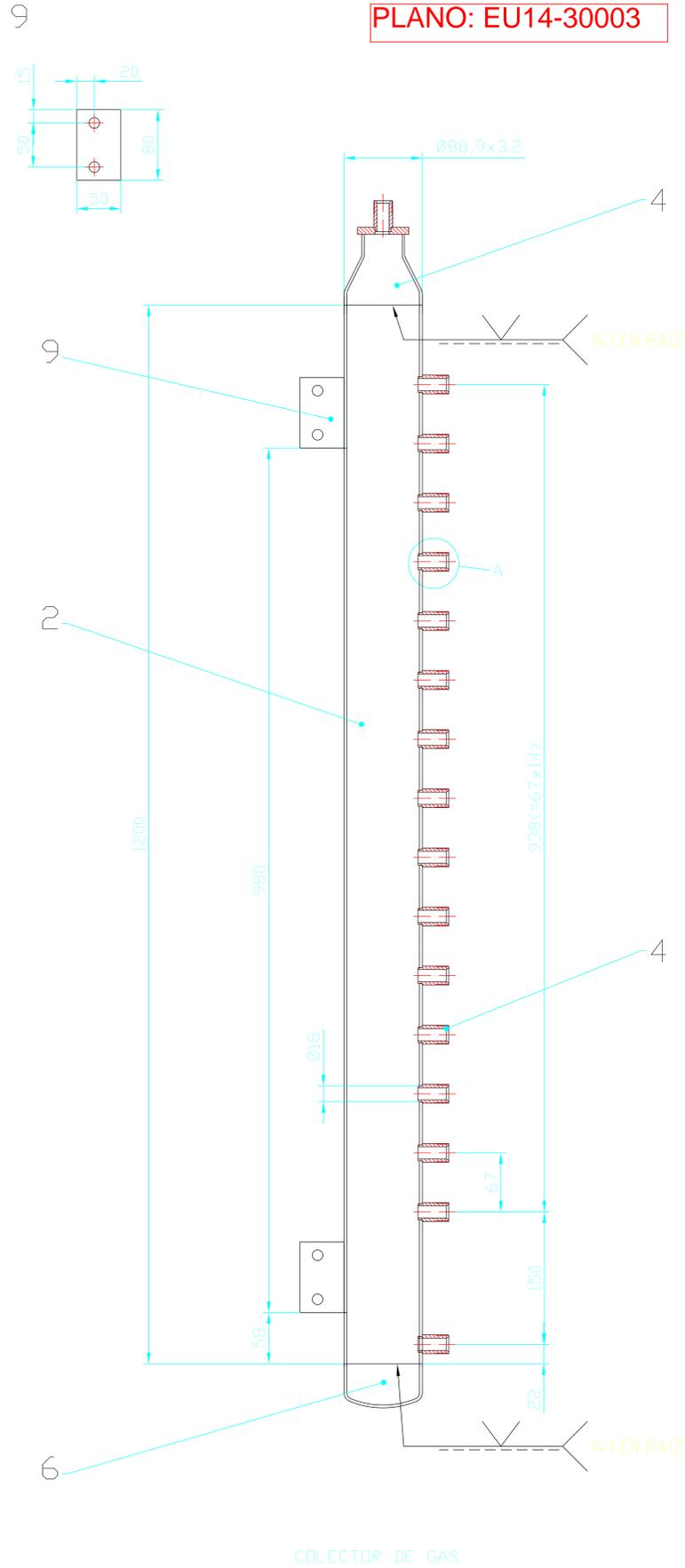


1

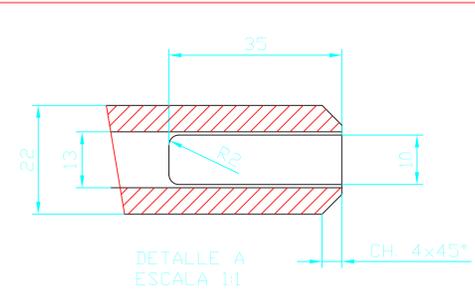
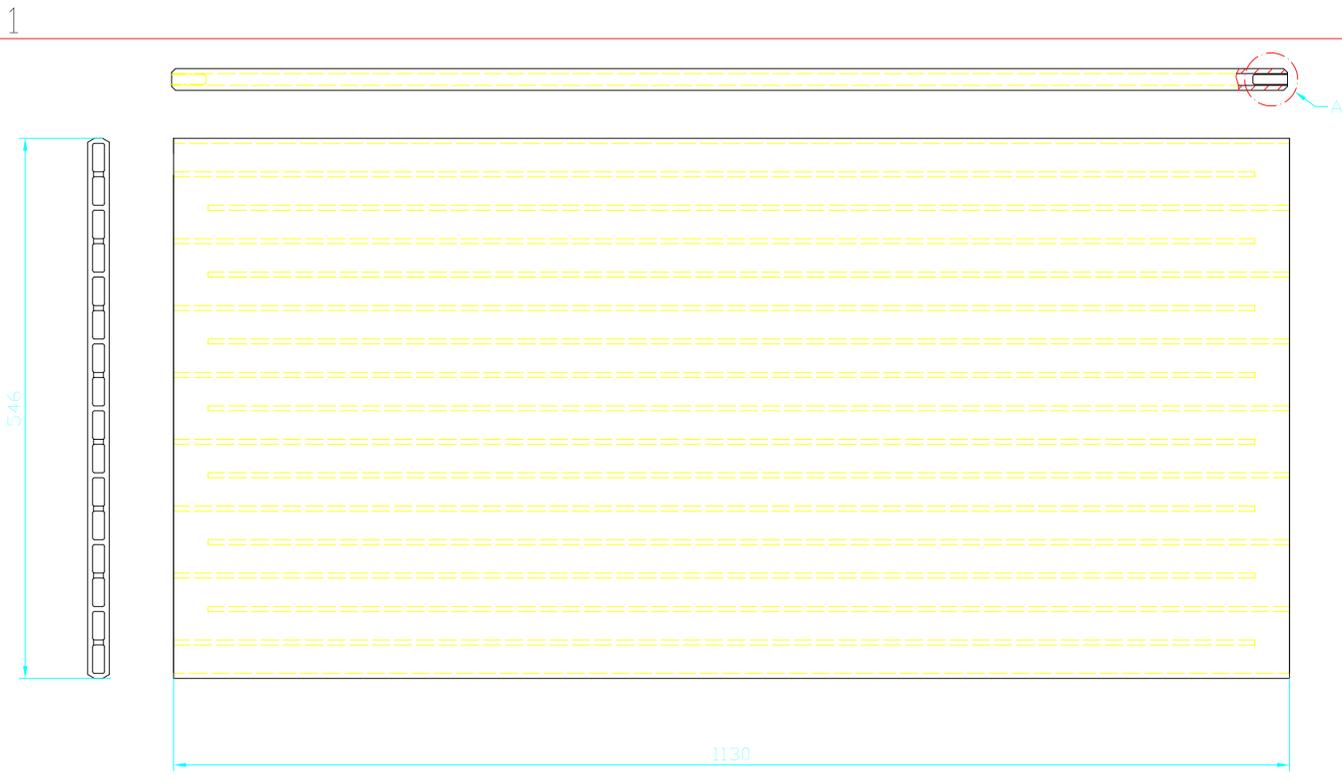


CANT	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
2	TAPA	7	AISI 304	CHAPA e=6	
2	REFUERZO	6	AISI 304	TUB.Ø26x2	
2	NUCLEO	5	AISI 304	REDONDO Ø50	
4	REFUERZO	4	AISI 304	PLETINA 80x8	
2	LARGUERO	3	AISI 304	ANG. 80x8	
4	TRAVÉS	2	AISI 304	ANG. 80x8	
1	VIGA CENTRAL	1	AISI 304	TUB. CUAD. 80x6	

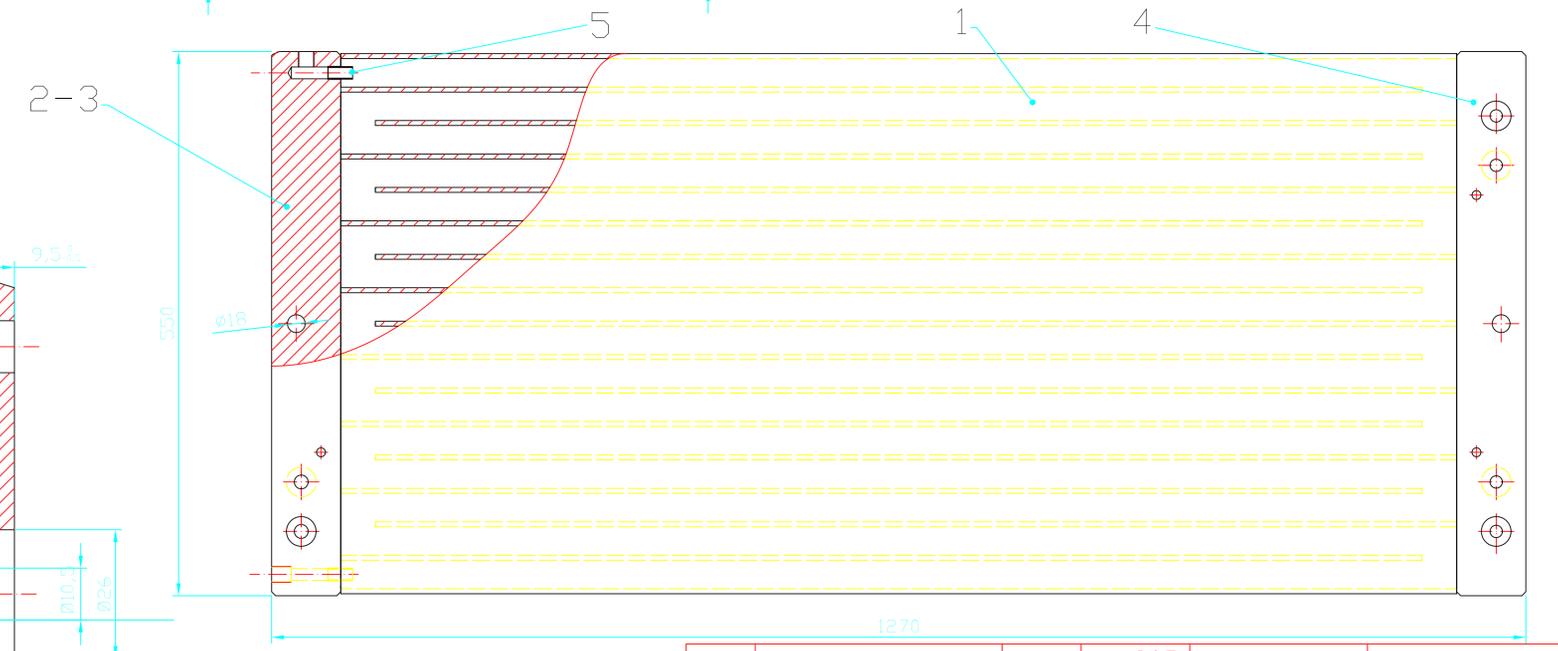
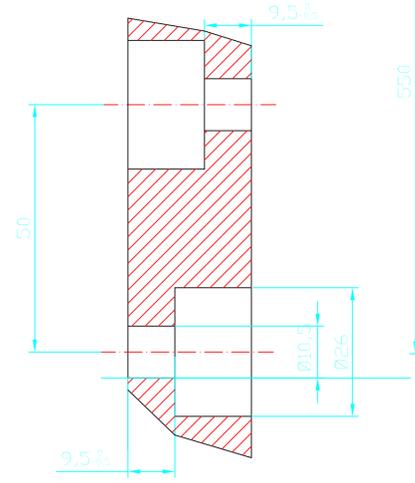
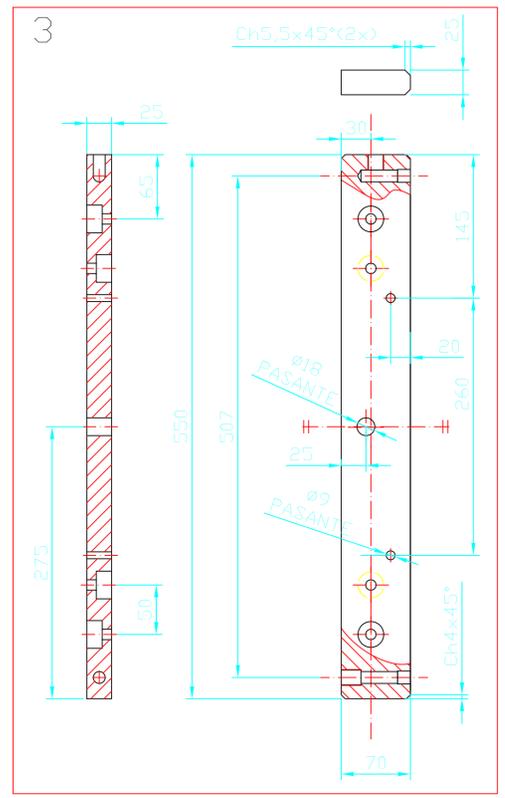
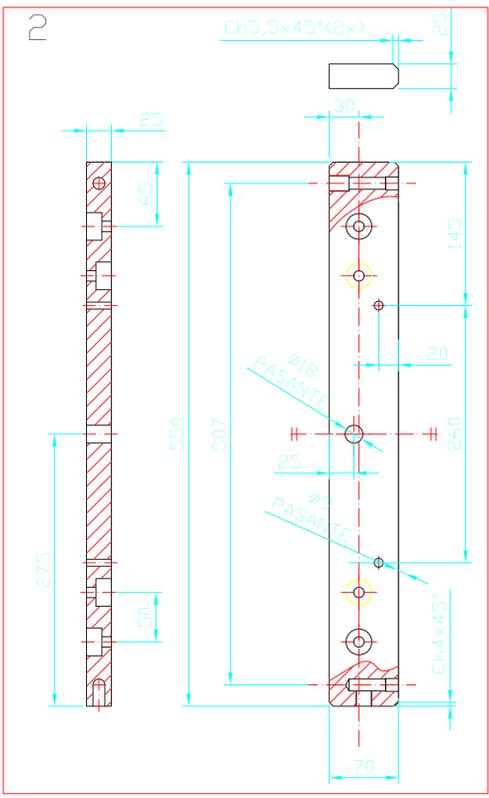
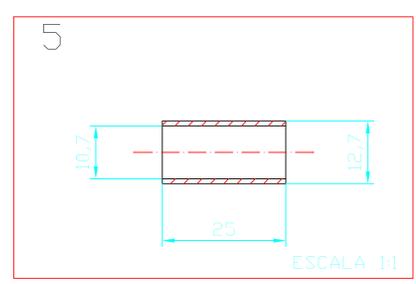
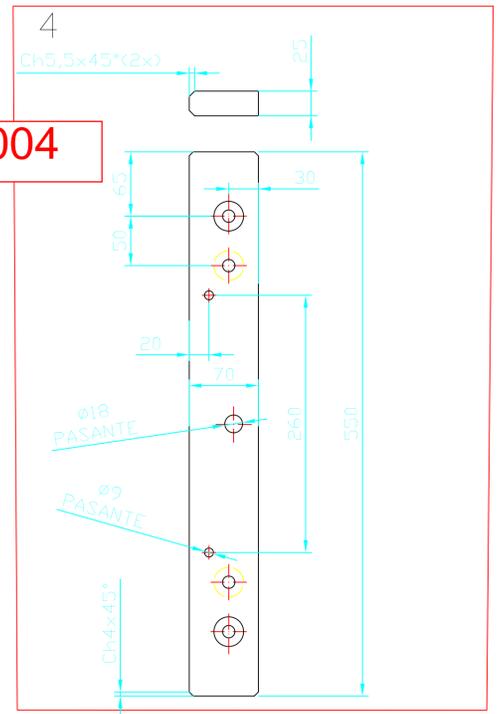
PLANO: EU14-30003



2	pletina soporte	10	X5CrNi18-10	pl. 40x95x6 mm	
2	pletina soporte	9	X5CrNi18-10	pl. 50x80x6 mm	
2	TAPA DE REDUCCION	8	X5CrNi18-10	brida Ø58x8 mm	
1	CAP Ø60.3x2.9	7	X5CrNi18-10		
1	CAP Ø88.9x3.2	6	X5CrNi18-10		
1	REDUCCION Ø60.3 a Ø48.3	5	X5CrNi18-10		
1	REDUCCION Ø88.9 a Ø48.3	4	X5CrNi18-10		
34	MANGUITOS R1/2"	3	X5CrNi18-10		
1	TUBO COLECTOR GAS	2	X5CrNi18-10	TUB. Ø88.9x2.3	
1	TUBO COLECTOR LIQUIDO	1	X5CrNi18-10	TUB. Ø60.3x2.9	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

