



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*Diseño mecánico,
simulación, montaje y
puesta en marcha de un
secadero para tela Jean*

TABAJO FINAL DE GRADO REALIZADO POR:

Pablo Madrid Román

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutor: Miguel Ángel Sellés Cantó

Convocatoria de defensa: Marzo 2018

Índice

1. Introducción	5
2. Antecedentes	6
3. Objetivo	8
4. Estudio de las necesidades.....	9
5. Cálculos previos.....	10
5.1. <i>Calculo por convección de aire forzada.</i>	10
5.2. <i>Calculo transmisión cadena y piñones</i>	12
6. Diseño de la máquina	14
6.1. <i>Estructura</i>	14
6.2. <i>Molones</i>	16
6.3. <i>Sistema de calentado eléctrico</i>	18
6.4. <i>Sistema de ventilación forzada</i>	20
6.5. <i>Sistema de distribución de aire</i>	21
6.6. <i>Paneles</i>	23
6.7. <i>Extracción</i>	25
6.8. <i>Ensamble final</i>	26
7. Evaluación y simulación con elementos finitos	28
7.1. <i>Estructura</i>	28
7.2. <i>Molón tracción.</i>	32
7.3. <i>Flujo de aire</i>	34
8. Estudio económico	35
9. Conclusiones.....	37
10. Bibliografía	39
11. Anexos	42
11.1. <i>Datos de los elementos existentes.</i>	42
11.2. <i>Planos</i>	44
11.3. <i>Normativa</i>	67

Agradecimientos

Después de cuatro años de formación en la universidad, por fin me encuentro en los últimos pasos del camino, y no quisiera despedirme sin dar las gracias a aquellas personas que han sido un apoyo fundamental para realizar este TFG.

Primero dar las gracias a la empresa Tacome por enseñarme las técnicas necesarias y brindarme la oportunidad de poner en práctica todo lo aprendido en el grado. En especial al equipo de ingenieros con los que tuve el placer de trabajar.

A mi familia, por apoyarme y creer siempre en mí, y en especial a mis padres por toda la confianza que me dan hasta en los momentos más difíciles.

Y a mí tutor Miguel Ángel, por darme todas las técnicas y herramientas necesarias para finalizar el trabajo final de grado.

1. Introducción

Durante el presente año 2017, realicé prácticas externas en la empresa Tacome S.A., periodo en el cual se me asignó la tarea de diseñar un secadero para tela *Jean*, suministrada por la maquinaria anterior o en lotes enrollados de longitud variable.

La empresa Tacome S.A. cuenta con casi 40 años de experiencia en el sector textil, fue fundada en 1977 en Ontinyent (Valencia, España). Desde el comienzo su actividad se ha enfocado hacia el sector textil, pero con capacidad para afrontar pedidos de otros sectores industriales. Se dedica fundamentalmente a la fabricación de maquinaria textil para estampación y acabados, además de desarrollar y fabricar equipos de control para maquinaria.

El presente trabajo consiste en el diseño mecánico, simulación, montaje y puesta en marcha de un secadero para tela jean, se diseñarán las piezas necesarias para el correcto funcionamiento de la máquina, además de simulaciones con elementos finitos para garantizar el funcionamiento de la misma.

Una vez finalizada la máquina que nos atañe, el equipo eléctrico y electrónico se encargará de conectar el secadero a un PLC central con el que se podrá regular la velocidad del giro del ventilador, la velocidad de giro de la movida de tela y la intensidad de las resistencias para reducir su consumo cuando se haya alcanzado la temperatura deseada.

Para el diseño y simulación de la máquina se ha empleado los programas Autodesk Inventor y Solid Works.

2. Antecedentes

Desde hace años, el ser humano ha empleado fibras vegetales para fabricar tejidos, y para la fabricación de estos, se emplean químicos en el proceso de blanqueo o de tinte de las fibras, y posterior a este, es necesario un lavado y secado de las mismas.

El proceso de secado de una fibra vegetal, pretende eliminar el exceso de humedad contenido en la tela a consecuencia de los diferentes lavados aplicados a esta, hasta alcanzar unos niveles aceptables.

Actualmente existen varias técnicas de secado para textil, a continuación, nombraré alguna de ellas:

Por radiación

Los secaderos que funcionan por radiación, generalmente infrarroja, emplean la longitud de onda apropiada para calentar la superficie del tejido del mismo modo que los rayos del sol calientan la superficie de la tierra.

Por radiofrecuencia

Otro método de secado es generar microondas de alta frecuencia dirigidas al telar, que agitan las moléculas de agua adheridas al tejido, calentándolas y eliminándolas por evaporación.

Por conducción.

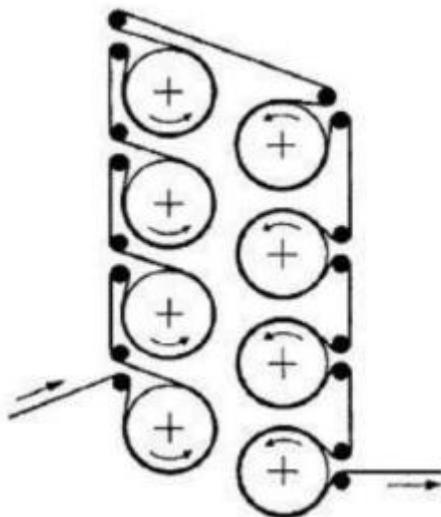


Fig. 1 Dibujo secadero conducción.

Con este método de transmisión, el calor es cedido por los rodillos, calentados mediante un flujo de gas, frecuentemente vapor de agua.

Tal como muestra la figura 1, la tela realiza un recorrido compuesto por varios rodillos, uno de mayor diámetro y otro de menor. El de mayor diámetro es el rodillo que cede energía al tejido, mientras que el de menor diámetro marca el recorrido a seguir.

Por convección.

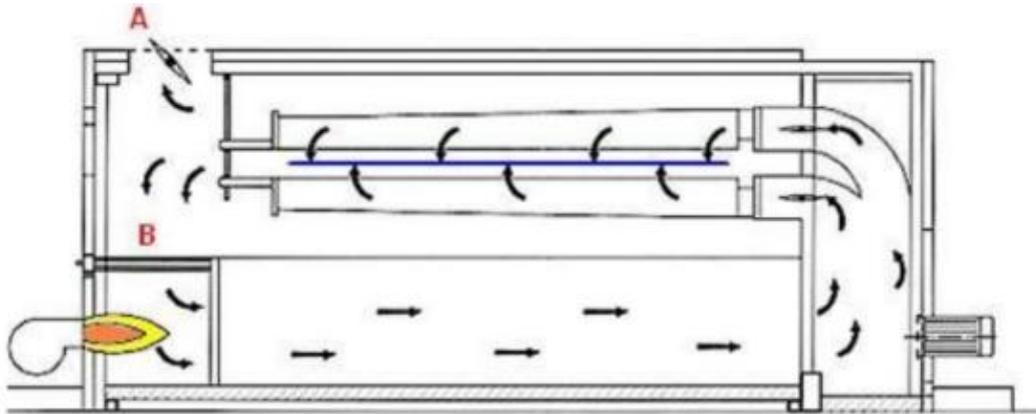


Fig. 2 Sección secadero modular.

En este caso el aire es calentado mediante combustión, y guiado hacia la tela gracias a un ventilador que succiona el aire caliente y lo expulsa por las toberas. Fig. 2.