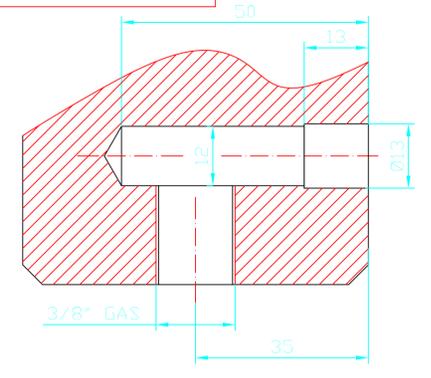
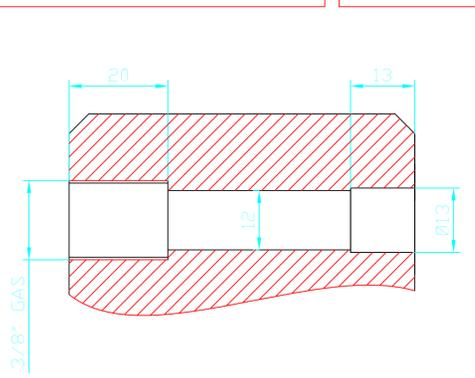


PLANO: EU14-30004

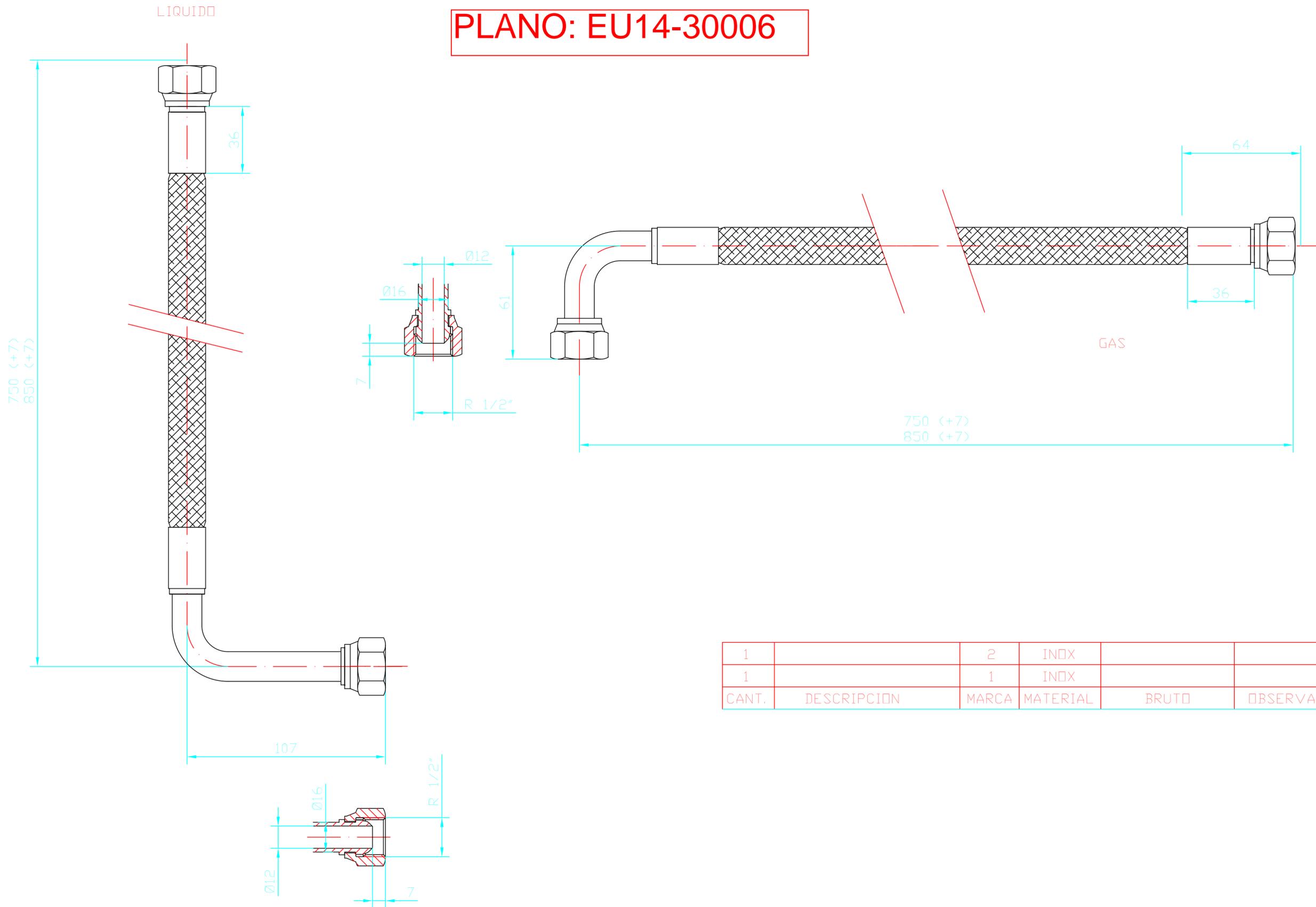


CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
2	TUBO CONEXION	5	AlMgSi0.5	TUB.Ø12,7x08,6x25	
1	TESTERO CIEGO	4	AlMgSi0.5	CHAPA e=25	
1	TESTERO PAR	3	AlMgSi0.5	CHAPA e=25	
1	TESTERO IMPAR	2	AlMgSi0.5	CHAPA e=25	
1	PLACA	1	AlMgSi0.5	ESTRUSION	

NOTAS:
 1. NO SE REPRESENTAN ALGUNAS LINEAS OCULTAS, DE CHAFLAN NI CAMBIOS DE CURVATURA, CON LA FINALIDAD DE SIMPLIFICAR EL DISEÑO.
 2. EN EL CONJUNTO SE REPRESENTA UNA PLACA PAR, LA IMPAR LLEVARÁ MONTADA EL TESTERO MARCA 2 EN LA POSICIÓN EN QUE ESTÁ DIBUJADO.
 3. SOLDADURA CONTINUA ENTRE PLACA Y TESTEROS, CON CIERRE ESTANCO. HACER PRUEBA DE ESTANQUEIDAD CON 30 Kg/Cm² DE AIRE Y POR INMERSIÓN.

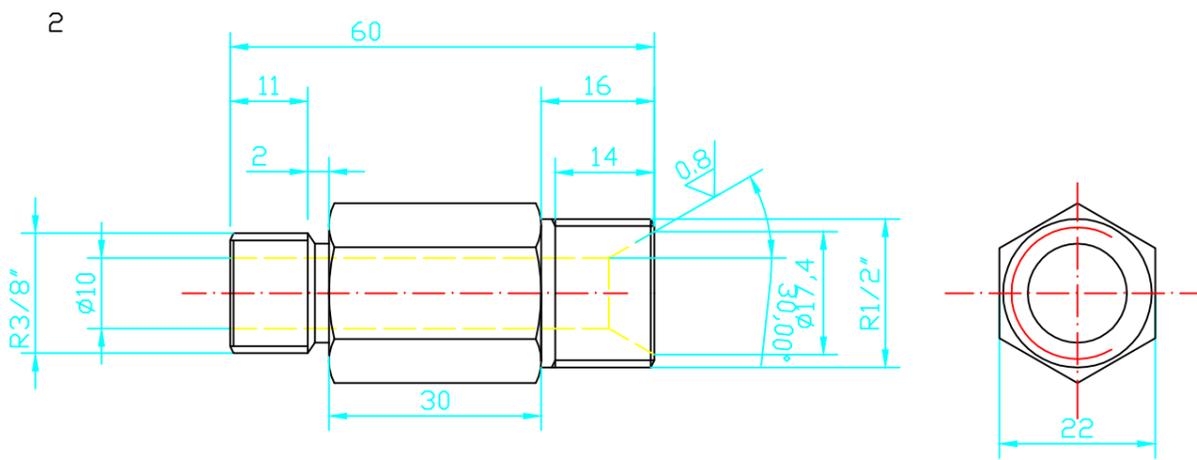
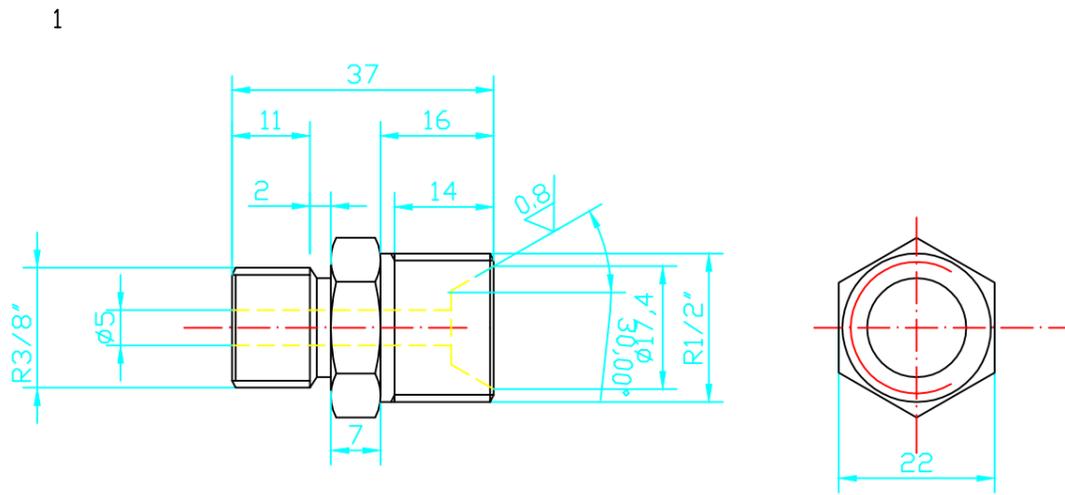


PLANO: EU14-30006



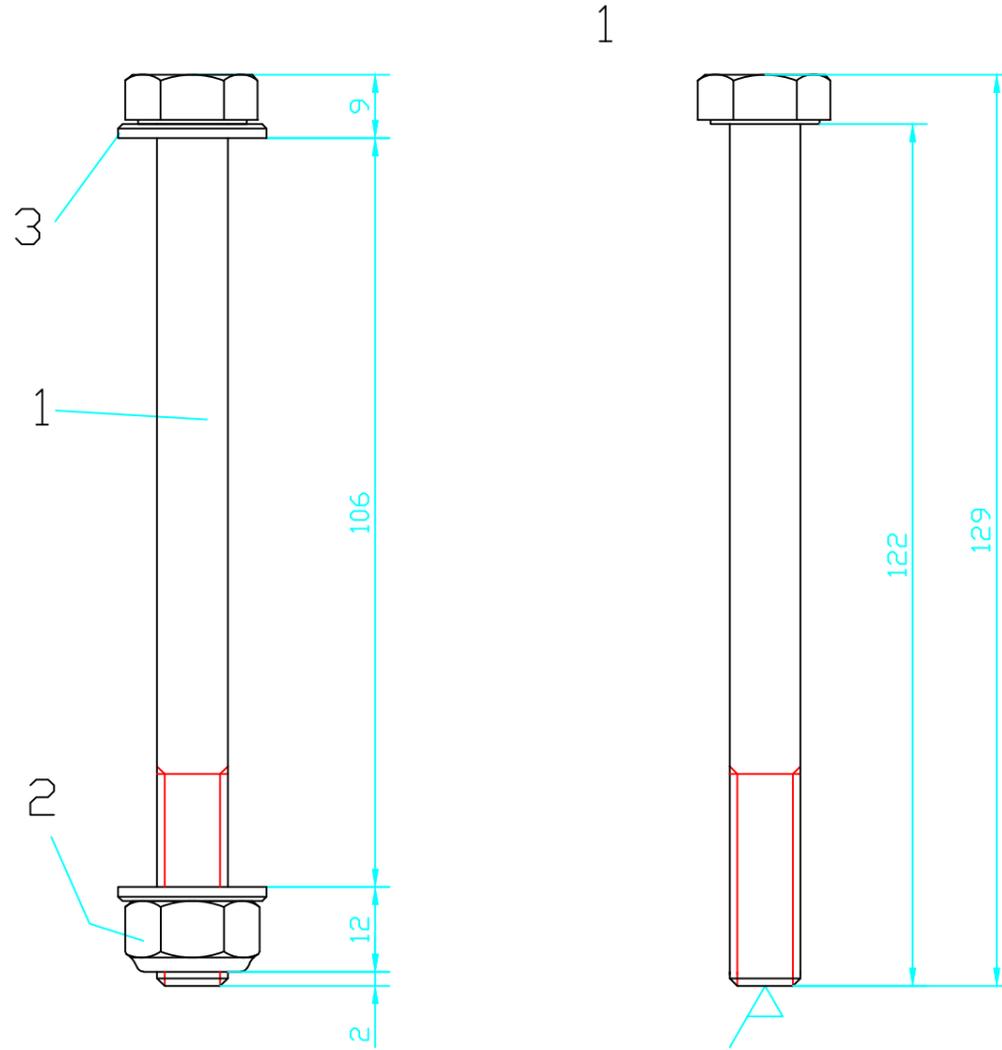
1		2	INOX		
1		1	INOX		
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

PLANO: EU14-30007



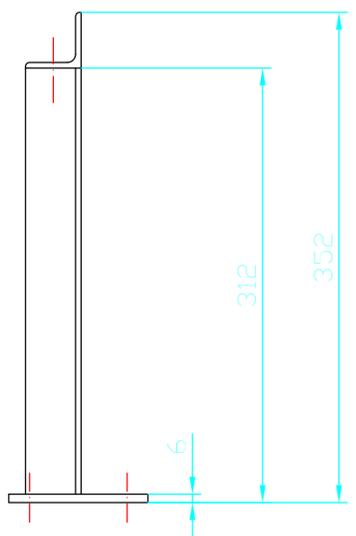
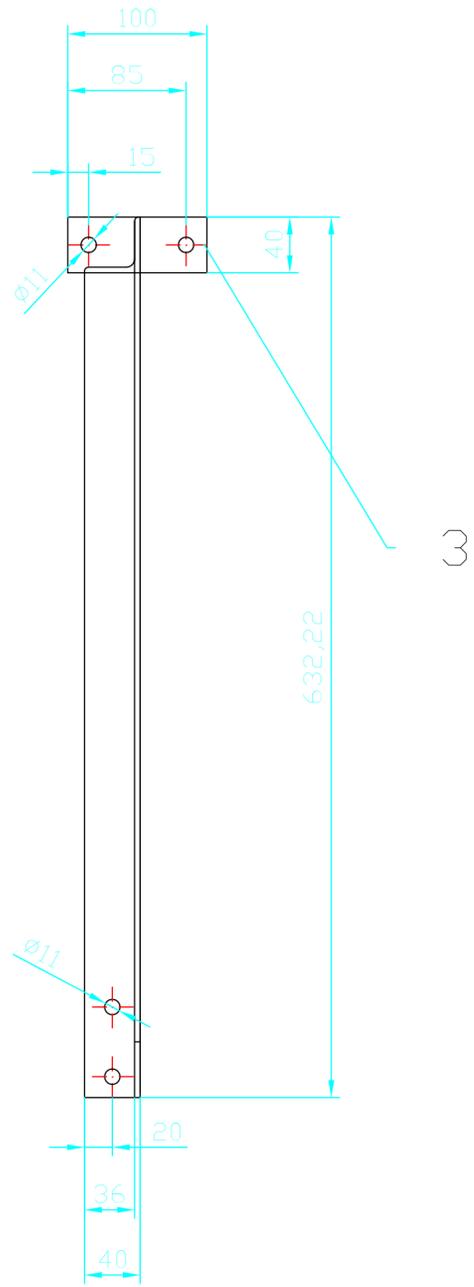
1	RACOR DE SALIDA	2	X5CrNi18-10	B. HEX. (22)	
1	RACOR DE ENTRADA	1	X5CrNi18-10	B. HEX. (22)	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

PLANO: EU14-30008

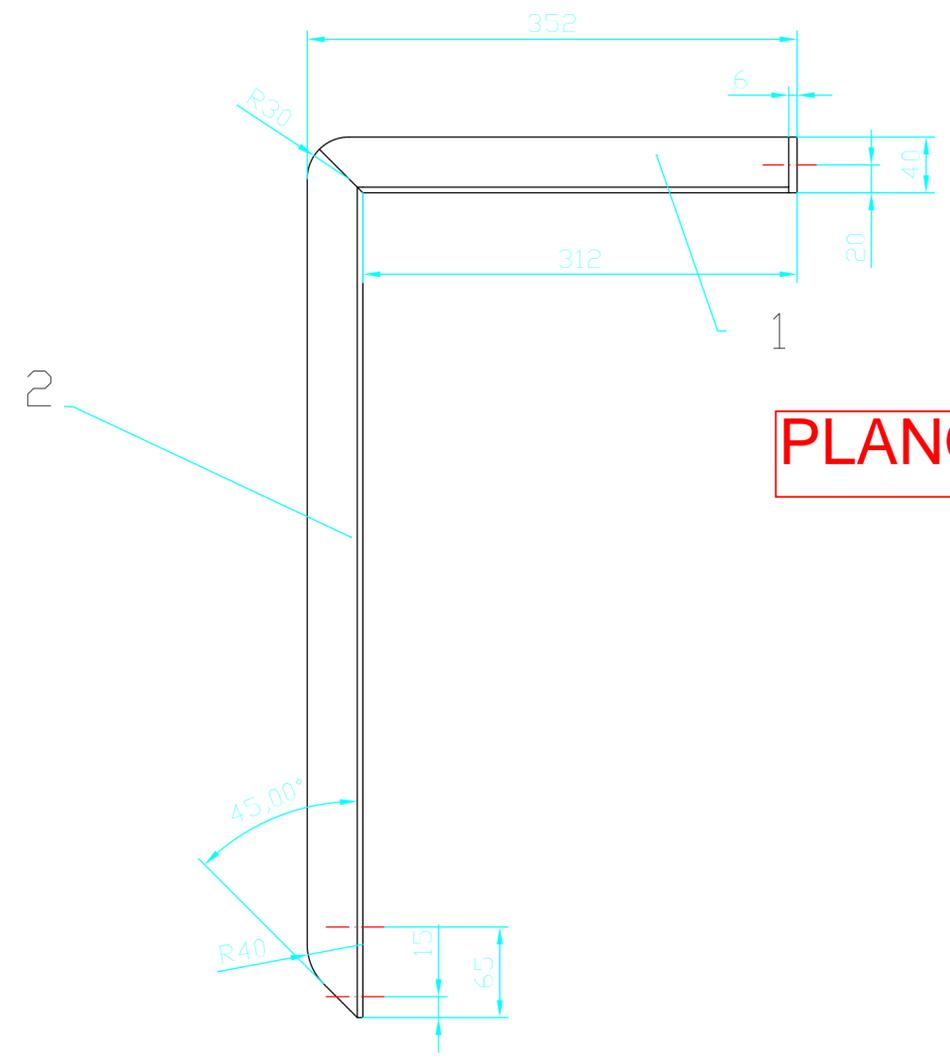


DIBUJO DEL TIRADOR
MONTADO EN EL TESTERO

2	ARANDELA	3	A2	DIN 125 M10	
1	TUERCA	2	A2	DIN 985 M10	
1	TIRADOR	1	A2	DIN 931 M10x140	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