Se puede observar en el dibujo seccionado como el quemador (situado a la izquierda) calienta el aire circundante y un ventilador (situado a la derecha) succiona el aire, después, este es dirigido a la tela y vuelve a empezar el ciclo. Pero nótese que parte del aire es extraído por la parte superior con el fin de que entre aire nuevo al sistema.

Después de estudiar los diferentes modelos de secadores para textil y debido a la amplia experiencia de los secadores por convección forzada por parte de la empresa Tacome, lugar donde realice las practicas, este será el tipo de secadero seleccionado.

3. Objetivo

La finalidad del proyecto es diseñar un secadero para tela “jean” suministrada de manera continua o por lotes, cuyo propósito es extraer el exceso de humedad existente en las telas después del proceso de limpieza de químicos. Para ello succiona aire calentado con resistencias eléctricas, y lo impulsa por toberas dirigidas por el recorrido de la tela.

Aunque este secadero está pensado para tela “jean”, admite cualquier tipo de tejido continuo que soporte secado por aire gracias al control sobre la movida de tela, así como el caudal y temperatura del aire.

Compuesta por dos motores eléctricos, un ventilador centrífugo, veintitrés molones y un conjunto de resistencias, esta máquina puede reducir la humedad existente en un tejido a lo largo de todo su recorrido interno. Gracias a los variadores de frecuencia instalados se puede controlar la velocidad de rotación de los molones (velocidad de avance), la velocidad de rotación del ventilador centrífugo (caudal de aire), además de la potencia suministrada al conjunto de resistencias, permitiendo así controlar la temperatura del aire en contacto con la tela.

Así pues, con esta máquina se pretende realizar el último paso en la cadena de producción dando como resultado una tela lista para su confección.

4. Estudio de las necesidades

Después de aplicar los químicos necesarios para el blanqueo de la tela, es necesaria una limpieza para eliminar los restos químicos impregnados. A consecuencia de esta, el tejido se sumerge en agua y es necesario el secado del mismo.

Ante la demanda del cliente las dimensiones máximas de la máquina serán de tres metros de ancho, tres metros de alto y ocho metros de largo, con una potencia máxima de 40kW.

Debido a que en el destino de la máquina no hay una red de abastecimiento de gas, dificulta la opción de calentar el aire mediante combustión. Es por ello que el aire se calentará mediante resistencias eléctricas. Por otro lado, en el taller hay disponibles para su uso, dos ventiladores que se emplearán tanto para la convección forzada como para la extracción, además de, varios motores con diferentes reducciones de entre los cuales seleccionaremos el más conveniente. Por otra parte, se intentará dar salida a los paneles ya existentes en taller.

Dado que este modelo no cuenta con compensador, será necesario transmitir la potencia a todos los molones para evitar que se estire la tela. Y deberá aceptar tanto la tela saliente de la maquinaria inmediatamente anterior, como de rollos introducidos manualmente en la entrada de la máquina.

5. Cálculos previos

Dado que ya sabemos que ventilador emplearemos para nuestro secadero, podemos calcular la velocidad de salida del aire en función de la sección de salida, de este modo nos haremos una idea de la sección que necesitaremos en nuestra tobera y de la energía cedida por el aire a la velocidad estimada.

5.1. *Calculo por convección de aire forzada.*

Como se mencionaba anteriormente disponemos de un ventilador Sodeca CMR-1650-4T con una potencia instalada de 1.5 kW, una velocidad de 1430 rpm y un caudal máximo de 10.500 m³/h.

Para los cálculos tomaremos caudales de 8000 m³/h para compensar pérdidas y evitar que el motor funcione siempre a máxima potencia.

El ancho de la tela (en este caso 1,8m) nos define un lado de la sección de salida. Por otra parte, interesa que la sección de salida no tenga una superficie muy elevada, ya que, el caudal viene definido por la sección que atraviesa el fluido y la velocidad que porta. De modo que, a un mismo caudal cuanto menor sea la sección, mayor será la velocidad del fluido.

Así pues, la sección de salida constara de aproximadamente 10 tramos de 1,8m x 4mm, obteniendo una superficie total de 0.072m², con una velocidad aproximada de 30 m/s.

Nuestro objetivo es eliminar toda el agua contenida en la tela, para ello primero necesitamos saber la relación existente entre el peso de la tela y el peso del agua, acto seguido, calculamos la energía necesaria para calentar y evaporar el agua. Teniendo en cuenta un lado conocido de la tela (1.8m) y dejando en función de la altura, es decir, calcularemos la energía necesaria para calentar y evaporar el agua con base conocida y altura la unidad.

Peso tela en seco 500 g/m².

Peso tela mojado 1500 g/m².

Peso agua 1000 g/m².

Masa de agua a secar (M) 1800 g/m

Capacidad calorífica agua (Cp) 4,186 J/g·°K

Calor latente evaporación (Lv) 2257 J/g

Diferencia temperatura (T) 75°C

Energía para aumento a 100°C, $Q = Cp \cdot M \cdot T$, Q=565110 J/m

Energía para cambio de estado, $Q = Lv \cdot M$, Q=4062600 J/m

Energía total para evaporación, Qt= 4627,71 kJ/m

A continuación, calculamos la energía cedida al sistema por convección forzada. Cabe destacar que se ha calculado con aire con un 40% de humedad relativa puesto que la concentración de vapor de agua será elevada a causa de la evaporación del contenido en agua de la tela.

Primero debemos obtener una equivalencia de las propiedades del aire a la temperatura y humedad deseada con la ayuda de cartas psicrométricas o tablas de propiedades del aire. Después, observamos en que situación de intercambio de calor estamos, en este caso, flujo externo en placas planas, y calculamos el número de Reynolds ($Re > 500000$ en nuestro caso) por lo que aplicamos la ecuación para convección forzada flujo externo en placas planas y obtenemos el número de Nusselt:

$$Nu = 0.036 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{1/3} \quad Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k}$$

Una vez hallado el número de Nusselt, podemos obtener el coeficiente transmisión de calor despejando $Nu = \frac{L \cdot hc}{k}$, obteniendo un valor de $hc = 83,79$ (W/m²·°K).

A continuación, aplicamos la ley de Newton del enfriamiento

$$Qc = hc \cdot A \cdot (Ts - Tf\infty)$$

Y obtenemos que el calor cedido por el sistema es de 36,19 kW/m.

Por último calculamos el tiempo requerido para evaporar por completo el agua, y teniendo en cuenta la reducción i50 y el tamaño de los molones, la velocidad de pasaje es de unos 9 m/min. Sabiendo que:

$$Qt = Qc \cdot t$$

Obtenemos un tiempo de secado de 2,13 min que, con la velocidad de pasaje, son necesarios 19,40 m de recorrido.

5.2. Cálculo transmisión cadena y piñones

Debido a la disponibilidad de los motores en el taller, el seleccionado cumple con las características de 1.1kW i50 modelo LXCM 87 90L.

Dado que este modelo de secador no funciona con compensador para evitar la deformación de las telas, se supe transmitiendo la potencia por todos los molones superiores. Por otra parte, y debido a la cantidad de transmisiones a realizar, estas se realizarán sin tensor. Se diseñará de manera que los eslabones coincidan casi al completo con la distancia a cubrir.

Para el cálculo de la cadena se han seguido las instrucciones del fabricante RENOLD, (ver catalogo en bibliografía).

Primero seleccionaremos el número de dientes y dado que no queremos que exista mucha distancia entre centros, emplearemos $Z=25$. Y puesto que queremos mantener una velocidad constante, la relación de transmisión es de 1.

Ahora aplicamos los factores correctores de potencia, que en nuestro caso f1 corresponde a funcionamiento suave por tanto el factor $f_1=1$. Dado que f_2 viene dado por el número de dientes, este adquiere el valor $f_2=0,76$

Al observar la tabla dada por el fabricante y aplicar los factores de corrección, la cadena apropiada es de 1 pulgada o 16A. Que al añadirle dos piñones Z25 y teniendo en cuenta que la distancia entre centros debe ser suficiente para facilitar el montaje, y que a mayor distancia eficiencia tendrá esta, se ha decidido emplear una distancia entre centros de 241mm, equivalentes a 43,98 eslabones.

Generador de cadenas de rodillo

Condiciones de trabajo

Potencia, Velocidad --> Par de torsión

Potencia P 1,10 kW

Par de torsión T 350,141 N m

Velocidad n 30,000 rpm

Eficacia η 0,980 su

Vida útil necesaria L_h 15000,000 h

Alargamiento máx. de cadena $\Delta L_{m\acute{a}x}$ 0,030 su

Aplicación Funcionamiento correcto

Entorno Limpio

Lubricación Recomendada

Factores de corrección de potencia

Factor de impacto Y 1,000 su

Factor de servicio f_1 1,000 su

Factor tamaño de rueda dent. f_2 0,750 su

Factor de tramos f_3 1 su

Factor de lubricación f_4 1,000 su

Factor de distancia ejes/centros f_5 1,494 su

Factor de coeficiente f_6 1,200 su

Factor de vida útil f_7 1,000 su

Limitar presión de área de contacto de la cadena

Presión admisible p_0 31,073 MPa

Factor específico de fricción λ 0,75 su

Análisis de vibración

Rigidez de la cadena c 1600,000 N/mm

Límite de velocidad crítica Δn 0,100 su

Propiedades de la cadena

Resistencia a tracción F_u 60000,000 N

Masa específica m 2,700 kg/m

Potencia de cadena P_R 2,046 kW

Factor de construcción de la cadena ϕ 1,000 su

Resultados

P_D 1,479 kW

F_p 3455,456 N

F_C 0,274 N

F_{Tmax} 3455,729 N

S_S 17,362 su

S_D 17,362 su

Vida útil esperada

t_h 420931 h

t_{hL} 2777778 h

t_{hr} 2777778 h

Cadena

p 25,400 mm

X 44,000 su

k 1,000 su

A 210,000 mm²

v 0,318 mps

p_B 16,456 MPa

Rueda dentada 1

z 25,000 su

z_c 13,000 su

D_p 202,660 mm

β 180,00 gr

P_x 1,000 su

P 1,100 kW

T 350,141 N m

n 30,000 rpm

4:38:40 Cálculo: Lubricación recomendada: Lubricación manual

4:38:40 Cálculo: La potencia máxima de la cadena está limitada por la fatiga de las placas de eslabón.

4:38:40 Cálculo: El cálculo indica la compatibilidad del diseño.

Fig. 3 Cálculo cadena rodillos

Comparamos los resultados obtenidos con el programa Inventor y en ambos casos la cadena aguanta perfectamente el rango de velocidades a los que estará expuesta.

Comprobamos que la potencia del motor sea suficiente para mover toda la tela, para ello, tomaremos los datos proporcionados por el fabricante como la potencia (1.1kW), la reducción (i50), y la velocidad de entrada (1450 rpm).

Con estos datos calcularemos la velocidad de salida una vez aplicada la reducción i50, correspondiente al valor de 3,037 rad/s. y aplicando la fórmula $P = M \cdot \omega$ obtendremos que el par motor generado es de 362,2 N·m.

Gracias al programa Autodesk Inventor, podemos obtener el momento de inercia másico de nuestro molón junto a la sección de tela correspondiente a cada tramo.

Obteniendo un valor de $I=28,835 \text{ kg/m}^2$ para el eje correspondiente a nuestro eje de giro. Ahora bien, si tenemos en cuenta que el par generado por el motor se puede definir como: $M = F \cdot r$ y que $F = m \cdot a$, obtenemos que el momento obtenido en un punto puede definirse como $M = m \cdot a \cdot r$ y si relacionamos la aceleración tangencial con la aceleración angular:

$$\frac{dv}{dt} = r \cdot \frac{d\omega}{dt} \text{ obtenemos que } a = r \cdot \alpha$$

Ahora sustituyendo, queda como resultado que $M = m \cdot r^2 \cdot \alpha$, donde $m \cdot r^2 = I$, por lo que $M = I \cdot \alpha$. Ahora igualando ambas fórmulas obtenemos un valor de aceleración angular de $\alpha=12,5 \text{ rad/s}^2$, así que el tiempo empleado en alcanzar la velocidad requerida es de 0,3 segundos.

6. Diseño de la máquina

Para el diseño de la máquina, hay que tener en cuenta que la distancia entre los molones superiores e inferiores sea de aproximadamente 1 metro, para evitar problemas de estiramiento de tela. Tener en cuenta también las dimensiones de las piezas existentes a instalar en el secadero, como es el caso del ventilador, el ancho de la tela, motores y paneles reutilizados.

6.1. Estructura

Debido al margen necesario entre los molones y el ancho de la tela, y conociendo la anchura de la tela (1,8m) las dimensiones de los molones serán de 2m lineales útiles, además, una separación necesaria entre la superficie útil del molón con la estructura para facilitar el montaje de los mismos, harán que la estructura obtenga unas dimensiones mínimas en anchura de 2,2m

La estructura se fabricará en U de fleje de 5mm de espesor, hecha en hierro fundición dúctil, con una base de 120mm y aletas de 55mm. La estructura, además de ser la parte resistente de la máquina, definirá el tamaño y posición de los paneles. Dado que en el taller hay varios paneles de otras máquinas que la empresa quiere reutilizar, la estructura intentará acoplarse a las medidas de estos, intentando emplear el máximo número de paneles ya hechos posible.

Módulo 1

El primer módulo, el cual alojará los molones, el sistema de calentado y la tobera, será el que disponga de todo el recorrido de secado. Teniendo en cuenta el recorrido mínimo estimado para el secado de la tela que es de 21 metros, y los componentes alojados en el módulo 1, las dimensiones mínimas de este serán de 2,2 metros de ancho, 2m de largo, y 2,5m de altura.



Fig. 4 Módulo 1, estructura

Al emplear paneles reutilizados y tener que adaptarlos a la estructura, las dimensiones finales del módulo 1 son 2,48m de largo, 2,27m de ancho y 2,51m de alto. Dando como resultado el módulo 1 de la estructura.

Cada perfil empleado constara de los orificios roscados M6 necesarios para el anclaje de los paneles. Además, los perfiles destinados a sostener los molones portaran los orificios necesarios para los soportes UCFL.

Módulo 2

El segundo módulo, el cual alojara el sistema de ventilación forzada y las uniones entre conductos, será el que disponga de la regulación del caudal de aire circulante. Teniendo en cuenta las dimensiones anteriores, las dimensiones fijas de este módulo son 2,27m de ancho y 2,51m de alto. La dimensión restante la podemos obtener de las medidas del ventilador instalado y del conducto de unión entre tobera y ventilador, como consecuencia obtendremos unas dimensiones de longitud, anchura y altura totales de 1,06x2,27x2,51m respectivamente.

Dando como resultado el módulo 2 de la estructura.