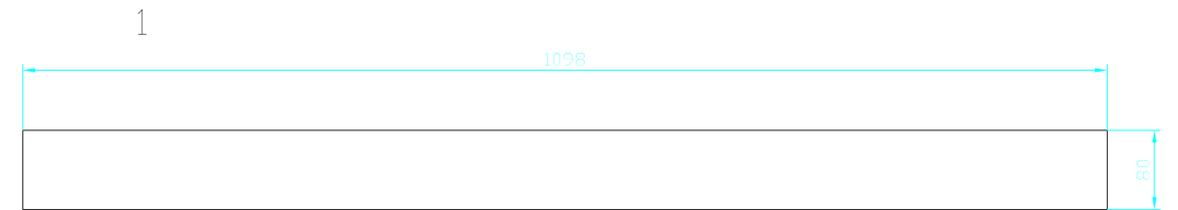
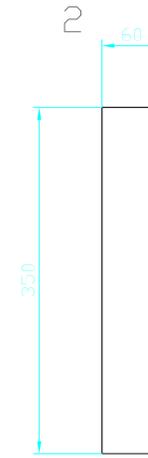
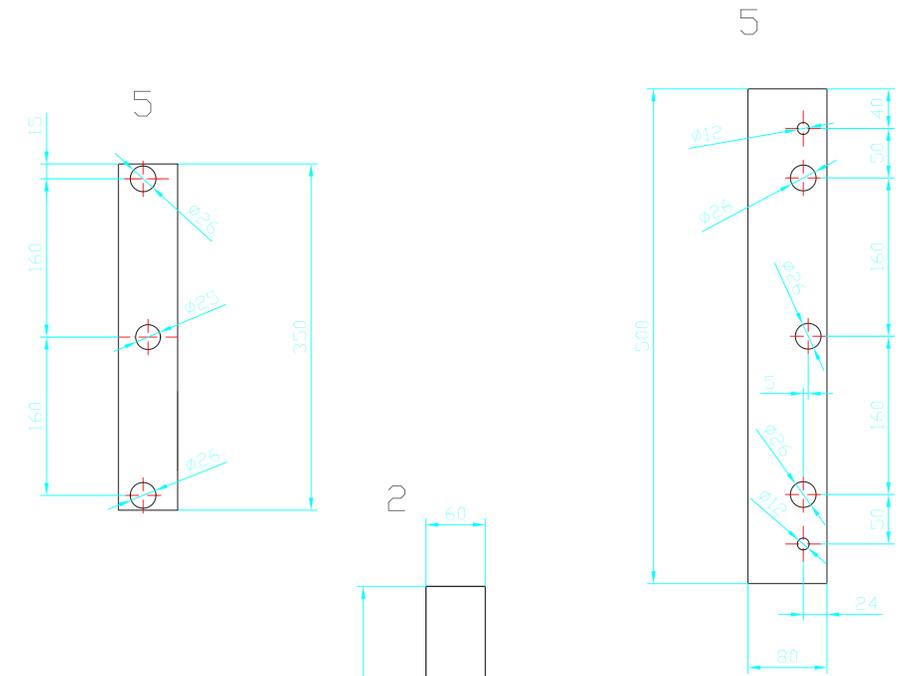
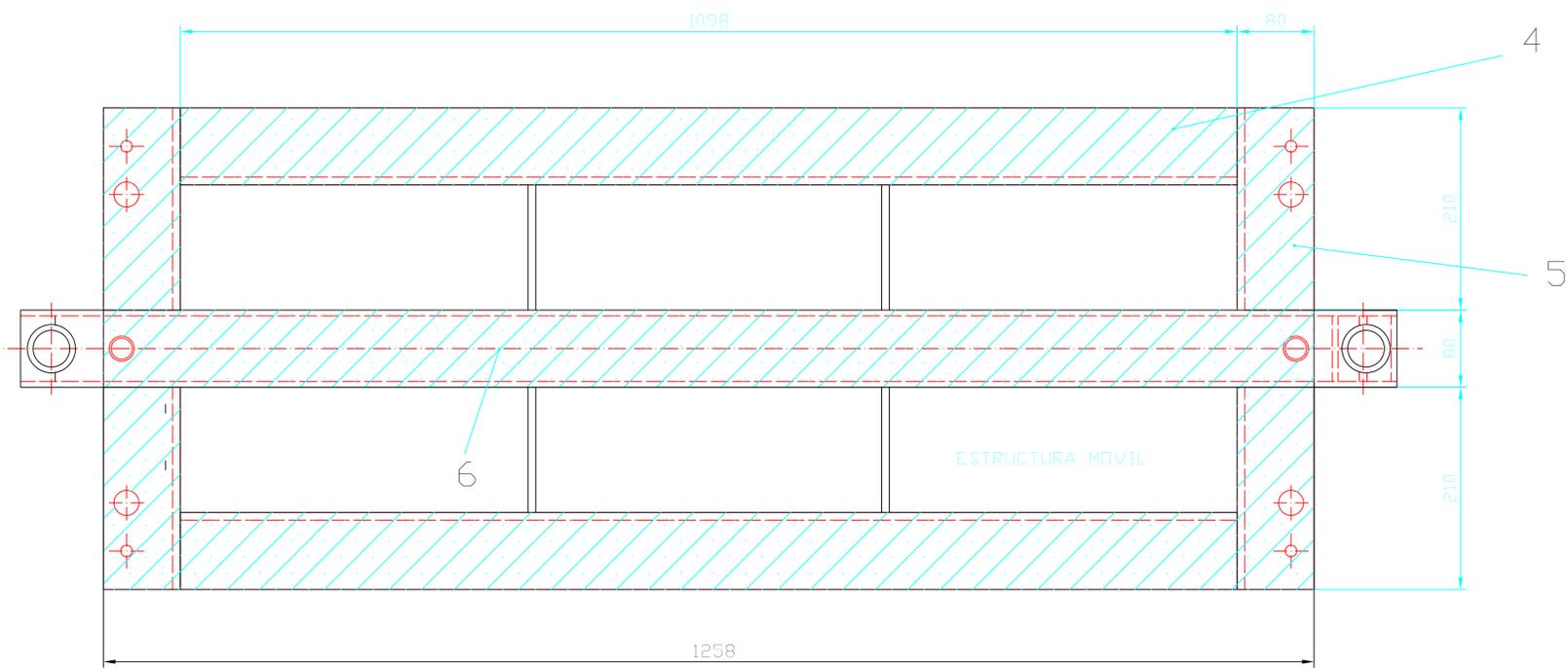
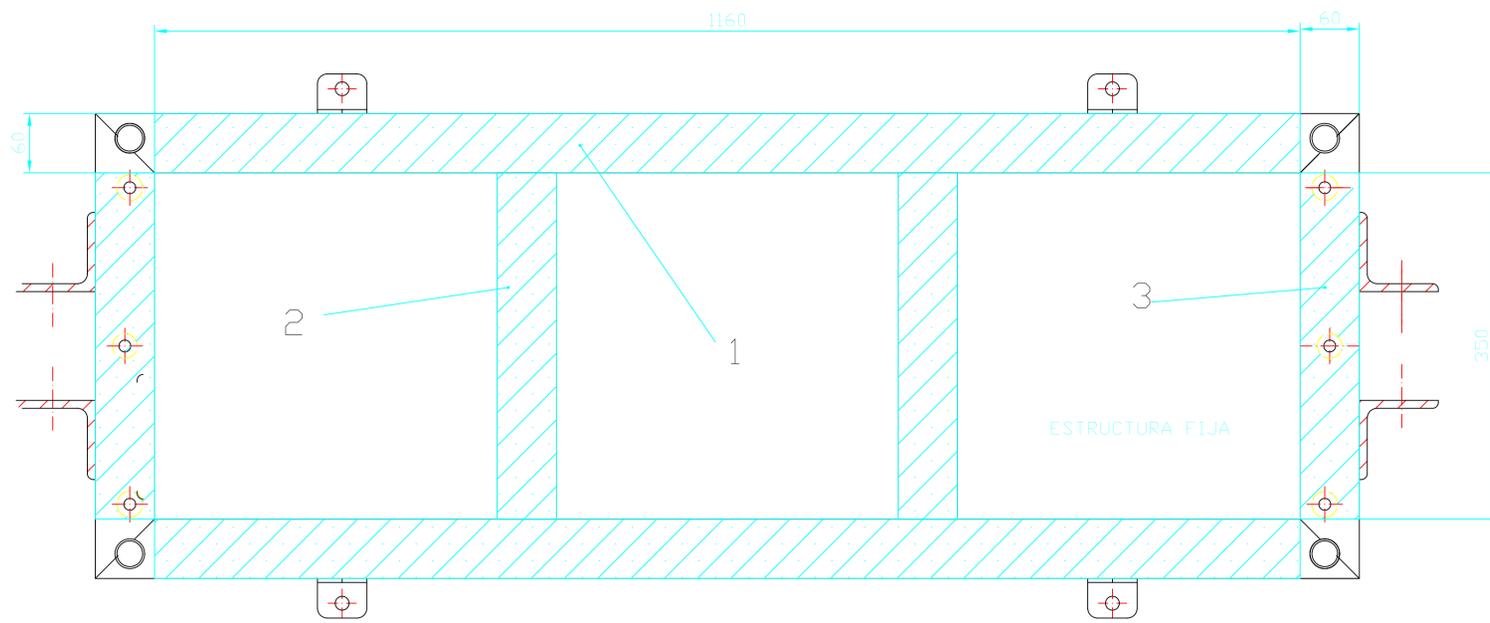


SOPORE COLECTOR GAS SUPERIOR



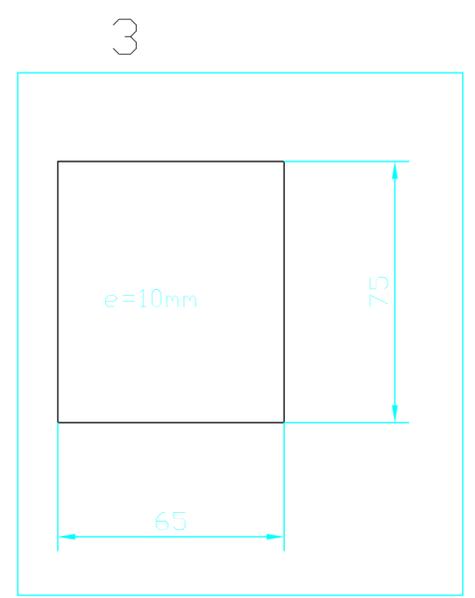
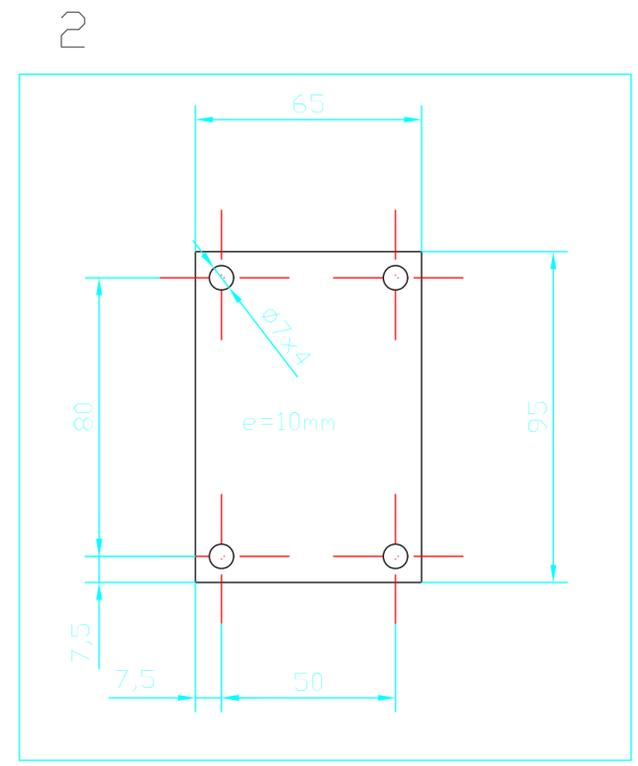
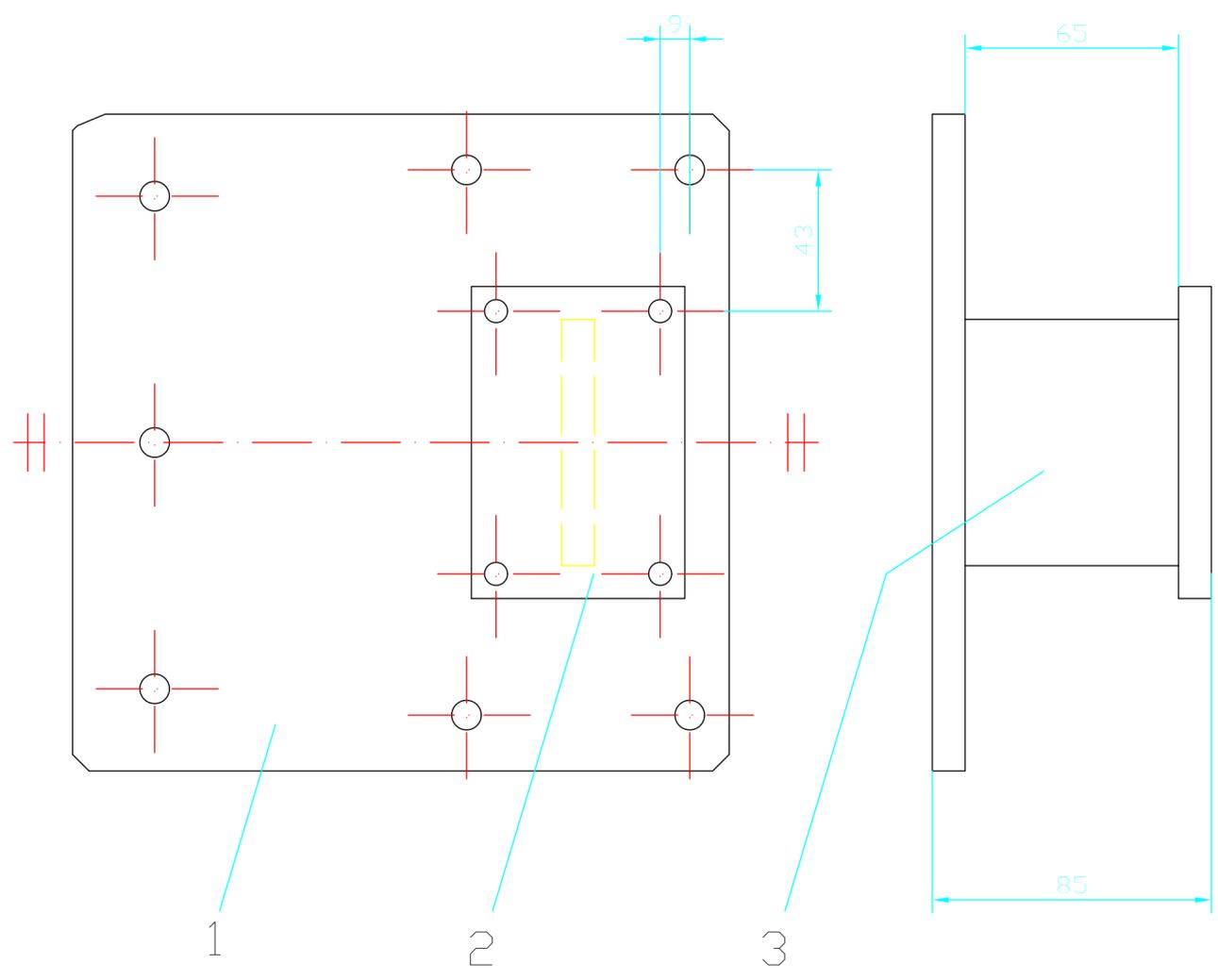
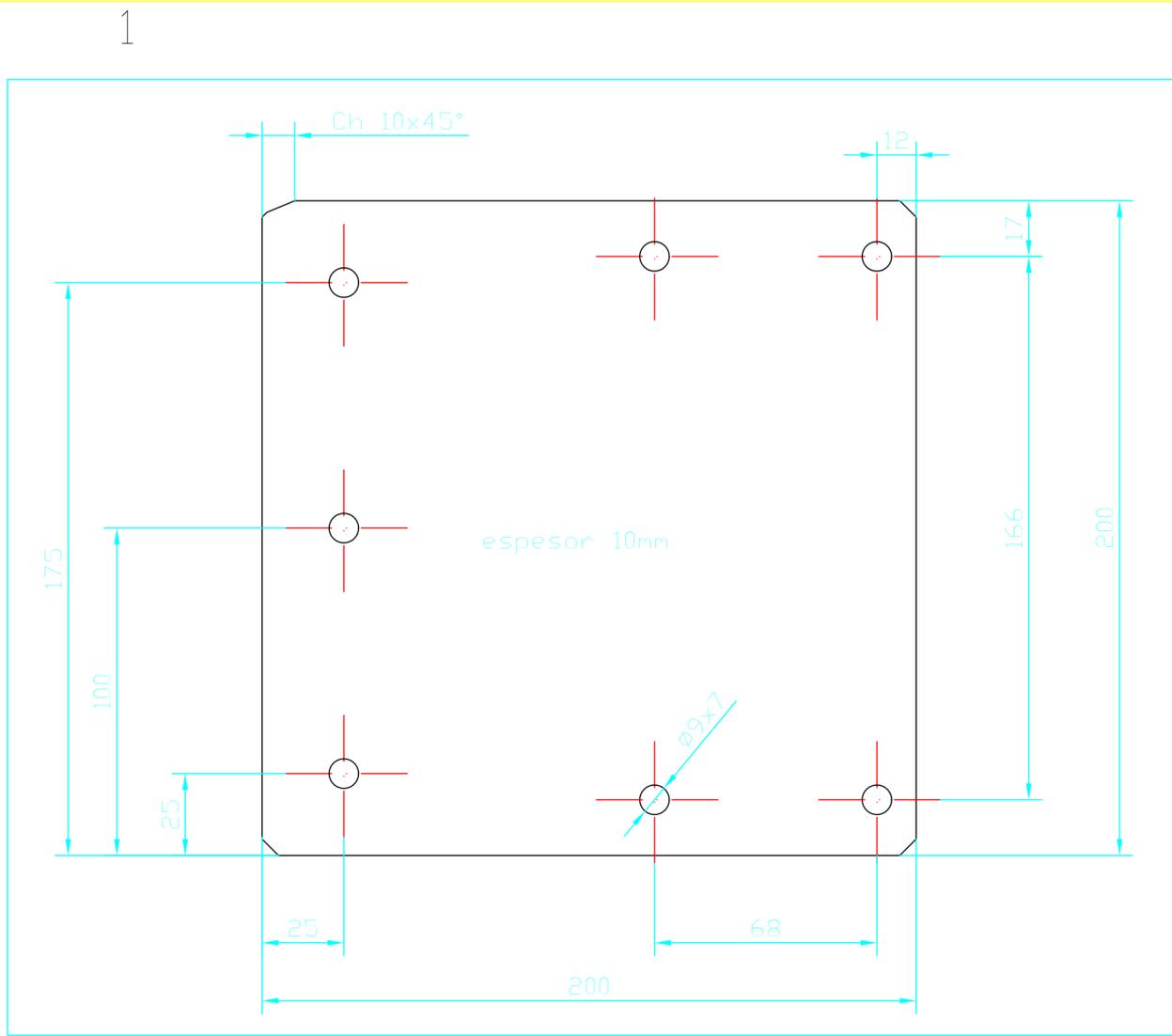
PLANO: EU14-30009

CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
1		3	X5CrNi18-10	CHAPA 6mm	
1		2	X5CrNi18-10	ANG.40X40	
1		1	X5CrNi18-10	ANG.40X40	



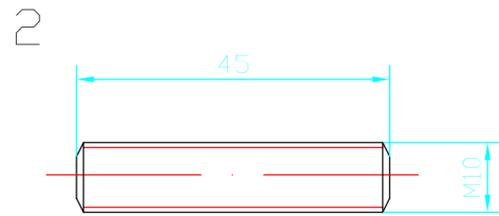
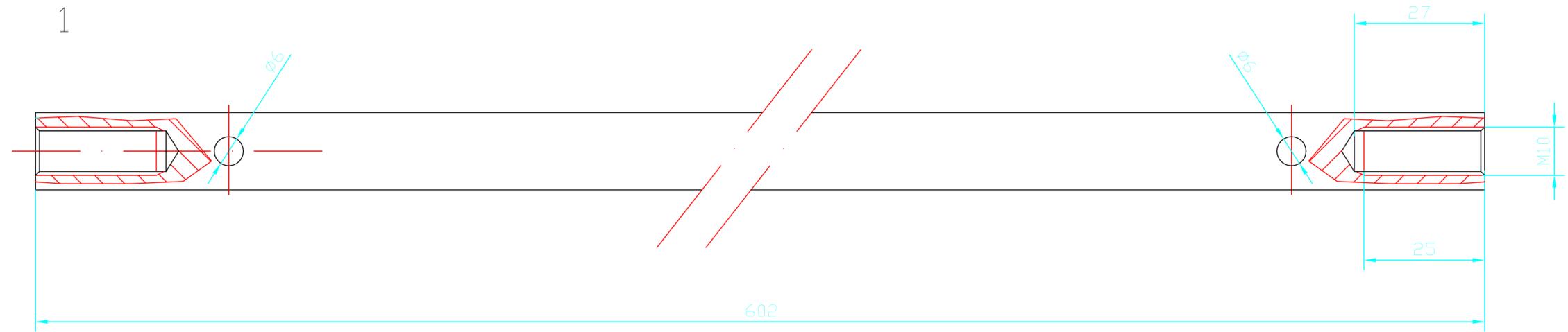
PLANO: EU14-30010

1		6	TEFLON	1258x80mm e=4	
1		5	TEFLON	1258x80mm e=3	
2		4	TEFLON	1098x80mm e=4	
4		3	TEFLON	210x80mm e=3	
4		2	TEFLON	350x60mm e=4	
2		1	TEFLON	1160x60mm e=4	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

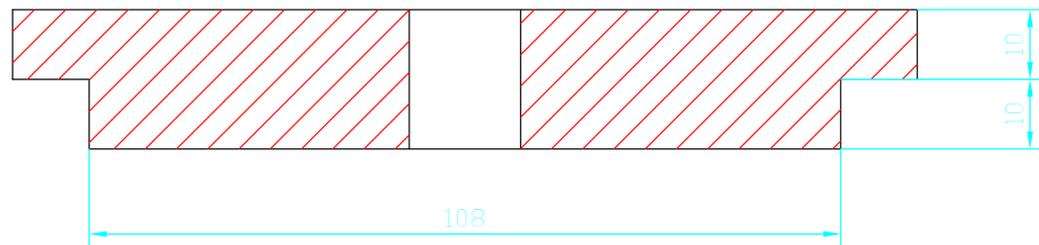
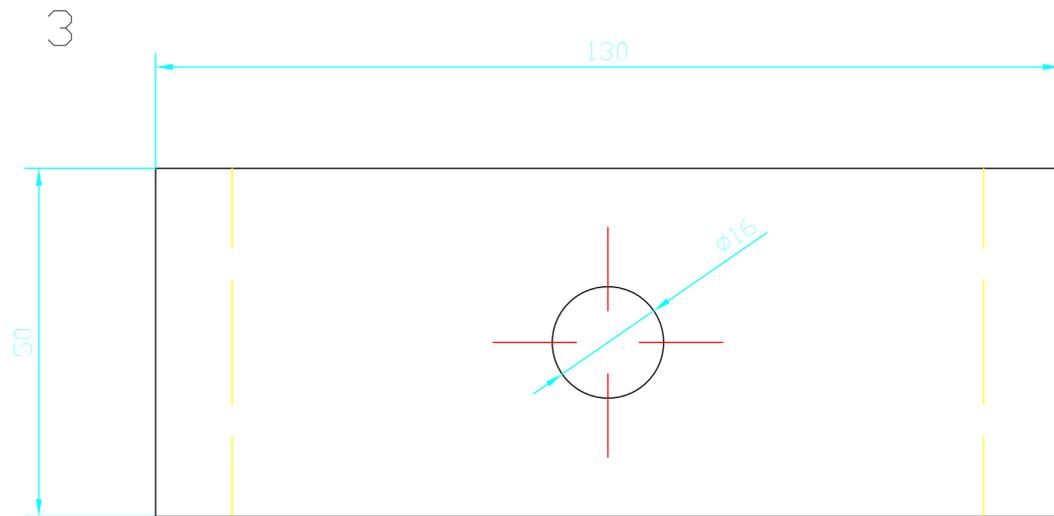


1	SOP. DISTRIBUIDORA	3	AISI 304	75x65x10	
1	SEPARADOR	2	AISI 304	95x65x10	
1	SOP. REGULADORA	1	AISI 304	200x200x10	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

PLANO: EU14-30011

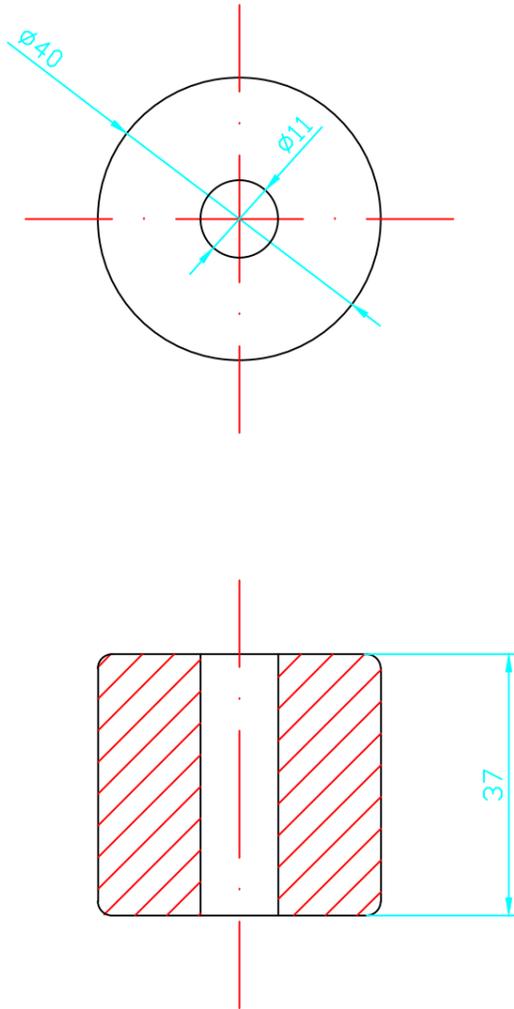


PLANO: EU14-30013

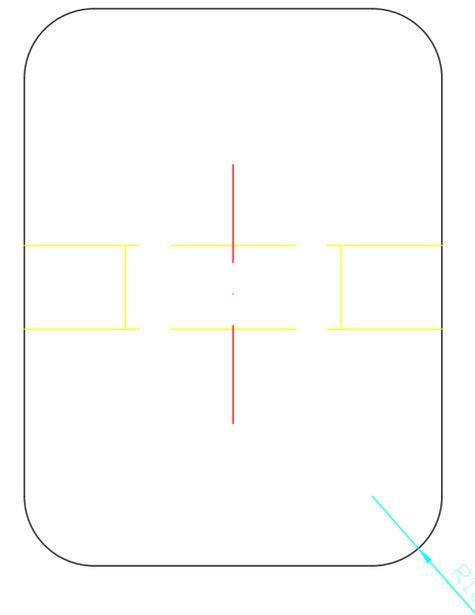
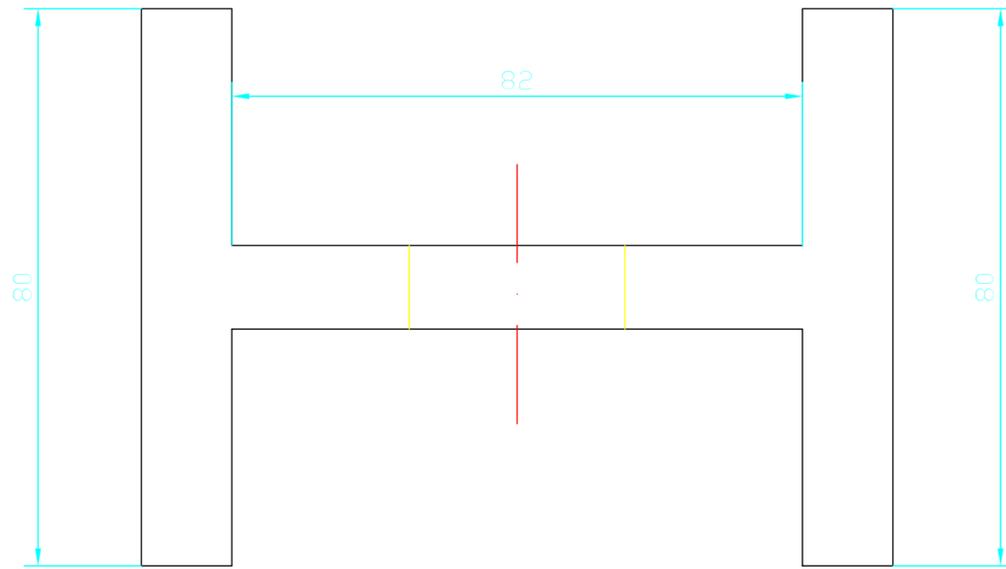


1	MORDAZA DE GUIA	3	AISI 304	PLETINA	FRESADA INTERIOR
1	ESPARRAGO	2	AISI 304	VAR. ROS. M10	
1	GUIA	1	AISI 304	VARILLA 16MM	CABEZAS ROSCADAS A M8
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