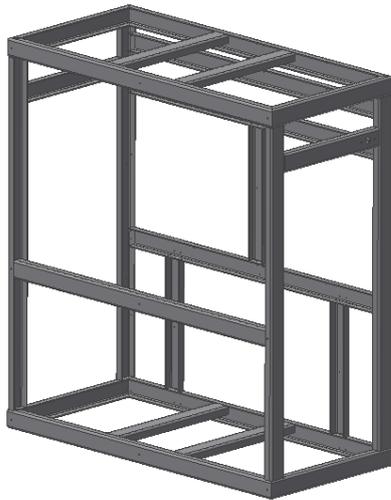


Fig. 5 Módulo 2, Estructura

De igual modo que en el módulo 1, cada perfil empleado constara de los orificios roscados M6 necesarios para el anclaje de los paneles.

En el caso de este módulo únicamente tenemos un molón, por lo que únicamente harán falta dos soportes UCFL-206.

6.2. Molones

Los molones serán los encargados de transmitir la velocidad y guiar la tela en todo el recorrido a seguir durante el procedimiento de secado. Los molones están conformados por un tubo hueco de diámetro 100mm y espesor 2mm, y un eje a cada lado compuesto por un eje central y dos discos internos para dar rigidez al tubo hueco, sujetos a ambos lados por soportes del tipo UCFL-206.

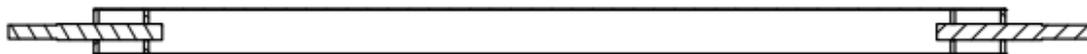


Fig. 6 Molón seccionado, parte inferior y paso.

El molón seccionado visto en la Fig.5 representa los molones inferiores y de paso. Dónde se aprecian los ejes con los discos rigidizadores y el perfil de tubo hueco.

Molones parte inferior y pasada



Fig. 7 molones inferiores

Los molones de la parte inferior y de pasada son solamente para marcar el recorrido a seguir de la tela, al no transmitir potencia, la distancia de ambos ejes será la misma, la necesaria para cubrir la estructura. Que, sabiendo las dimensiones de los soportes UCFL-206, del tubo hueco y la estructura, obtenemos la distancia a cubrir por cada uno de los ejes, que asciende a un total de 337mm (incluida la parte interior).

Molones parte superior

Dado que estos molones son los que transmitirán la potencia, uno de los dos ejes debe tener la longitud apropiada para albergar los piñones correspondientes y en su caso, el motor.



Fig. 8 Molones superiores

Por tanto en la parte superior deberíamos distinguir entre dos tipos de molones, el que va acoplado directamente al motor, y los nueve restantes, que transmiten la potencia.

Para ambos casos el tubo hueco y uno de los ejes son de las mismas dimensiones que el resto, pero, el segundo eje necesita suplir una distancia de 215mm más que el primero para el caso del motor. En cambio, para el resto de molones de la parte superior la distancia extra a suplir por el segundo eje es de 110mm.

6.3. Sistema de calentado eléctrico

El sistema de calentado de aire se compone de varias resistencias acopladas a una placa base con railes para guiar el conjunto de resistencias en el soporte destinado a ello.

Conjunto de resistencias

Las resistencias están compuestas por un tubo conductor de temperatura y varias placas a lo largo de dicho tubo que actúan como disipadores de calor, cediéndolo al aire circundante.

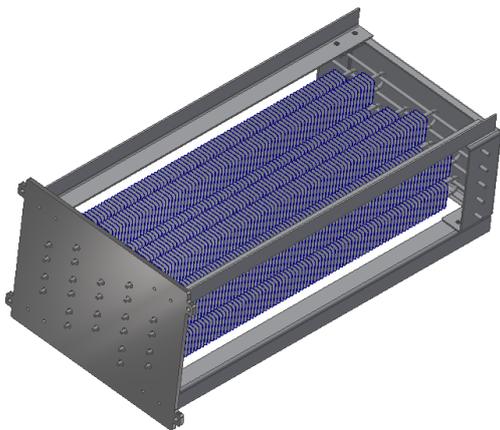


Fig. 9. Conjunto resistencias

La disposición de las resistencias ha de ser tal que el aire no pueda pasar entra ellas sin absorber la energía cedida por los disipadores.

Caja soporte

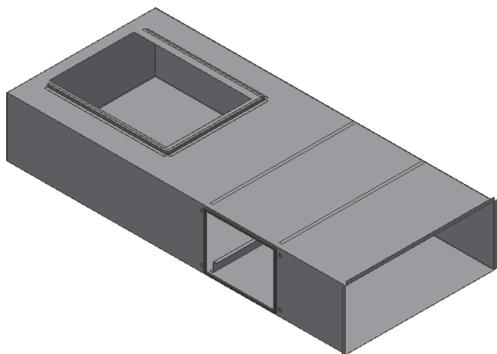


Fig. 10 Caja soporte

Aquí irá colocado el conjunto de resistencias, entre el orificio de entrada del aire y el acceso al ventilador.

El conjunto de resistencias está apoyado sobre unas guías que hacen de rail para facilitar la instalación del mismo. En la parte izquierda se observan otras guías que se emplearán para introducir el filtro de aire.

Unión Caja soporte-ventilador

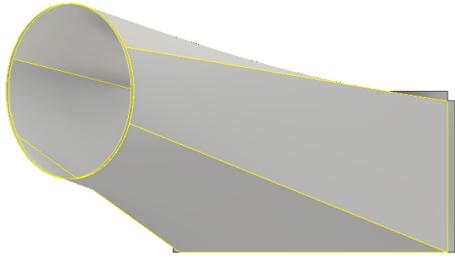


Fig. 11 Unión caja soporte ventilador

Debido a forma de salida de la caja soporte y la forma de entrada del ventilador, es necesario un acople que una la sección rectangular del soporte con la sección circular del ventilador, y a su vez compense la distancia equivalente.

Filtro

El filtro, compuesto por filamentos entrecruzados de acero, impide que las partículas más gruesas de polvo entren en el sistema de ventilación.

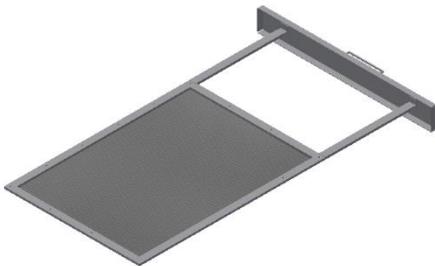


Fig. 12 Filtro de aire

Hecho en acero inoxidable, y colocado sobre la caja de calentado, la parte donde se sitúa el asa, sobresale del secadero a la altura de los paneles, quedando sellado a este mediante palancas de acción mecánica.

6.4. Sistema de ventilación forzada

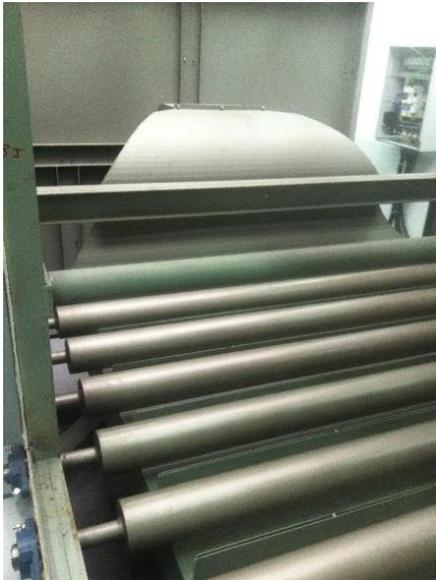


Fig. 13 molones y conducto aire.

El sistema de ventilación forzada está compuesto por un ventilador de la marca Sodeca y el correspondiente motor, a causa de las temperaturas en el interior del secadero, el motor ha de separarse la distancia suficiente para compensar los paneles y que éste quede fuera. Por este motivo el eje del ventilador ha de alargarse la misma distancia compensada.