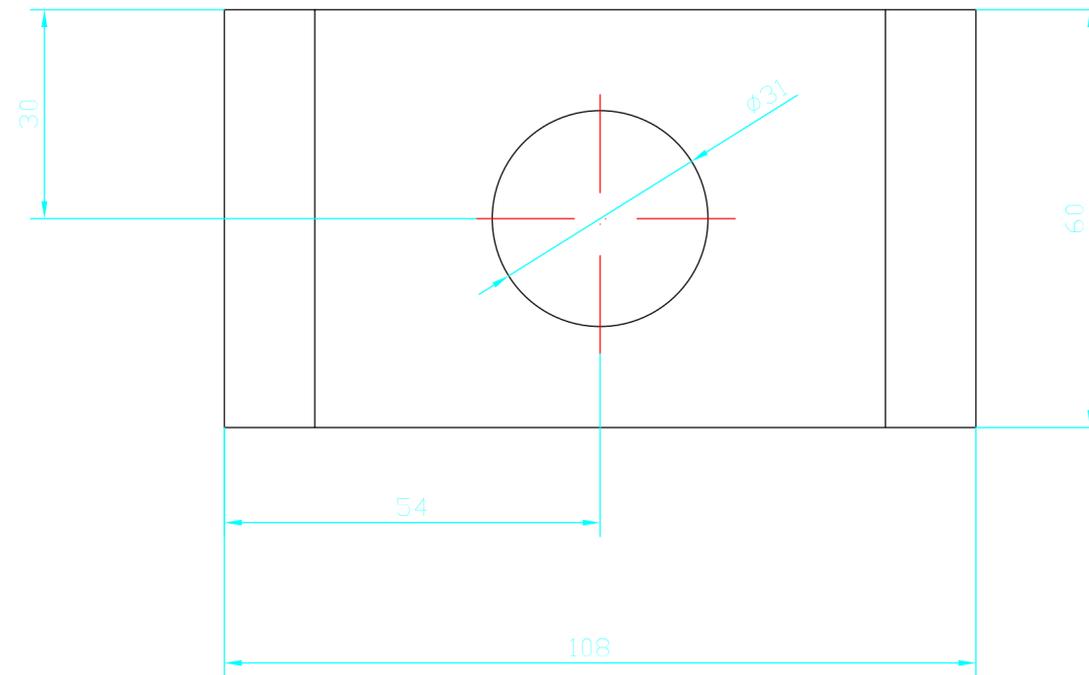
PLANO: EU14-30014



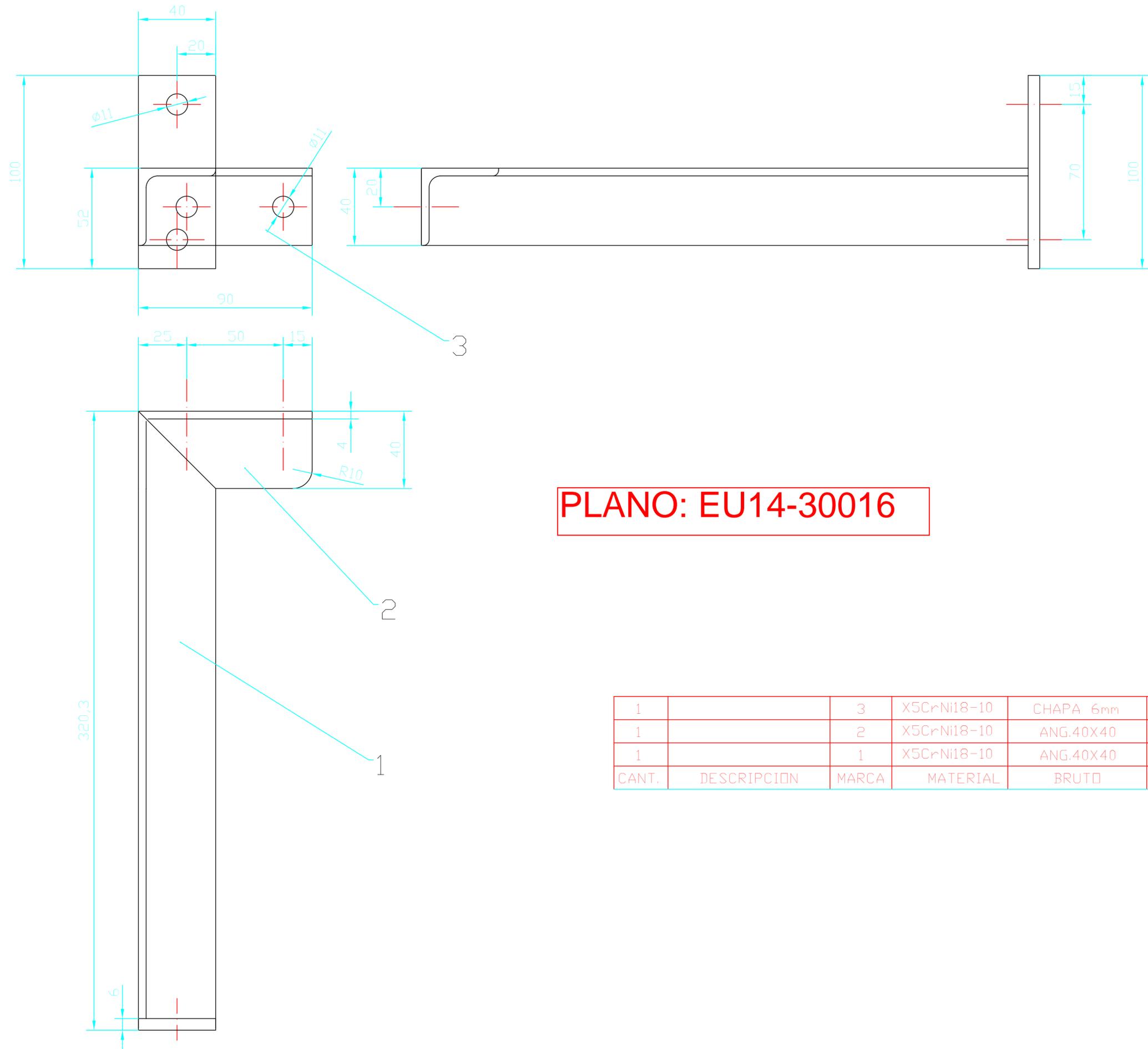
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
1			NYLON	ø40	



PLANO: EU14-30015

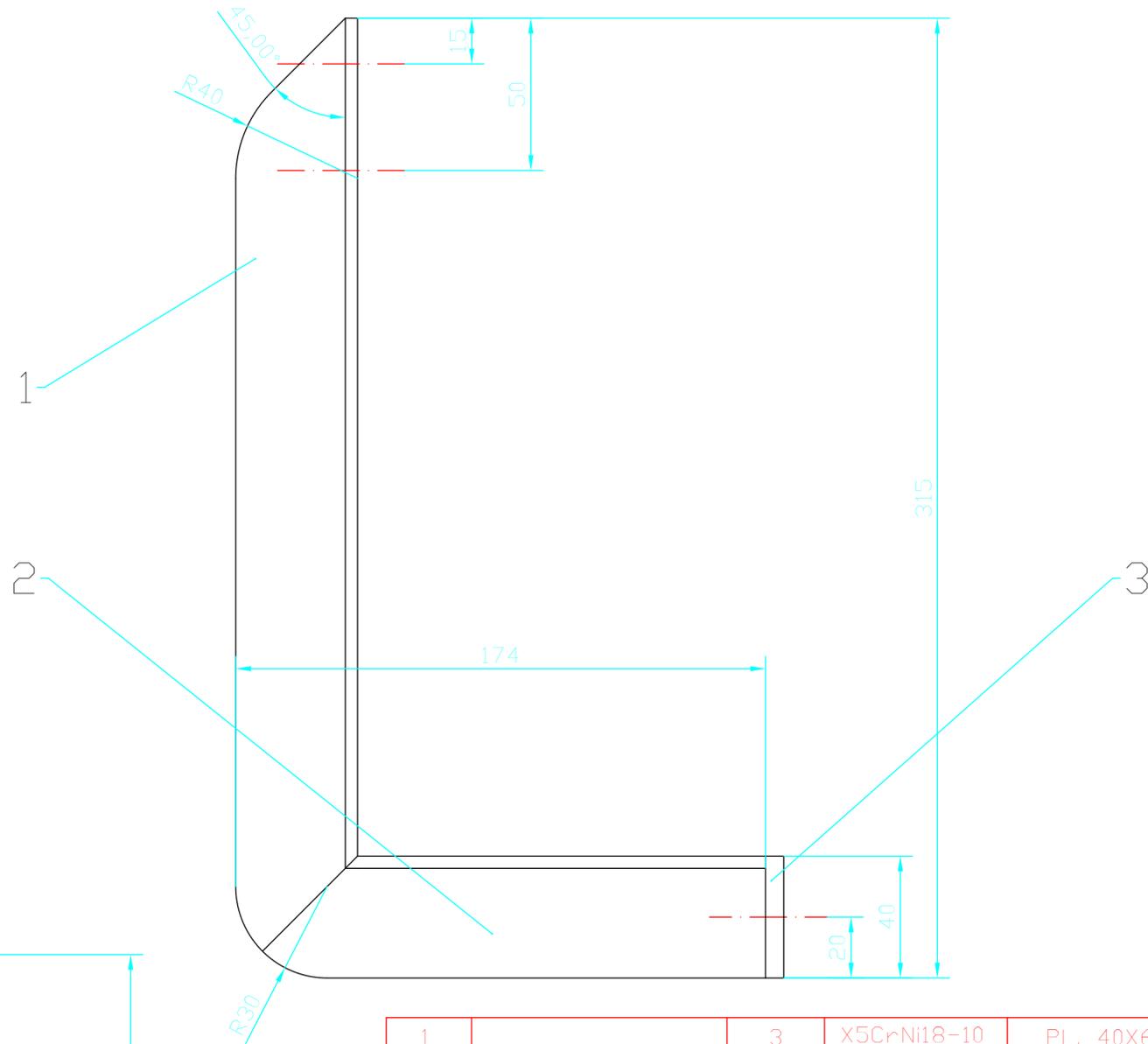
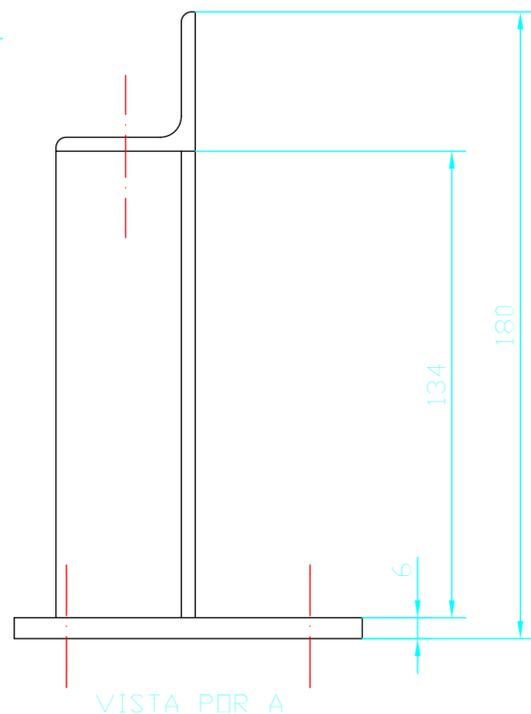
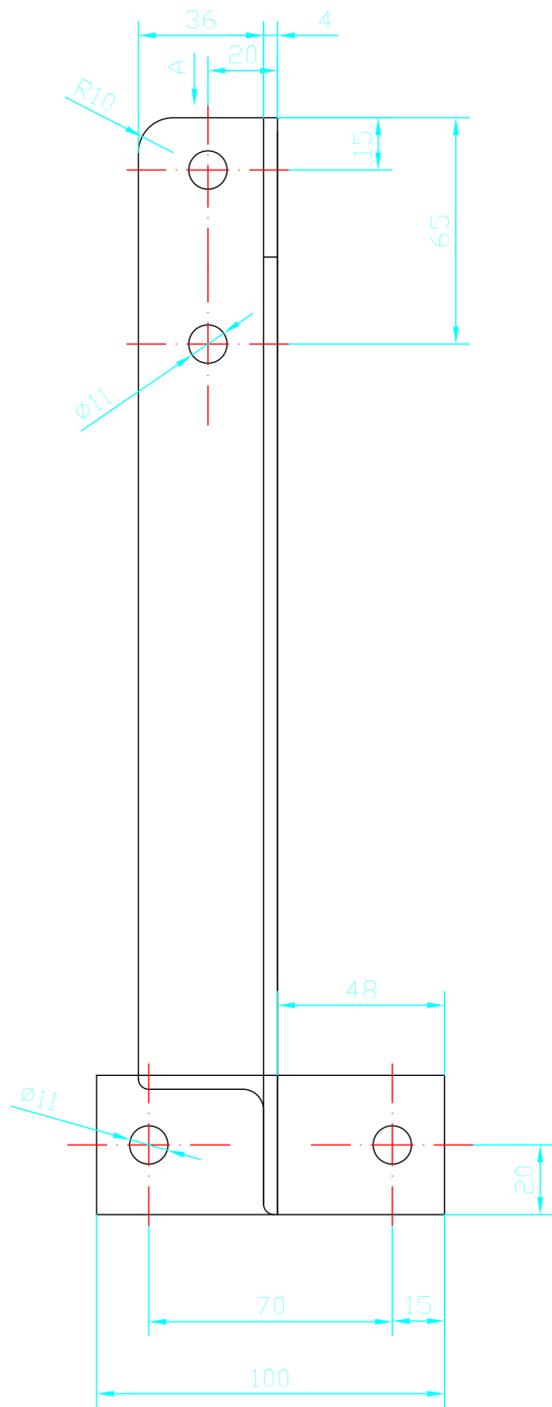


CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
			Teflón	DIN 931 M10x125	



PLANO: EU14-30016

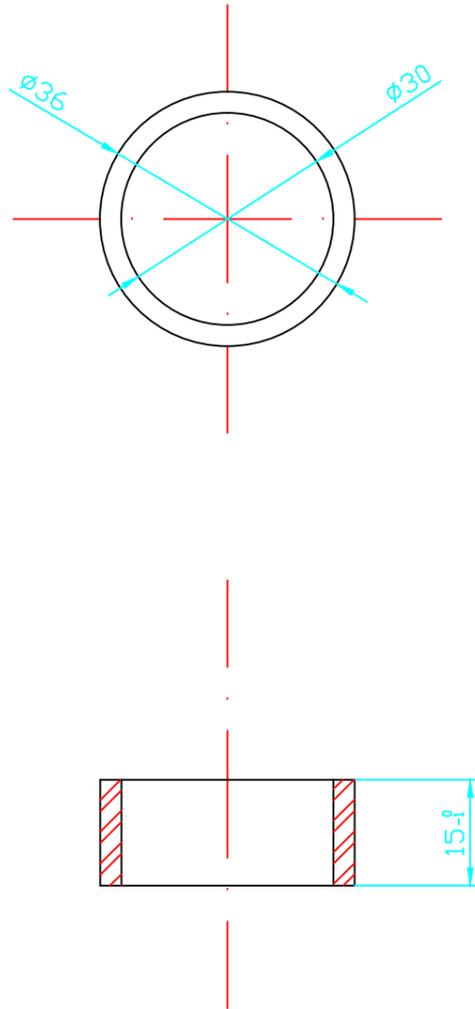
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
1		3	X5CrNi18-10	CHAPA 6mm	
1		2	X5CrNi18-10	ANG.40X40	
1		1	X5CrNi18-10	ANG.40X40	



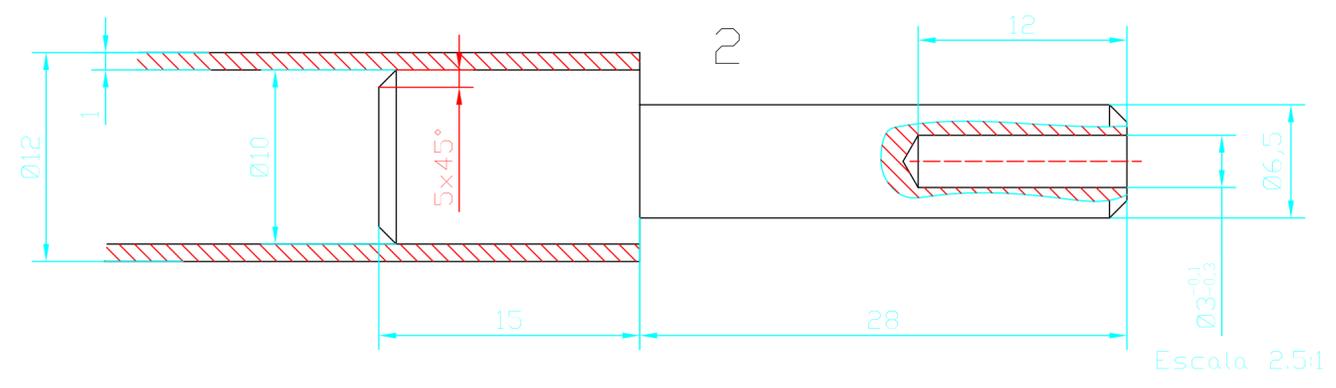
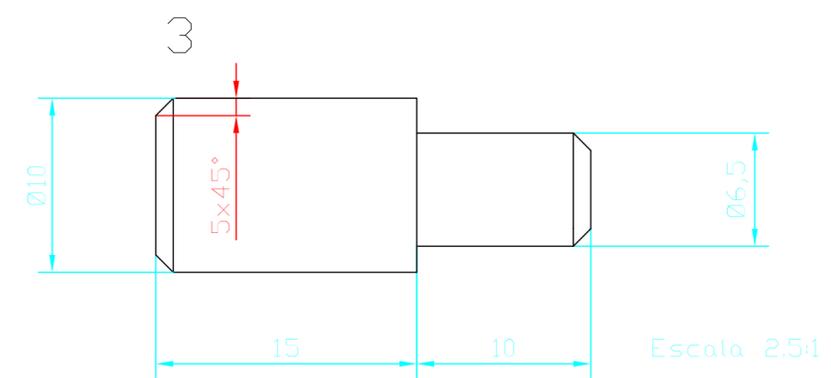
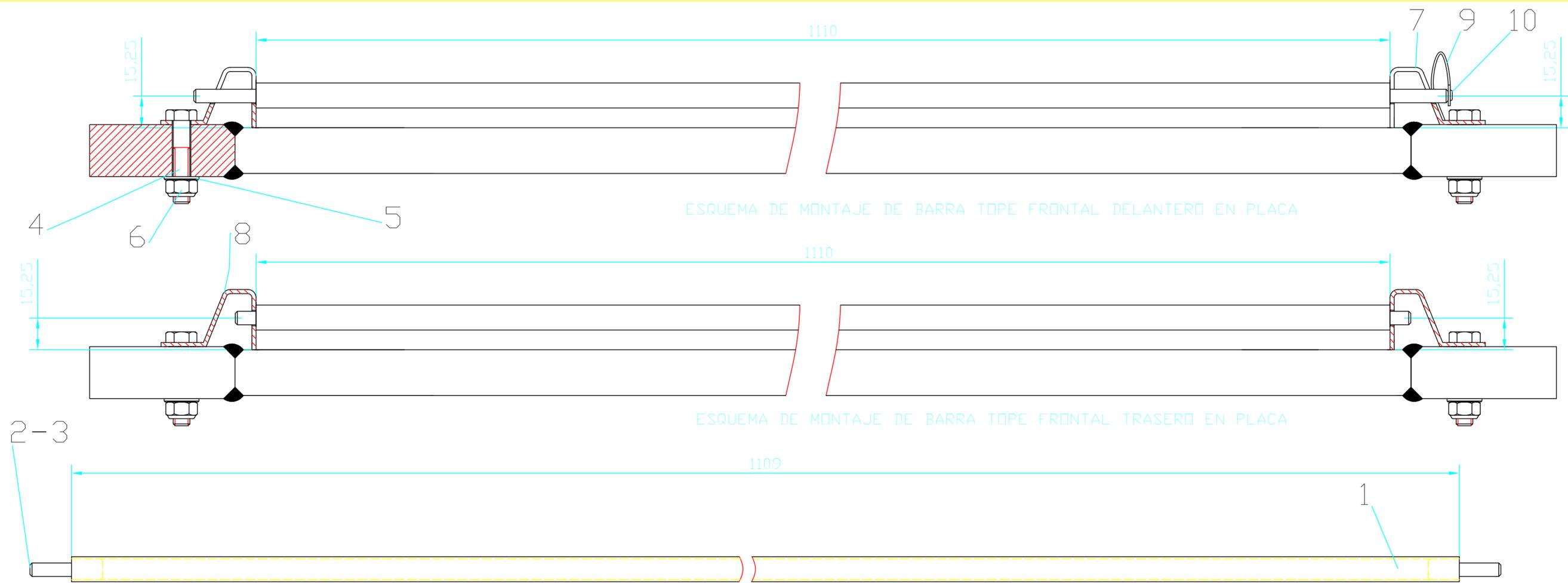
1		3	X5CrNi18-10	PL. 40X6mm	
1		2	X5CrNi18-10	ANG.40X40	
1		1	X5CrNi18-10	ANG.40X40	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