Ventilador



Fig. 14 Ventilador Sodeca.

Ventilador existente en el taller, Sodeca CMR-1650-4T con una potencia instalada de 1.5 kW, velocidad de giro 1430 rpm con un caudal máximo de 10.500 m³/h.

6.5. Sistema de distribución de aire



Fig. 15 Tobera y molones

Una vez el aire ha pasado por el sistema de calentado y de ventilación, hay que direccionarlo de forma paralela a la dirección de la tela. Para ello se emplea una tobera con varias ranuras de poca superficie para elevar la velocidad del aire expulsado.

Toberas conducción

La tobera, es el elemento diseñado para canalizar el aire hacia el tejido, de manera paralela a este. Está compuesta por diez secciones de 1800x4mm que, con el caudal inyectado, la velocidad del aire se aproxima a 30 m/s (calculado para un caudal de 8.000m³/h)

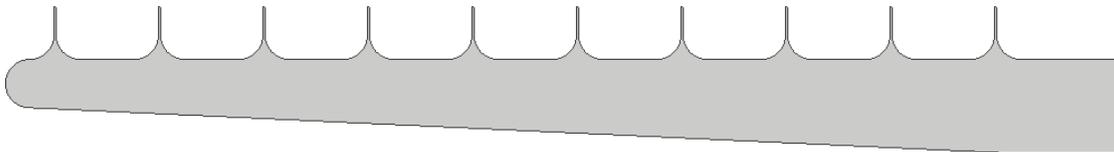


Fig. 16 Tobera distribución de aire

El aire inyectado es introducido por la derecha de la tobera (ver figura), y este circulara por el interior hasta alcanzar las secciones superiores por donde libera el aire con velocidad elevada.

Unión ventilador-tobera

Debido a la geometría y disposición del ventilador, la unión de ambas partes se realizará mediante 3 secciones curvas de 90° con el fin de facilitar la fabricación y montaje de las mismas a la hora de instalarlas en la máquina.

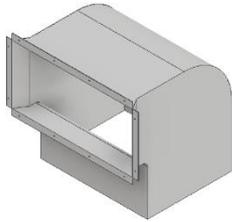


Fig. 17 1ª sección
unión ventilador-

La primera sección, une la salida del ventilador con la segunda sección. En la base del mismo encontramos una brida para fijar el ventilador a la sección, y en la parte superior unas pestañas que unen con la siguiente sección.

La segunda sección, une las partes 1 y 3 del mismo modo que la sección anterior, gracias a unas pestañas agujereadas que posteriormente se atornillaran.

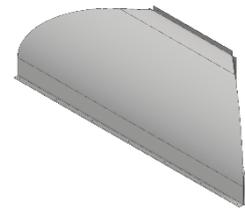


Fig. 18 2ª sección
unión ventilador-

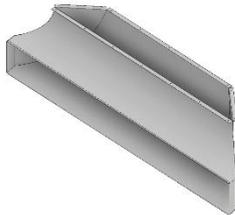


Fig. 19 3ª sección unión
ventilador-tobera

Finalmente, la 3ª sección, que une la anterior con la tobera. La unión entre las secciones se realiza del mismo modo, pero para la unión de la tobera no es necesario tornillería, ya que esta va apoyada sobre unos soportes que la alinean con la 3ª sección.

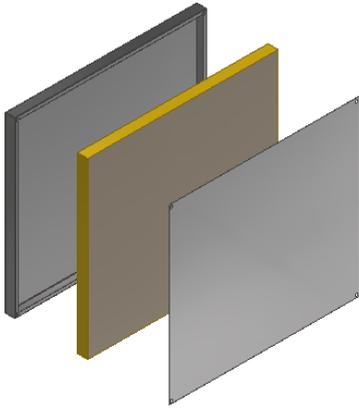


Fig. 20 Conjunto ventilador y unión tobera.

En esta imagen podemos apreciar la unión de la tobera con el ventilador y del ventilador con el sistema de calentado.

6.6. Paneles

Los paneles cubrirán toda la estructura por la parte superior y lateral, cada panel albergará en su interior espuma de poliuretano como aislante, del mismo espesor que el panel. Constarán de dos partes, la primera que da forma al panel con los dobles pertinentes para facilitar la soldadura, y la segunda que acaba de definir la forma.



Primera parte, empezando por la izquierda, con pliegues y forma del panel, la segunda, el aislante de poliuretano, y la tercera, cierra el panel por completo.

Fig. 22 Panel componentes

De los 39 paneles necesarios para realizar el cerramiento, 14 pudieron ser empleados de los ya existentes en el taller.

Paneles laterales y frontales

Hechos con chapa de acero doblada de 1,2mm en dos piezas, de 70mm de grosor en total. Para garantizar el sellado entre panel y estructura, se añadirá fibra de vidrio en el contorno del panel, que, al presionarlo contra la fibra, impedirá que escape el aire.

Paneles superiores

Hechos con chapa doblada de acero galvanizado de 1,5mm en dos piezas, de 100mm de grosor en total (todos los paneles superiores fueron reutilizados de los ya existentes). Para garantizar el sellado entre panel y estructura se seguirá el mismo procedimiento anterior.

Paneles diferentes



Fig. 23 Panel motor ventilador

Dentro de este apartado encontraremos los paneles con alguna particularidad, como por ejemplo el panel del motor, que tiene grosor y geometría diferente, o el panel del filtro, con un orificio destinado a tal fin.

Panel motor ventilador

Este panel se realizará con chapa doblada de 3mm de espesor en tres piezas, dos de las cuales ya se han descrito. La tercera consiste en una sucesión de pliegues formando un cono seccionado.

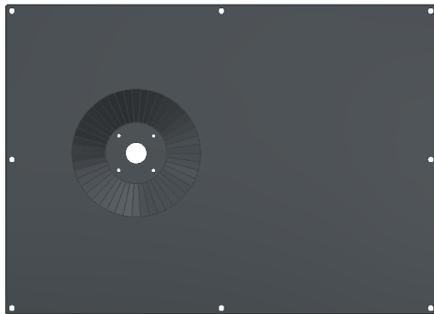


Fig. 24 Vista frontal panel motor.

Como puede observarse en la imagen (Ver figura) dicho panel tiene una reducción en la parte izquierda para disminuir la distancia entre el ventilador y el motor, además de los orificios necesarios para el paso del eje y la fijación del motor.

Panel filtro

Dicho panel necesita una ranura de entrada para la fácil extracción del filtro, ya incluido en el sistema de calentado eléctrico.

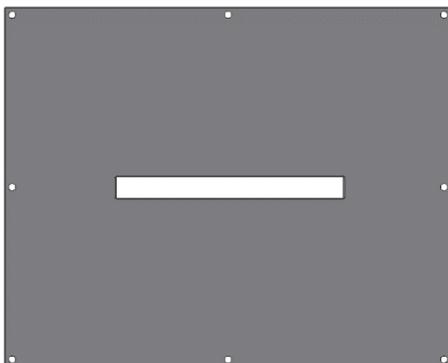


Fig. 25 Vista frontal panel filtro.

Debido a la necesidad de extracción del filtro de aire, para la limpieza del mismo, este panel dispone de una abertura que actúa como guía para introducir y retirar el filtro.

Panel extracción

Panel superior para la salida de gases calientes. Aunque en el diseño está pensado poner el extractor en la parte central de la máquina, es posible alternar el panel entre cuatro posiciones diferentes.