PLANO: EU14-30017

PLANO: EU14-30018

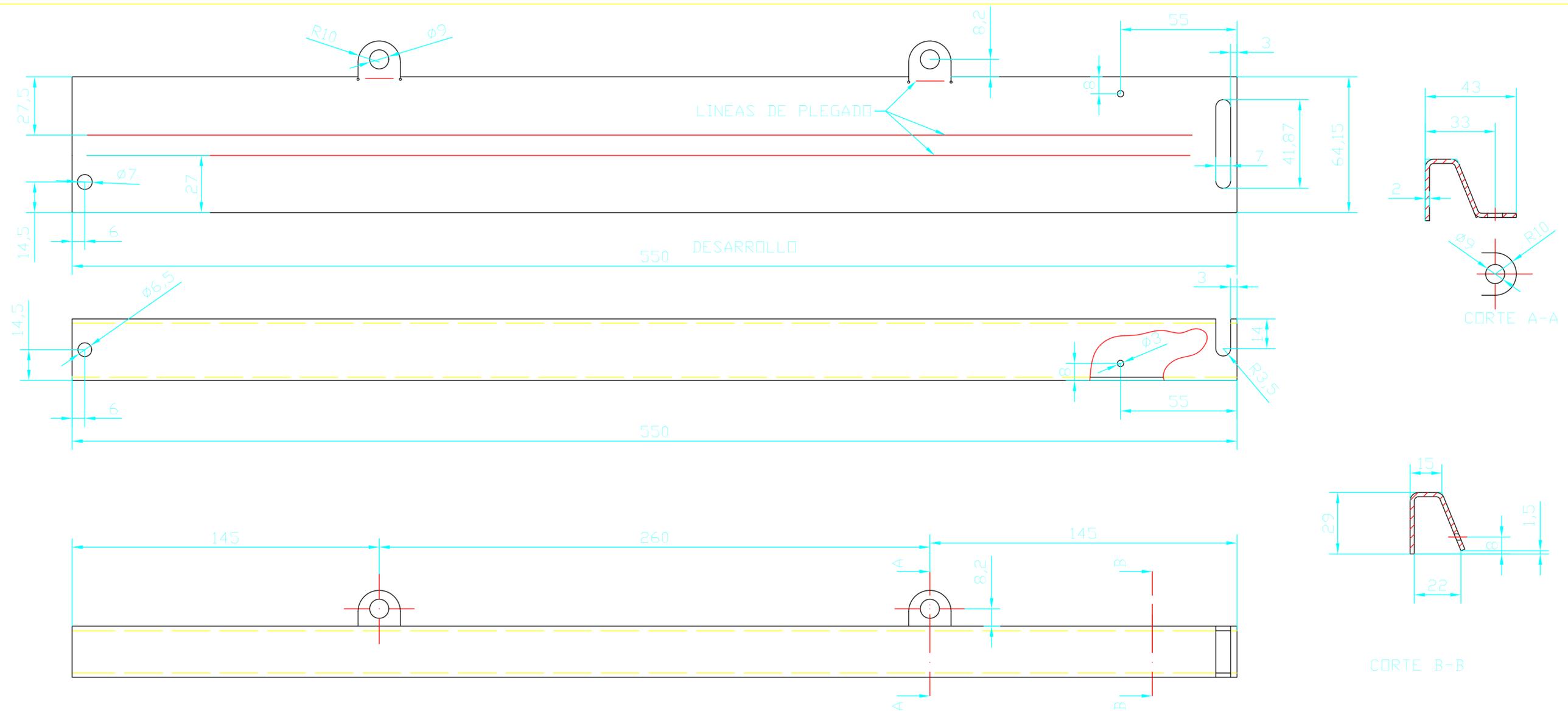


56			NYLON	ø40	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES



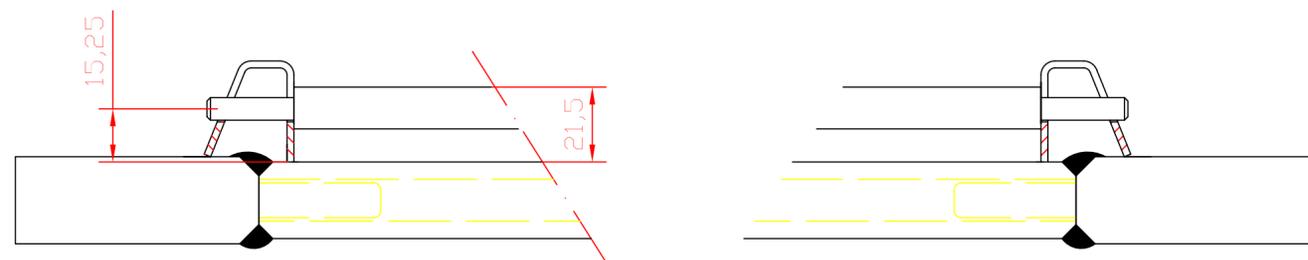
56	REMACHE Ø 3mm	10	X5CrNi18-10		
1	CABLE SUJECCION	9	X5CrNi18-10	EU14-40002	
14	TOPES LATERALES	8	X5CrNi18-10	EU14-40001	
14	TOPES LATERALES	7	X5CrNi18-10	EU14-40001	
56	TUERCA M 8	6	A4		DIN 985
56	ARANDELA 8	5	A4		DIN 125
56	TOR. 8X40mm	4	A4		DIN 931
28	TAPON TRASERO	3	X5CrNi18-10	Ø10	EN BARRA TOPE TRASERA
28	TAPON DELANTERO	2	X5CrNi18-10	Ø10	EN BARRA TOPE DELANTERA
28	BARRA DE TOPE	1	X5CrNi18-10	TUBO Ø12x1	
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES

PLANO: EU14-31005



NOTA: PLEGAR 14 COMO INDICA EL PLANO Y LOS OTROS 14 SIMÉTRICOS

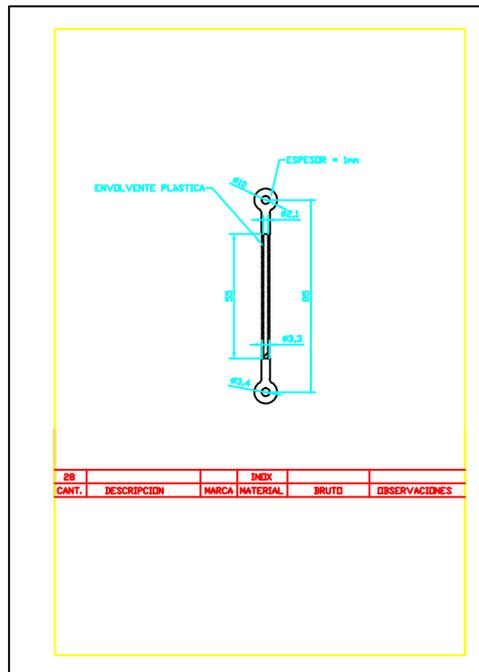
CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MATERIAL	BRUTO	OBSERVACIONES
			AISI 304	Chapa 2mm	PLEGADAS A MANO CONTRARIA
			AISI 304	Chapa 2mm	PLEGADAS COMO EN PLANO



ESQUEMA DE MONTAJE DE VARILLAS DE TOPE FRONTAL SOBRE CHAPA DE TOPE LATERAL

PLANO: EU14-40001

PLANO: EU14-40002



INDICE

1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE FABRICACIÓN.....	2
2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS EMPLEADOS... 5	5
2.1. MATERIA PRIMA	5
2.1.1. X5CRNI18-10	5
2.1.2. AL MG SI, 0.5 T6.....	6
3. PRODUCTOS COMERCIALES.....	7
3.1. SISTEMA HIDRÁULICO.....	7
3.2. SISTEMA FRIGORÍFICO.....	11
3.2.1. MANGUERAS FLEXIBLES:	11
3.2.2. PERFIL EXTRUSIONADO PARA PLACAS.....	12
4. CONDICIONES DE SEGURIDAD DEL EQUIPO	13
4.1. EQUIPAMIENTO FRIGORÍFICO.....	13
4.2. EQUIPAMIENTO PRESURIZADO	13
4.3. EQUIPAMIENTO MECÁNICO.....	14
5. COMPATIBILIDAD DE MATERIALES CON PRODUCTOS ALIMENTARIOS.	15
6. IDENTIFICACIÓN Y MODIFICACIONES DE LOS PLANOS	16
7. GARANTÍAS	18

1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE FABRICACIÓN.

En lo que sigue se entenderá como:

Ingeniería: A la entidad o persona responsable del presente proyecto del Armario Congelador de Placas Horizontales.

Fabricante: A la entidad o persona responsable de la fabricación del armario según los contenidos del proyecto.

Suministrador o Proveedor: A la entidad o persona responsable del suministro de materia prima o elementos comerciales al fabricante.

Cliente: El destinatario final del armario congelador por la puesta en marcha en su instalación, independientemente del uso que haga de él, aún cuando éste sea la venta a un tercero.

El armario congelador objeto del presente proyecto, será construido por el fabricante de acuerdo a los planos que se incluyen en el apartado correspondiente, y con arreglo a todas las disposiciones descritas en es pliego de condiciones.

Toda la documentación que se genere con la fabricación de cada una de las unidades del equipo y en especial:

- Informes de control dimensional

- Certificados de materiales.
- Certificados de pruebas y ensayos.
- Certificados de conformidad con cumplimientos de normas y/o directivas, ya bien sea los exigidos al propio equipo o a componentes instalados.
- No conformidades generadas durante la fabricación.

Serán recogidas en un dossier, en cuyo exterior se identifica claramente y al menos:

La identificación del fabricante.

La identificación del cliente.

La fecha de entrega.

El número de serie del equipo.

El fabricante deberá estar en posesión de un sistema de aseguramiento de la calidad basado en las disposiciones de la norma ISO 9000, o en su defecto, establecer unos procedimientos adecuados, para controlar todo el proceso de fabricación, desde la recepción de los materiales hasta el embalaje final, de modo que la trazabilidad del equipo sea posible.

El fabricante no deberá transmitir la documentación incluida en este proyecto a terceros sin el conocimiento y aprobación de la ingeniería (el autor).

La documentación incluida en este proyecto sólo deberá ser utilizada para la producción del armario congelador en el descrito.

Cualquier modificación en el proyecto, o desviación en los procedimientos de fabricación de lo especificado deberá ser comunicada a la ingeniería por escrito para que esta tome las medidas oportunas y tome la decisión que considere más conveniente, la cual comunicará de nuevo por escrito a quien la solicite.

La ingeniería se reserva el derecho de hacer un seguimiento exhaustivo de al menos las dos primeras unidades de fabricación, como medio de comprobación y sin ánimo de interferencia con el organismo notificado encargado de establecer el aprobado CE.

Si durante este seguimiento o como consecuencia de observaciones posteriores, o modificaciones de la ley, la ingeniería se reserva el derecho u obligación (si es que la legislación así lo requiere), de modificar los planos o especificaciones incluidas en el presente proyecto y que figurarán como anexos en el pliego de condiciones y reflejados en una tabla de control de cambios que se añadirá como primera hoja del pliego. Cada anexo incluido, contará con el visado correspondiente del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales.

2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS EMPLEADOS.

2.1. MATERIA PRIMA

Los materiales aptos para fabricación, son los indicados en los planos constructivos. Se exponen las características técnicas de cada uno de ellos, que serán validadas por el fabricante con el certificado de calidad de materiales que ha de aportar el suministrador.

2.1.1. X5CrNi18-10

Simbólica X5CrNi 18-10

Numérica 1.4301

Equivalencia en otras normas comúnmente conocidas:

(AISI 304, UNE F-3504)

Debe cumplir con todas las normas armonizadas que se incluyen en el Anexo 6 información técnica en un extracto de lo BOE núm. 290 Resolución 23648 por la que se acuerda la publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999

Acero inoxidable austenítico, es el más comúnmente utilizado de toda la serie. Combina unas características mecánicas excelentes con una alta resistencia a los medios corrosivos entre -268°C y 650°C. Se utiliza

fundamentalmente en la industria química en general, alimentación, refinerías, industria lechera...

2.1.2. Al Mg Si, 0.5 T6

Equivalencia con otras normas (A.A. 6060/6063 T6, UNE L-3441)

Debe cumplir con todas las normas armonizadas que se incluyen en el Anexo 6 información técnica en un extracto de lo BOE núm. 290 Resolución 23648 por la que se acuerda la publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999

Es una aleación de aluminio de elevadas características con resistencia a corrosión buen en ambiente marino, y excelentes en ambiente rural e industrial, que se presta muy apto para un tratamiento de anodizado de protección.

El estado T6 consiste en un tratamiento de bonificado, por el cual mejora sus características. Es imprescindible, exigir al fabricante, el estado T6, ya que en otras condiciones cambian, la resistencia y comportamiento del material.

La conductividad térmica en este estado es de 170 W/m⁰K.

3. PRODUCTOS COMERCIALES.

Se deberá fabricar el equipo con los componentes indicados en los planos de fabricación y listas de materiales.

El fabricante deberá incluir en su formato de pedido un leyenda que indique que el suministrador deberá entregar todos los productos con marcado CE, ensayos exigibles o legislación aplicable, indicando en su factura o documento anexo que se cumplen todos los requisitos. En caso de no ser aplicable, ninguno de ellos una declaración conforme a que el producto que comercializa, no está sujeto a legislación alguna que obligue a cumplir con los requisitos mencionados.

A continuación se describen las características técnicas de cada uno de ellos las cantidades se refieren en los planos y listas partidas de materiales:

3.1. SISTEMA HIDRÁULICO

Estará compuesto de los siguientes elementos, de los cuales se da muestra de catálogo con más características técnicas en el ANEXO VI (Información técnica)

DEPÓSITO DE ACERO

Marca: OLEOD. REGGIANA REF. V60303048

MOTOR 2 CV. B5 1500 RPM 220/380

Marca: OLEOD. REGGIANA REF. B144PT902CV

ACOPLAMIENTO 1.5 CW 2 CW (MOTOR 90)

Marca: OLEOD. REGGIANA REF. F36100003

CARCASA MOTOR (CAMPANA)

Marca: OLEOD. REGGIANA REF.F27010003

BOMBA DE ENGRANAGES 4.4 CM³

Marca: OLEOD. REGGIANA REF.V606030008

KIT DE ASPIRACIÓN

Marca: OLEOD. REGGIANA REF.V602030003

TAPÓN 1/2" DE VACIADO

Marca: OLEOD. REGGIANA REF.TB050801/OR

NIVEL TERMOMÉTRICO

Marca: ATOS LVA1TA

VALVULA DE SEGURIDAD LLAVE

Marca: OLEOD. REGGIANA REF. CMP10C2002

VALVULA DE AISLAMIENTO PARA MANÓMETRO

Marca: ATOS AQMO06/T

MANOMETRO 1/4" - 200 BAR

Marca: NEWVALME

MANOMETRO 1/4" - 200 BAR CON TESTIGO REGISTRO ALTA

Marca: NEWVALME

PLACA BASE 1-DH LAT

Marca: ATOS REF. 5077

FILTRO DE RETORNO + CARTUCHO

Marca: ATOS REF. MPF0301AG1S + MF0301P25NB

DISTRIBUIDOR MANUAL

Marca: ATOS REF. DH0110

VALVULA DE SEGURIDAD

Marca: ATOS REF. HM014/210

DIVISOR DE CAUDAL RS 4.23 + 4.23

Marca: CASAPPA 271RF4.2JB

ANTIRRETORNO CARTUCHO MUELLE 0.5 BAR

Marca: OLEOF. REGGIANA REF. VRC06

CILINDRO DE DOBLE EFECTO

Diámetro del vástago 40mm

Diámetro del émbolo 63 mm

Carrera de trabajo 700 mm

Presión máxima de trabajo 160 Kg/Cm²

Forado en acero inoxidable

Será fabricado y diseñado por un fabricante de cilindros cumpliendo las dimensiones principales del plano EU14-30012, se exigirá marcado CE.

TUBERÍA

Se utilizarán tubos de acero estirado en frío sin soldadura (DIN 2391/C9) de acuerdo con las normas internacionales de unificación.

3.2. SISTEMA FRIGORÍFICO

3.2.1. MANGUERAS FLEXIBLES:

Marca ANACONDA Modelo: BW6__-1S

Suministrador: CLIFCO ESPAÑOLA S.A.

Rodriguez Arias, 60 48013 Bilbao FAX 914414054

Alternativa: Witzenmann Española, S.A. (Exigir características similares)

Los terminales serán diseñados y fabricados por el suministrador de acuerdo a las indicaciones a seguir según el plano EU14-30006

Cumplirán con todas las directivas exigidas en la CEE y el fabricante presentará documentación que lo acredite.

En especial un certificado de pruebas de acuerdo a la norma armonizada DIN EN 10204, en el anexo 6 "información técnica" se adjunta un modelo de certificado de pruebas de la casa Witzenmann.

La presión de prueba mínima será acorde al Real Decreto 769/1999 1.43 por la presión máxima admisible, $25\text{bar} \times 1.43 = 35.75 \text{ bar}$

3.2.2. PERFIL EXTRUSIONADO PARA PLACAS

Suministra:

Corus Aluminium Profitechnik Bonn GmbH, Postfach 420216, 53064 Bonn

Estarán fabricadas en material que cumpla con la norma armonizada EN-AW-6063 T6 y según la norma de extrusión DIN 1748/4, los ensayos de resistencia se efectuarán conforme a la norma armonizada DEN EN 573-3, 755-2. El proveedor lo certificará mediante un certificado de inspección de acuerdo a la norma armonizada DIN EN 10204.3.1.B, en el anexo 6 "información técnica" se adjunta un modelo de certificado de inspección de placas de Corus.

4. CONDICIONES DE SEGURIDAD DEL EQUIPO

4.1. Equipamiento frigorífico

El equipo deberá cumplir las condiciones de seguridad establecidas por el **reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas aprobado por Real Decreto 3099/1997, de 8 de septiembre.**

En el anexo 1 "**Instrucciones para cumplimiento de reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas**" se indican las líneas generales a seguir par establecer el cumplimiento con el reglamento

4.2. EQUIPAMIENTO PRESURIZADO

Como consecuencia directa de su contenido de gas a presión, será de aplicación el Real Decreto 769/199, de 7 de mayo de 1999, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la **Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión**

En el anexo 2 "**Instrucciones para cumplimiento de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión** " se indican las líneas generales a seguir para establecer el cumplimiento con la directiva.

NOTA: En el diseño del armario congelador, o se incluyen los elementos de seguridad contra sobrepresiones entendiéndose como tales, la válvula de

seguridad, el disco de rotura y el tapón fusible, ya que estos dependerán de la instalación en la que vaya conectado el equipo.

Es competencia y responsabilidad del instalador frigorista autorizado por el Ministerio de Industria y Energía el ubicar esta válvula en la instalación, de acuerdo con las disposiciones del **reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas**, y en particular de la instrucción técnica complementaria **MI-IF-009**.

4.3. Equipamiento mecánico

Máquina es un conjunto de piezas u órganos unidos entre ellos, de los cuales uno por lo menos habrá de ser móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y potencia, etc., asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular para la transformación, tratamiento, desplazamiento y acondicionamiento de un material.

Por lo tanto y teniendo en cuenta que el armario evaporador en cuanto a su accionamiento hidráulico se refiere entra en esta definición, será de aplicación también la **Directiva 98/37/CE del parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas**.

En el anexo 3 "**Instrucciones para cumplimiento de Directiva 98/37/CE del parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio de 1998 relativa a la**

aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas."

se indican las líneas generales a seguir para establecer el cumplimiento con la directiva.

5. COMPATIBILIDAD DE MATERIALES CON PRODUCTOS ALIMENTARIOS.

Los productos a congelar, estarán generalmente aislados de las placas por una fina capa de plástico. De todos modos todas las aleaciones EN AW 6000 (AlMgSi), excepto el 6012 y el 6062 debido a su contenido en plomo, se pueden utilizar en la alimentación, cumpliendo estas disposiciones con lo expuesto en la norma armonizada EN-602. Por lo tanto no existe incompatibilidad con la aleación empleada EN-AW-6063 y los productos agroalimentarios en contacto directo.

6. IDENTIFICACIÓN Y MODIFICACIONES DE LOS PLANOS

Los planos irán numerados de acuerdo con un código alfanumérico.

Los dos primeros caracteres son letras que identifican a la empresa para la cual va destinado el diseño, los dos primeros números son un código identificativo de la obra, seguidos de un guión van los siguientes números que son los de identificación del plano.

El primero de ellos, indica el nivel al que pertenece en el árbol de planos, así, el plano o planos generales comenzarán por 1, los subconjuntos a primer nivel por 2, y así sucesivamente. Los esquemas, y otros planos informativos o de tipo similar comenzarán por el número 0.

El segundo número siempre es un 1 o un 0, si es un 1 indica que tiene anidados planos de nivel inferior. Si es un cero, indica que en este plano no se hace referencia a ninguno de un nivel más bajo. La ingeniería se reserva el derecho de emplear este código para otros fines que no sean los especificados en este párrafo cuando así se considere necesario. Especialmente en el caso de que se decida hacer planos a nivel superior al primero, una vez que a éste se le haya asignado el primer carácter como 1.

Los tres números siguientes, son distintivos para identificar planos a los mismos niveles, no tendrán un significado especial. Simplemente, se asignará uno nuevo, cuando a ese nivel se haga necesario elaborar un plano.

PLIEGO DE CONDICIONES

A continuación, seguido de otro guión se indica el número de revisión, que en realidad pertenece al número de plano.

Cuando un plano es revisado, se sustituye su número por el que corresponde al de la revisión siguiente.

Todos los planos en su estado de revisión 0 o siguientes serán válidos para fabricación. Mientras no se indique este número, el plano no se considerará definitivo, y solo será válido a nivel de consulta.

Cada revisión anula a la siguiente, el responsable del seguimiento de distribución de planos, se hará cargo de que cada propietario de una revisión obsoleta reciba la nueva edición.

Cualquier plano ha de ser modificado exclusivamente por la ingeniería, actualizando su número de plano con el estado de revisión. No será válido ningún plano que haya sido modificado por terceros.

Si las variaciones en un plano son de especial relevancia, la ingeniería se reserva el derecho de poner un nuevo número de plano que difiera en más de un código del anterior.

7. GARANTÍAS

El armario congelador tendrá una garantía de un año desde la fecha de puesta en funcionamiento.

Si durante este periodo de garantía se detectasen fallos de fabricación, el fabricante deberá repararlos sin coste alguno par el cliente según las condiciones que se indican en las especificaciones técnicas de fabricación en el anexo 1.

Si se detecta un error en el diseño que afecte al correcto funcionamiento de la máquina, la ingeniería será la responsable de adecuar la máquina para un correcto funcionamiento. Si los errores de diseño no son funcionales, tales como, mejoras estéticas, de disposición de los elementos, ahorros de costes, etc..., en definitiva cualquier evento que no intervenga en el funcionamiento previsto de la máquina y descrito a lo largo de este proyecto, quedará eximida la aplicación de la garantía.

David Franco Mata

Padrón, 2 de Mayo de 2016



**MANUAL DE INSTALACIÓN USO Y
MANTENIMIENTO.**

**ARMARIO CONGELADOR DE
PLACAS HORIZONTALES.**

E.U.I.T.I.

1. EQUIPAMIENTO SUMINISTRADO

En el momento de la recepción del armario, este deberá estar equipado con:

- Un armario congelador de placas.
- Un central hidráulica.
- Una manguera de frío de cada tipo de repuesto.
- Un polín de apoyo para el congelador
- Tornillos de unión entre polín y armario.
- Una cubierta de polyester sándwich (opcional)

2. INSTALACIÓN

Una vez efectuado el desembalaje del equipamiento, se debe comprobar que todos los elementos están en perfecto estado después del transporte.

El equipo se suministra montado en el polín y con los tornillos apretados.

Si la instalación va a hacerse en tierra firme, se apoya la unidad en el suelo simplemente, cuidando de que la superficie sobre la que se apoya está nivelada.

Si el equipo se instala en un barco el polín habrá de fijarse al piso mediante soldadura.

Si se prevén fuertes movimientos, además de los tornillos de anclaje, se recomienda arriostrar el congelador .

2.1. Instalación Hidráulica

Características técnicas del equipo suministrado:

- Motor eléctrico 2CV (Se suministra un contactor con guardamotor)
- Bomba de 7 litros de engranajes
- Presión máxima 120 Bar.
- Diámetro del émbolo del cilindro. 63mm, carrera 700mm
- Divisor de caudal 4,2 cm³ , 1500 rpm
- Distribuidor manual posiciones flotantes centro H
- Antirretorno doble pilotado
- Válvula de seguridad

El equipo de maniobra y operación se suministra instalado en el congelador listo para su funcionamiento.

El equipo de potencia (Central hidráulica) se suministra por independiente, a fin de que pueda ser instalado a cualquier distancia del armario congelador.

(No se suministra el cableado ni las mangueras flexibles para la instalación)

2.1.1. Conexión de la central hidráulica al circuito del armario.

El equipo hidráulico se suministra con el tanque medio lleno de aceite

ESSO NUTO H46,

utilizado en factoría para pruebas preliminares, y como prevención de la corrosión interior, se recomienda sustituir este aceite por uno nuevo de las mismas características antes de comenzar con la instalación.



PELIGRO DE RESBALAMIENTO
Si durante la fase de instalación o mantenimiento se derrama aceite, proceder a su limpieza y mientras tanto mantengase la zona señalizada



2.1.2. Conexión del equipo a la red eléctrica.

El contactor guarda-motor deberá situarse próximo al puesto de trabajo del armario congelador, a fin de que el arranque y paro del sistema se haga desde el puesto de mando.

Desde aquí se llevará el cableado tanto a la red, como a la central hidráulica, empleando un cable de sección mínima $3 \times 2.5 \text{mm}^2$

Cerca del puesto de mando se deberá colocar una nota informativa que indique:

**ATENCIÓN: DESCONECTAR LA UNIDAD
HIDRÁULICA SI SE PREVÉ UNA PARADA
PROLONGADA.**

Asegurarse de que el sentido de rotación del motor coincida con el de la bomba, que está indicado por una flecha que está situada en el cuerpo de la misma.

Poner en marcha el motor eléctrico intermitentemente.

**NO PONER LA BOMBA EN FUNCIONAMIENTO SIN
ACEITE EN EL TANQUE.**

2.2. Instalación frigorífica

El congelador se suministra con dos manguitos de $\frac{1}{2}$ BSP en las cabezas de los colectores.

El armario se suministra en su estado original para ser equipado a un circuito de frío equipado con bomba de circulación de refrigerante, en sistema inundado, es decir sin válvula de expansión.

Para otras instalaciones consultar con el fabricante, para que suministre los accesorios adecuados para su puesta en marcha.

3. PUESTA EN MARCHA.

3.1. Circuito hidráulico.

El circuito hidráulico, una vez puesto en marcha es el encargado de hacer que las placas se abran o cierren actuando sobre el mando destinado a tal fin, que actúa desplazándolo hacia arriba (sube) y hacia (abajo), volviendo al cesar el esfuerzo de maniobra a su posición original.

Se han tomado las disposiciones para que no queden huecos donde puedan ser atrapadas las manos de un individuo de todos modos:



PELIGRO DE ATRAPAMIENTO
Desde un punto visible desde el puesto de trabajo, debe existir una señalización que indique riesgo de atrapamiento

Para la puesta en marcha del circuito y una vez efectuadas las conexiones expuestas en el apartado 2.1.1 el circuito hidráulico deberá ser purgado, la primera vez, o después de reparaciones que afecten al circuito.

Para efectuar el purgado se procederá:

1. Las placas deberán estar en posición de cerrado, con los cilindros recogidos.

2. Se aflojarán un poco las tuberías en la conexión de la parte alta del cilindro, de modo que el aire que pueda estar atrapado en su interior pueda salir sin dificultad. una vez floja la tubería , se hará una carrera de ascenso, hasta la mitad del recorrido.

(NOTA: Debido a las pruebas y control de calidad que se efectúa en fábrica durante el proceso de fabricación, es posible que el cilindro esté lleno de aceite en la parte superior, se recomienda, aun no siendo imprescindible, hacer igual la subida completa, y vaciarlo.)

3. Una vez llegado a la mitad del recorrido, si la estructura móvil sube nivelada continuar el ascenso hasta cerca del final del recorrido. Una vez llegado a cerca del final, apretar firmemente la tubería que se había aflojado y bajar de nuevo hasta la mitad del recorrido, y hacer unas cuantas carreras cortas, subiendo y bajando, para que la válvula reguladora de caudal sincronice los cilindros.
4. Si la estructura sube muy desnivelada al llegar a la mitad del recorrido, apretar las tuberías y hacer la operación de subir y bajar en carreras cortas un número suficiente de veces hasta que el sistema se observe que funciona de forma estable.
5. En el primer ascenso de cada vez que se pone en marcha el sistema, al llegar al final del recorrido se escucha un ruido que es producido por la válvula distribuidora de caudal y no

significa un mal funcionamiento del sistema. El golpe que se escucha al cambiar la válvula de sentido de giro, tampoco es síntoma de mal funcionamiento.

6. Hacer unas cuantas carreras de funcionamiento para asegurarse de que el sistema funciona correctamente, comprobando fundamentalmente que no se presentan fugas en ninguna de las juntas, apretándolas si procede.
7. A partir de este momento el arranque y para del sistema consistirá simplemente en accionar el pulsador de marcha en el contactor, y accionar la palanca de subida o bajada en el sentido correspondiente.

3.1.1.Regulación de la presión de trabajo:

El circuito hidráulico está calculado para soportar una carga máxima en placas de 1500 ,Kg; si la carga con la que se va a trabajar es menor, puede regularse la presión de salida en la bomba para adecuarla a las circunstancias específicas de empleo. Y reducir así los sobreesfuerzos innecesarios en tornillos, placas, estructura..., lo cual resultará en una vida más prolongada del armario.

En la tabla de más abajo se exponen unos rangos de presiones según los cuales operar, estos rangos son indicativos, y es el encargado de mantenimiento, el que deberá, tomando como base de partida los datos de la tabla, aproximar la presión hasta que el sistema funcione de un

modo óptimo, esto es, la mínima necesaria para que el congelador abra y cierre con carga.

Carga <i>Kg</i>	Presión de salida en bomba <i>(Bars)</i>
50 a 200	10
200 a 500	20
500 a 900	35
900 a 1500	60

ATENCIÓN: NUNCA SOBREPASAR LA PRESIÓN DE 60 Bars SIN PREVIA CONSULTA CON EL FABRICANTE

3.1.2.Regulación de la válvula limitadora de presión:

El armario, lleva incorporada en el circuito hidráulico una válvula limitadora de presión, cuya función es aliviar la sobrepresión que pudiese producirse al haber un aumento de volumen en el proceso de congelación.

Esta válvula mantiene cierta relación con el tipo de producto a congelar así como del modo de embalaje, carga en cada placa....

Para el tarado de la válvula es necesario que el congelador esté en funcionamiento.

El manómetro incorporado, indica la máxima presión que se ha alcanzado en el circuito. debida a las sobretensiones por dilatación.

Actuando sobre la válvula se decidirá cual es la presión a la que se quiere someter el producto.

ATENCIÓN: LA PRESIÓN DE TARADO DE LA VÁLVULA, NO DEBERÁ SER MAYOR QUE 65 Bars

3.2. Circuito De Frio

Deberá ser efectuado por un técnico frigorista competente para este fin, que deberá seguir las disposiciones del reglamento de seguridad en plantas e instalaciones frigoríficas vigente en el momento de la instalación.



PELIGRO BAJA TEMPERATURA
En el armario o en la puerta de entrada de la instalación deberá figurar una señal indicadora de riesgo por zonas a baja temperatura.



OBLIGATORIO USO DE GUANTES
Debido a la baja temperatura a la que se encuentran las placas será obligatorio el empleo de guantes térmicos, y la presencia de una señal que así lo indique

4. MANTENIMIENTO.

4.1. Circuito hidráulico

Se pueden señalar en líneas generales las siguientes operaciones periódicas:

- Limpieza externa con frecuencia mensual → Permite una fácil localización de pérdidas de fluido y la inmediata intervención.
- Control de los filtros de aceite → Este punto reviste la máxima importancia. Deben efectuarse revisiones con frecuencia semanal.
- Llenado de aceite → Debe ser realizado cada vez que el nivel descende del mínimo. El llenado de aceite de deberá hacer con aceite igual al utilizado anteriormente.
- Sustitución del aceite → Cada 2000 o 3000 horas de trabajo del equipo hidráulico el aceite deberá ser sustituido, esta sustitución deberá ir acompañada de una limpieza del depósito.

4.2. Circuito frigorífico

La instalación frigorífica deberá ser revisada por una persona autorizada, con la titulación adecuada para este fin.

El único mantenimiento que requiere el armario congelador, además de los propios de la instalación frigorífica, es una comprobación periódica de que no existen fugas en los racores de unión, o en alguna eventual grieta en las mangueras. Caso que esto ocurra se procederá a su sustitución. Contáctese con el fabricante, para su suministro.

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

INDICE

1.	PLANIFICACIÓN.....	2
2.	PRESUPUESTO.....	2
2.1.	MATERIALES:	2
2.2.	MANO DE OBRA	13
2.3.	TOTALIZACIÓN	15

1. PLANIFICACIÓN

En el anexo II, se representa un diagrama de Gant, con un planning de elaboración de un armario congelador.

Las fechas establecidas, han sido tomadas considerando que el producto es incluido en la producción ordinaria de un taller con Know-How, suficiente para desarrollar tanto el contenido de los planos como la gestión de la documentación necesaria.