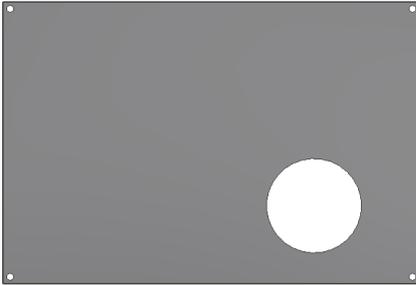


Fig. 26 Vista frontal panel extracción.

Dispone de una circunferencia perforada para el acople del conducto de extracción, y así facilitar la renovación del aire en el interior de la máquina.

6.7. Extracción

Aunque no se generan gases de combustión, ni nocivos para la salud pública, el extractor está incluido para facilitar la extracción del aire húmedo del interior, y renovarlo cuando este alcanza niveles altos de humedad.

Ventilador extracción

Se dispone en el taller de un ventilador más pequeño del mismo tipo que el anterior, fabricado por Sodeca, modelo CMP 1125-4T con una potencia de 2kW y un caudal máximo de 5.000 m³/h.

Conducto extracción

Formado por tubos circulares galvanizados prefabricados.

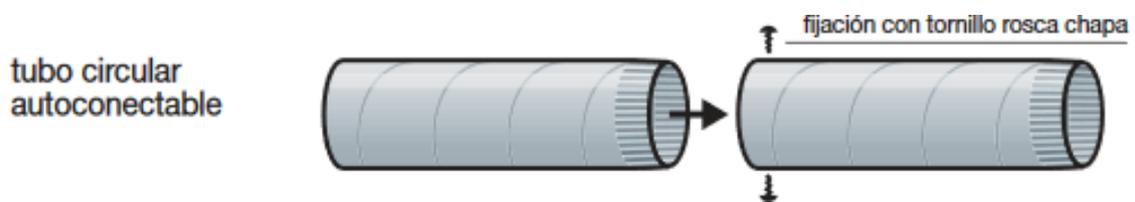


Fig. 27 Tubos circulares auto conectable

Con estos tubos se salvará la distancia existente entre el punto de extracción y el exterior de la fábrica.

6.8. *Ensamble final*

Después de ensamblar todos los elementos pertenecientes al secadero, ya mencionados con anterioridad, el resultado final del secadero es:

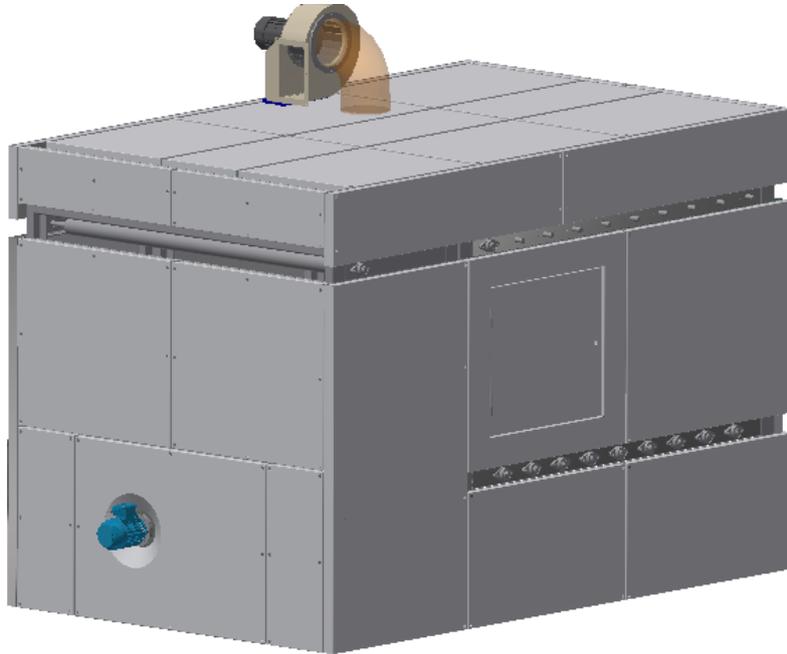


Fig. 28 Secadero vista 3D

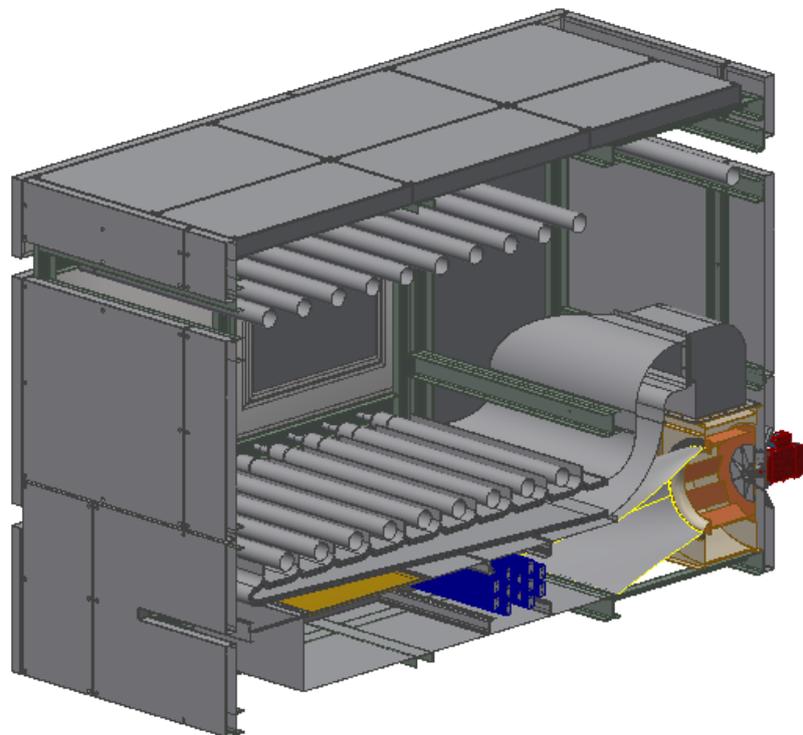


Fig. 29 Secadero vista 3D Sección



Fig. 30 Secadero y enrolladora

El dispositivo que se ve a la salida de la máquina, es una enrolladora que recoge la tela a la salida, equipado con un sensor es capaz de compensar la velocidad de salida con respecto a la de entrada para evitar que la tela se estire en el proceso de enrollado, dejándola lista para guardar o transportar.

7. Evaluación y simulación con elementos finitos

Mediante los programas CAE, es posible realizar la simulación de piezas para prever su comportamiento, introduciendo las cargas y restricciones adecuadas para simular cada modelo, y aplicando mallas en las superficies de los sólidos obtenemos las tensiones y deformaciones aplicadas en cada fracción del mallado.

Para la simulación con elementos finitos se ha empleado el programa Autodesk Inventor a fin de realizar los análisis de tensión necesarios.

7.1. Estructura

Para la simulación de la estructura es necesario conocer todas las cargas aplicadas a esta, que al tratarse de varios elementos resulta muy compleja y difícil de procesar. Por este motivo es necesario realizar una simplificación de los componentes de la estructura, para ello, observaremos el peso de la estructura sin componentes una vez asignados todos los materiales (1.160,9 kg) y lo compararemos con el peso de la estructura con los paneles incluidos (2.529,2 kg) obteniendo una relación de 2,2.

Dado que los paneles se distribuyen en toda la superficie de la máquina, con un peso de 1,2 veces el de la estructura, podríamos sustituir, gracias a la segunda ley de Newton $F = m \cdot a$, dicho peso por un aumento de la gravedad en la simulación de la estructura. De modo que, para que la fuerza sea constante, será necesario un aumento de 2,2 veces la aceleración de la gravedad.