2. PRESUPUESTO

Para la elaboración del presupuesto se analizarán independientemente, los precios de materia prima empleada y las horas de fabricación.

Finalmente se hará un cómputo general de materiales, horas, y se añadirán otras partidas, tales como, honorarios del proyectista, tarifa de organismo notificado..., detallados correspondientemente.

2.1. MATERIALES:

Se efectuarán las partidas de materiales valorándolos por plano y por posición.

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Se establecerá un porcentaje añadido final que corrige los desperdicios que se produzcan por recortes de material, o por exigencias del proveedor de pedidos mínimos.

Plano número:		EU14 - 11001		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
4	Tllo. DIN 933 M12X25	4	Ud	0.52
5	Arand. DIN 9021 M12	4	Ud	0.48
6	Cierre PINET 19-7-3841	2	Ud	5.4
Observaciones:		Subtotal		6.4
		% añadido		0
		Total		6.4

Plano número:		EU14 - 20001		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Cubierta izquierda según plano	1	Ud	540
2	Cubierta central según plano	1	Ud	380
3	Cubierta derecha según plano	1	Ud	540
4	Cierre PINET 19-7-3841	10	Ud	27.04
5	Remache DIN-7337A Ø4x10 inox	20	Ud	2
6	Remache DIN-7337A Ø4x10 inox	20	Ud	2
S/m	Junta de sellado GARLOCK 3535	10	m	30
Observaciones: Precio de cubiertas consultado a Poliesters Bidasoa (Marín)		Subtotal		1521.04
		% añadido		0
		Total		1521.04

Plano número:		EU14 - 21002		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Chapa X5CrNi18-10 e=3mm	6.5	Kg	14.95
2	Chapa X5CrNi18-10 e=3mm	38	Kg	87.4
3	Tubo Ø18xØ22 X5CrNi18-10	100	mm	1
Observaciones:		Subtotal		103.35
		% añadido		5%
		Total		108.52

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 21003		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	1000	mm	4.05
2	Chapa X5CrNi18-10 e=20mm	6	Kg	13.8
3	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	2600	mm	10.53
4	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	700	mm	2.83
5	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	1680	mm	6.88
6	Tubo Ø26,9x3.2 X5CrNi18-10	1440	mm	5.5
7	Tubo Ø26,9x3.2 X5CrNi18-10	700	mm	2.6
8	Chapa X5CrNi18-10 e=20mm	4.1	Kg	9.43
Observaciones:		Subtotal		55.62
		% añadido		6%
		Total		58.95

Plano número:		EU14 - 21004		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
9	Tllo. DIN 933 M10x40 A4	4	Ud	0.47
10-28	Arand. DIN 9021 M10 A4	6	Ud	0.61
11	Tllo. DIN 933 M10x14 A4	8	Ud	0.97
12-15-18-25	Arand. DIN 125 M10	36	Ud	3.96
14	Tllo. DIN 933 M10x35 A4	4	Ud	0.44
16-19	Tuerc. DIN 985 M10	16	Ud	1.76
17	Tllo. DIN 933 M10x25 A4	8	Ud	1.04
Observaciones:		Subtotal		9.25
		% añadido		0
		Total		9.25

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 21005		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Depósito OR- V60303048	Se presupueste equipamiento completo.		1875.2
2	Motor 2 OR- B144PT902CV			
3	Acoplamiento OR- F36100003			
4	Campana OR-27010003			
5	Bomba OR V606030008			
6	Kit Aspiración V602020003			
7	Tapón de vaciado TB050801/OR			
8	Nivel termométrico ATOS LVA1TA			
9	Válvula de seguridad llave OR CMP10C2002			
10	Válvula Aislamiento manómetro ATOS AQMO06/T			
11	Manómetro 1/4" 200 Bar			
12	Placa base ATOS 5077 (inox)			
13	Filtro + Cartucho ATOS MPF0301AG1S + MF0301P25NB			
14	Distribuidor ATOS DH0110			
15	Doble antirretorno pilotado ATOS HR012			
16	Válvula de seguridad ATOS HM014/210			
17	Divisor de caudal RS 4.23+4.23 CASAPPA 271RF4.2JB			
18	Antirretorno OR VRC06			
19	Manómetro 1/4" 200 Bar (con registro de máxima)			
21	Tubo Øint8xØext10 EN ISO 1127	10000	mm	32
22	Codo 90º a unión igual tubo Ø10	11	Ud	36
23	Racor 3/8 a unión igual tuboØ10	11	Ud	121
24	Te a unión igual tuboØ10	1	Ud	12
Observaciones: Donde dice OR entiéndase: Oleohidraulica Reggiana. Precio de hidráulica consultado a Newvalme.		Subtotal		201
		% añadido		0
		Total		201

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30001		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	2600	mm	44.2
2	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	1000	mm	177
3	Tubo cuadrado 60x4 X5CrNi18-10	700	mm	11.9
4	Angular 80x8 X5CrNi18-10	3740	mm	77
5	Angular 80x8 X5CrNi18-10	3740	mm	77
6	Angular 80x8 X5CrNi18-10	2560	mm	52.7
7	Chapa e=8mm X5CrNi18-10	2	Kg	4.6
8	Chapa e=10mm X5CrNi18-10	1.5	Kg	3.45
9	Tubo X5CrNi18-10 Øext30x2	250	mm	7
10	Angular 40x4 X5CrNi18-10	250	mm	2.5
Observaciones:		Subtotal		457.35
		% añadido		10%
		Total		503.08

Plano número:		EU14 - 300002		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	TuboØext60.3x2.9 X5CrNi18-10	1200	mm	4.8
2	TuboØext88.9x3.2 X5CrNi18-10	1200	mm	7.2
3	Manguito s/plano X5CrNi18-10	34	Ud	102
4	Reducción Ø88.9 a Ø48.3	1	Ud	12
5	Reducción Ø60.3 a Ø48.3	1	Ud	10
6	CAP Øext88.9x3.2	1	Ud	5.45
7	CAP Øext60.3x2.9	1	Ud	3.55
8	Chapa e=8mm X5CrNi18-10	0.5	Kg	1.15
9	Pletina 40x6 X5CrNi18-10	100	mm	3
10	Pletina 50x6 X5CrNi18-10	100	mm	3.8
Observaciones:		Subtotal		152.95
		% añadido		5%
		Total		160.59

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30004		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Placa extruida CORUS AlMgSi0.5 (cortada según plano)	15	Ud	1187.34
2	Chapa e=25mm AlMgSi0.5 (cortada según plano)	7	Ud	147.7
3	Chapa e=25mm AlMgSi0.5 (cortada según plano)	8	Ud	168.8
4	Chapa e=25mm AlMgSi0.5 (cortada según plano)	15	Ud	316.5
5	Tubo Ø12.7xØ8.6 AlMgSi0.5	750	mm	1.5
Observaciones: El precio del perfil ha sido consultado a CORUS		Subtotal		1821.84
		% añadido		5%
		Total		1912.93

Plano número:		EU14 - 30006		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Manguera flexible INOX ANACONdA modelo BW6-1S terminaciones según plano	15	Ud	975
2	Manguera flexible INOX ANACONA modelo BW6-1S terminaciones según plano	15	Ud	975
Observaciones: Las mangueras han sido consultadas en SARMODI		Subtotal		1950
		% añadido		0%
		Total		1950

ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30007		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Barra hexagonal 22 entre caras X5CrNi18-10	600	mm	5.01
2	Barra hexagonal 22 entre caras X5CrNi18-10	900	mm	7.52
Observaciones:		Subtotal		12.53
		% añadido		0%
		Total		12.53

Plano número:		EU14 - 30008		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Tllo. DIN 931 M10x140 A4	56	Ud	6.16
2	Tuerc. DIN 985 M10	56	Ud	5.1
3	Arand. DIN 125 M10	112	Ud	11.2
Observaciones:		Subtotal		22.46
		% añadido		0%
		Total		22.46

Plano número:		EU14 - 30008		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Tllo. DIN 931 M10x140 A4	56	Ud	11.2
2	Tuerc. DIN 985 M10	56	Ud	5.1
3	Arand. DIN 125 M10	112	Ud	11.2
Observaciones:		Subtotal		27.4
		% añadido		0%
		Total		27.4

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30009		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	634	mm	6.3
2	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	650	mm	6.6
3	Chapa e=6mm X5CrNi18-10	0.5	Kg	1.15
Observaciones:		Subtotal		14.05
		% añadido		10%
		Total		15.46

Plano número:		EU14 - 30010		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Lámina de TEFLON 60 x4 mm	1160	m ²	14.3
2	Lámina de TEFLON 60 x4 mm	350	m ²	8.2
3	Lámina de TEFLON 80 x3 mm	210	m ²	5.1
4	Lámina de TEFLON 80 x4 mm	1098	m ²	7.7
5	Lámina de TEFLON 80 x3 mm	1258	m ²	16.3
6	Lámina de TEFLON 80 x4 mm	1258	m ²	18.8
Observaciones: Precios consultados a SARMODI		Subtotal		70.4
		% añadido		0
		Total		70.4

Plano número:		EU14 - 30009		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Chapa e=10mm X5CrNi18-10	3	Kg	6.9
2	Chapa e=10mm X5CrNi18-10	0.5	Kg	1.15
3	Chapa e=10mm X5CrNi18-10	0.5	Kg	1.15
Observaciones:		Subtotal		9.2
		% añadido		10%
		Total		10.12

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30012		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Diseño y fabricación de cilindro según plano con marcado CE	2	Ud	5.47
2	Arand. DIN125 M30	2	Ud	0.5
3	Arand. DIN 127 M30	2	Ud	0.6
4	Tuerca DIN 934 M30x2	2	Ud	0.8
5	Redondo Ø45 Mater:1.4462 (Duplex)	300	mm	14
Observaciones:		Subtotal		21.37
		% añadido		3%
		Total		22

Plano número:		EU14 - 30013		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Redondo Ø16 X5CrNi18-10	3700	mm	17
2	Varilla roscada M10 A4	200	mm	30.2
3	Chapa e=20mm X5CrNi18-10	1	Kg	2.3
Observaciones:		Subtotal		49.5
		% añadido		5%
		Total		51.98

Plano número:		EU14 - 30013		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Taco de TEFLON 108x80x60	2	Ud	4.2
Observaciones:		Subtotal		4.2
		% añadido		0%
		Total		4.2

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30016		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	700	mm	7.9
2	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	180	mm	2.3
3	Chapa e=6mm X5CrNi18-10	1	Kg	2.3
Observaciones:		Subtotal		12.5
		% añadido		10%
		Total		13.75

Plano número:		EU14 - 30017		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	315	mm	3.2
2	Angular lados iguales 40x4 X5CrNi18-10	175	mm	2.2
3	Chapa e=6mm X5CrNi18-10	0.5	Kg	1.15
Observaciones:		Subtotal		6.55
		% añadido		10%
		Total		7.2

Plano número:		EU14 - 30013		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Redondo NYLON Ø30	60	mm	8.3
Observaciones:		Subtotal		8.3
		% añadido		0%
		Total		8.3

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

Plano número:		EU14 - 30013		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Tubo Øext12x1 X5CrNi18-10	31052	mm	29.45
2	Redondo Øext10 X5CrNi18-10	1100	mm	2.1
3	Redondo Øext10 X5CrNi18-10	700	mm	1.4
4	Tllo. DIN 931 M8x40 A4	56	Ud	6.16
5	Arand. DIN 125 M8 A4	56	Ud	5.95
6	Tuerc. DIN 985 M8 A4	56	Ud	6.05
10	Remache Inox Ø3mm	56	Ud	3.36
Observaciones:		Subtotal		54.47
		% añadido		5%
		Total		57.19

Plano número:		EU14 - 30017		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Chapa e=2mm X5CrNi18-10	5	Kg	19.5
2	Chapa e=2mm X5CrNi18-10	5	Kg	19.5
Observaciones:		Subtotal		39
		% añadido		0%
		Total		39

Plano número:		EU14 - 30017		
Marca	Producto	Cant.	Unid.	Valoración (Eur)
1	Cable según plano	28	Ud	43.68
Observaciones: Consultado a NAVAIR (Efectos navales)		Subtotal		43.68
		% añadido		0%
		Total		43.68

TOTAL PRECIO MATERIALES (En Euros)	8721.63 Euros
---	----------------------

2.2. MANO DE OBRA

Se efectuarán las partidas de horas valorándolos por plano y se establecerá un precio medio de hora, a la baja, independientemente de la cualificación del operario; se establecerá un porcentaje añadido final por plano que corrige los posibles errores de fabricación, así como la complejidad del trabajo sobre todo en las primeras unidades. El criterio de elección de este porcentaje será tomado acorde a la experiencia personal del proyectista.

Para la tasación de horas se ha efectuado el anexo I (Gamas de trabajo) en donde se exponen la secuencia de operaciones a seguir detallado por plano. El criterio de estimación de horas ha sido tomado acorde a la experiencia personal del proyectista.

A continuación se expone una tabla resumen en la que se ha realizado la suma total de horas efectuando las correcciones expuestas más arriba.

La valoración en términos económicos se ha efectuado partiendo de un precio de coste de hora de 24 Euros, con este precio se considera que quedan absorbidas las diferencias de valor entre las tareas correspondientes a trabajos de peón con otras de mano de obra más cualificada así como la inclusión de mano de obra y costes indirectos, haciéndose una media que pondera las diferencias.

PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

CUADRO RESUMEN DE HORAS DE FABRICACIÓN POR PLANO			
PLANO	Nº HORAS	% CORRECCIÓN	HORAS TOTALES
EU14-20001	6	10%	6.6
EU14-21002	3.75	5%	3.94
EU14-21003	15.25	5%	16
EU14-11001	71.5	15%	82.2
EU14-21004			
EU14-21005			
EU14-30010			
EU14-30001	19	10%	19.2
EU14-30002	5.25	10%	5.8
EU14-30003	37.75	10%	41.5
EU14-30004	90.5	5%	95
EU14-30006	Sin horas		
EU14-30007	5	5%	5.25
EU14-30008	2.25	5%	2.4
EU14-30009	3.25	0%	3.25
EU14-30011	2	0%	2
EU14-30012	1.75	0%	1.75
EU14-30013	3.25	10%	3.57
EU14-30015	1.25	0%	1.25
EU14-30016	3.25	0%	3.25
EU14-30017	3.25	0%	3.25
EU14-30018	1.5	0%	1.5
EU14-31005	12.5	10%	13.8
EU14-40001	4.75	5%	5
EU14-40002	Sin horas		
TOTAL HORAS FABRICACIÓN			317 HORAS
PRECIO DE MANO OBRA A 24 Euros/Hora			7608 Euros

2.3. TOTALIZACIÓN

En la tabla continuación se hace una valoración total del equipo incluyendo otros costes que no se habían tenido en cuenta en las dos valoraciones anteriores y que habrán de tomarse en consideración.

VALORACIÓN FINAL: ARMARIO CONGELADOR DE PLACAS	
CONCEPTO	VALOR
MATERIALES	8721.63
MANO DE OBRA	7608
TARIFA ORGANISMO NOTIFICADO (Estimado precio medio entre DNV y Norcontrol)	470.65
HONORARIOS PROYECTISTA 9% (sobre materiales, mano de obra y tarifa organismo notificado)	1512.02
15% BENEFICIO INDUSTRIAL (Aplicado solamente en mano de obra y materiales)	2449.4
PRECIO TOTAL ARMARIO	20761.7
IVA 16%	3321.872
GRAN TOTAL	24083.57 EUROS

David Franco Mata

Padrón a 3 de mayo de 2016

BIBLIOGRAFÍA

- **INSTALACIONES FRIGORIFICAS**

TOMO I (FÍSICA APLICADA)

P.J. RAPÍN, P. JACQUARD

ED. MARCOMBO BOIXAREU EDITORES. 1997. 2ª edición.

- **INSTALACIONES FRIGORIFICAS**

TOMO II (TECNOLOGÍA)

P.J. RAPÍN, P. JACQUARD

ED. MARCOMBO BOIXAREU EDITORES. 1997. 2ª edición.

- **ENCICLOPEDIA DE LA CLIMATIZACIÓN**

REFRIGERACIÓN

JUAN ANTONIO RAMIREZ

ED. CEAC. 2007

- **EVAPORADORES**

A. L. MIRANDA

ED. CEAC. 2000.

- **CODIGO DE DISEÑO A.D. MERKBLÄTER**

RECIPIENTES A PRESIÓN

ED. LIBRERÍA MUÑOZ GUERRA. 2000.

- **REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES FRIGORÍFICAS (Instrucciones Técnicas Complementarias) 138/2011**

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

- **REAL DECRETO 709/2015**

RELATIVO A EQUIPOS A PRESIÓN

- **DIRECTIVA 2006/42CE**

RELATIVA SEGURIDAD EN MÁQUINAS

- **EL LIBRO DEL ALUMINIO**

ROBERTO URRUTIA ARNAO

ED. GRÁFICAS SANTAMARÍA. 6ªed. 2007.

- **MAQUINAS (PRONTUARIO)**

N. LARBURU

ED. PARANINFO. 11ª ed. 1999.

- **DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

J.E. SHIGLEY

ED.Mc GRAW HILL.5ª ed. 1998.