Con estos datos, la simulación se reduce a: una carga de gravedad que incluye el propio peso de la estructura además de los paneles, y varias cargas puntuales o repartidas en los lugares correspondientes a los elementos tales como, el conjunto de resistencias, el extractor y el motor del ventilador entre otros.

Tensión de Von Mises

Tipo: Tensión de Von Mises

Unidad: MPa

24/07/2017, 20:02:15

96,17 Máx.

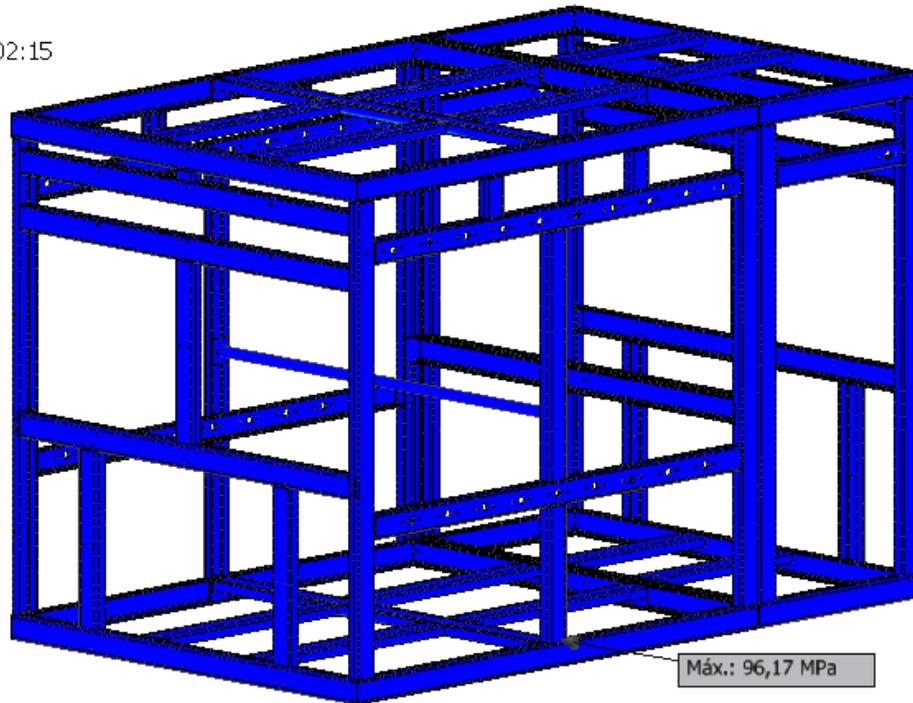
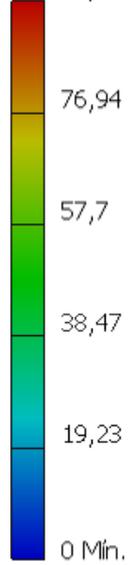


Fig. 31 Simulación Estructura. Tensión Von Mises

Apreciamos que la Tensión de Von Mises, alcanza el valor máximo de 96,17 MPa en la unión de la base con el elemento estructural central que sustenta los molones del módulo 1, debido al peso del extractor y el conjunto de resistencias.

Desplazamiento

Tipo: Desplazamiento

Unidad: mm

24/07/2017, 20:19:02

2,985 Máx.

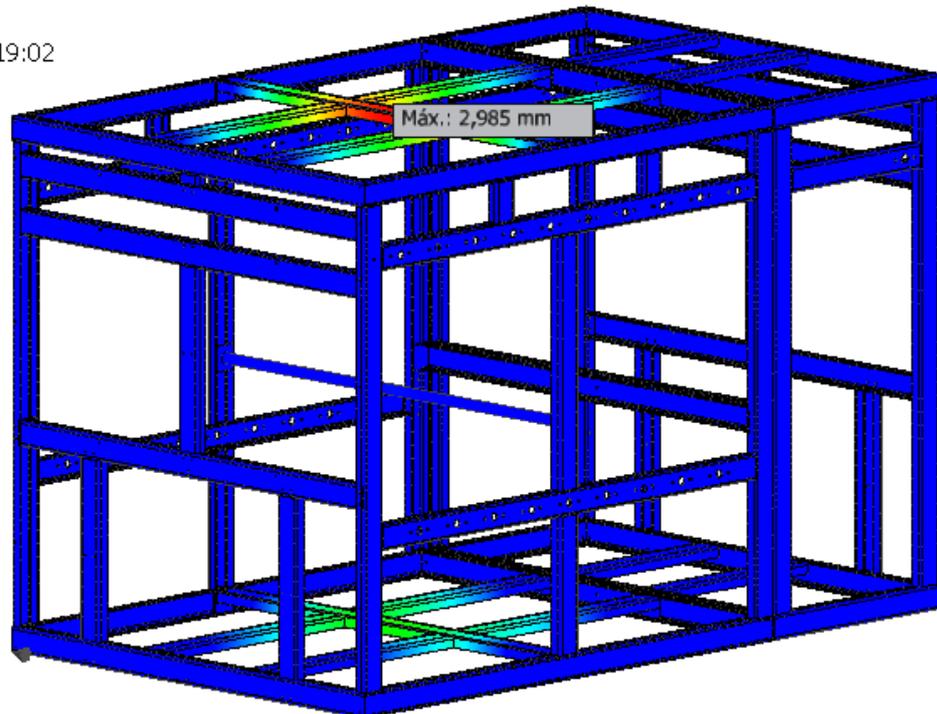
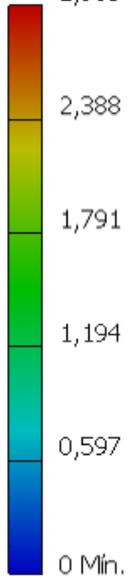


Fig. 32 Simulación Estructura. Desplazamiento

Las situaciones más desfavorables en cuanto a desplazamiento se refieren, se dan en la parte inferior del módulo 1, debido a la carga del conjunto de resistencias, y a la parte superior del mismo, debido a las cargas de los paneles y el extractor, alcanzando esta su valor máximo de 2,985 mm.

Presión de contacto

Tipo: Presión de contacto

Unidad: MPa

24/07/2017, 20:31:09

414,6 Máx.

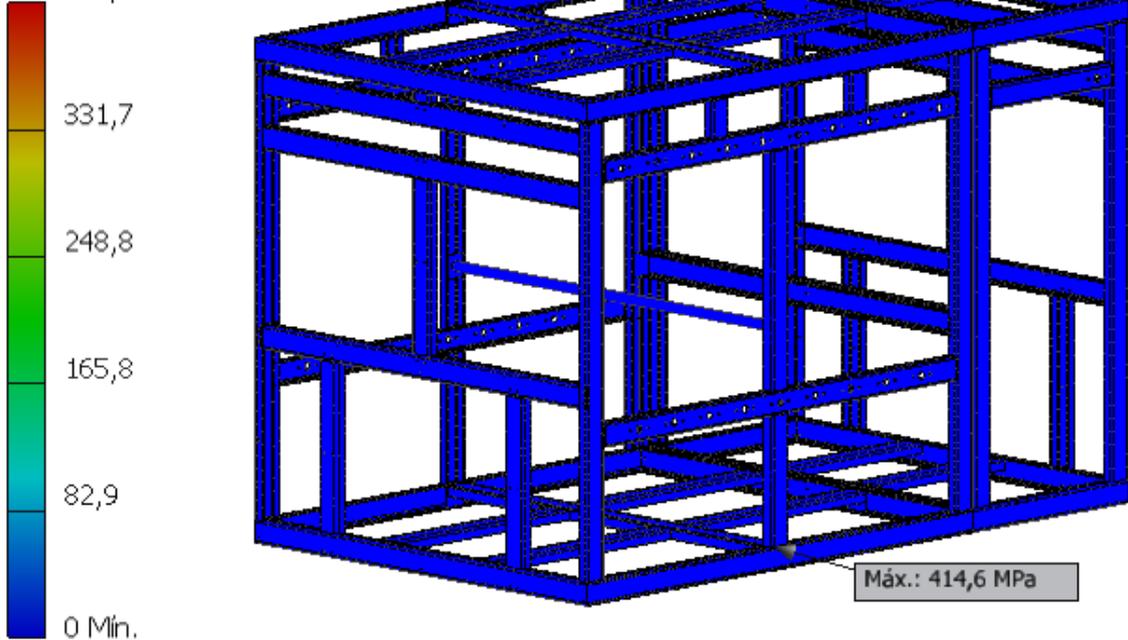


Fig. 33 Simulación Estructural. Presión de contacto

Por último, la presión de contacto, que a pesar de alcanzar un valor máximo de 414,6 MPa, el coeficiente de seguridad en dicho punto es de 8,43, coincidiendo en ubicación con la tensión equivalente máxima de Von Mises.

Resumen de resultados.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	4,14789E+09 mm ³	
Masa	32457,4 kg	
Tensión de Von Mises	0,00000137577 MPa	96,1696 MPa
Desplazamiento	0 mm	2,98472 mm
Coeficiente de seguridad	8,43302 su	15 su
Deformación equivalente	0,000000000007699 su	0,000516479 su
Presión de contacto	0 MPa	414,585 MPa

Tabla 1 Resumen de resultados Estructura

7.2. Molón tracción.

Hay que diferenciar dos simulaciones diferentes, la del molón acoplado al motor y la de los molones traccionados.

Primero simularemos los molones traccionados que hacen un total de nueve unidades, pero con estudiar el comportamiento de uno, sabremos cómo se comporta el resto.

Tensión equivalente de Von Mises

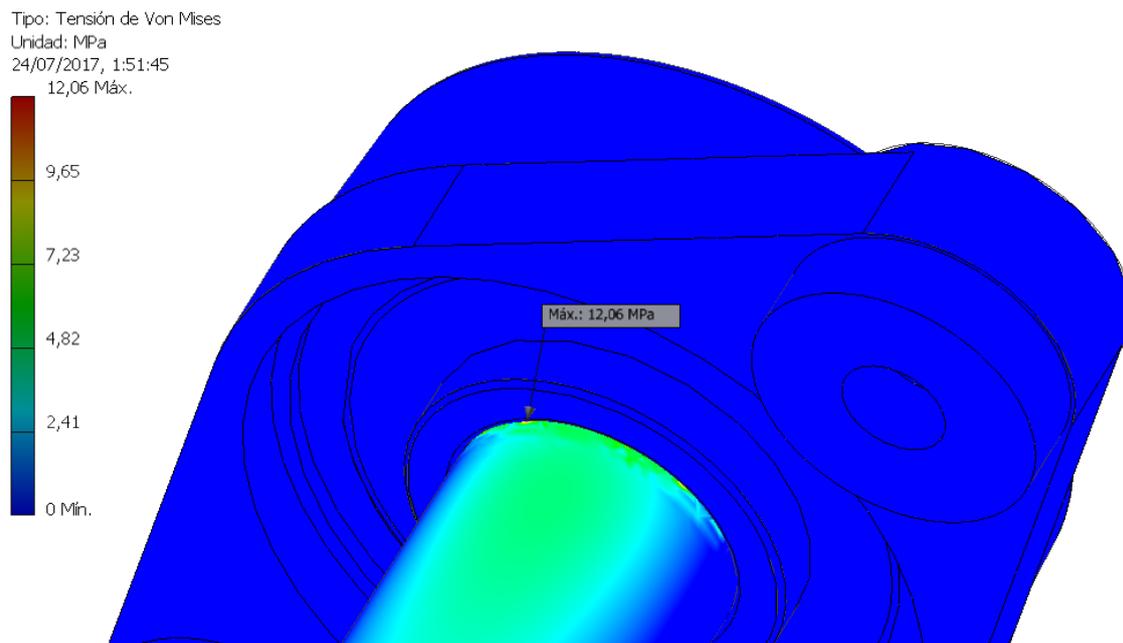


Fig. 34 Simulación Molón. Tensión Von Mises

Como se puede apreciar en la Fig. 14, la tensión equivalente de Von Mises se hace máxima en la unión del rodamiento con el eje. Dicha tensión adquiere el valor de 12,06MPa, muy inferior a la máxima permitida por el material.

Desplazamiento

Como era de esperar, el desplazamiento máximo se produce en el centro del molón debido a los pesos combinados de la tela y éste, aplicados en el centro de gravedad.

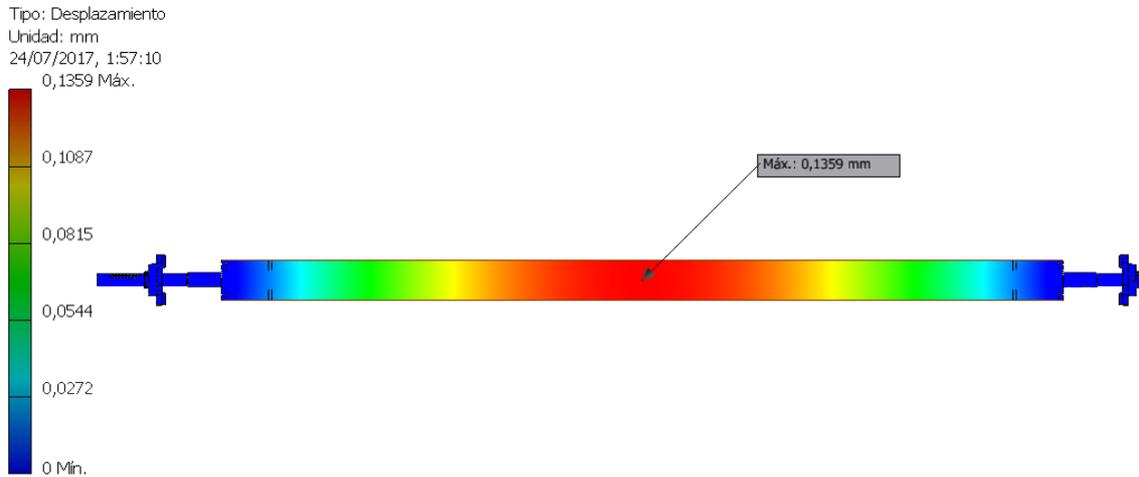


Fig. 35 Desplazamiento molones

Con un coeficiente de seguridad mínimo de 7,33u. coincidiendo en ubicación con el desplazamiento máximo.

Resumen de resultados

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción	Pares de reacción
Restricción fija: Eje transmisión.	3,48426 N	0,0124618 N m
Restricción fija: Eje libre.	4,38559 N	0,0236573 N m
Restricción de pasador: Eje transmisión.	126,048 N	19,2453 N m
Restricción de pasador: Eje libre	119,377 N	19,7036 N m

Tabla 2 Resumen de resultados 1 molones

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	2405660 mm ³	
Masa	18,7515 kg	
Desplazamiento	0 mm	0,135915 mm
Presión de contacto	0 MPa	0 MPa
Tensión de Von Mises	0,00000568122 MPa	12,0581 MPa
Rotación	0,0000882245 gr	0,010785 gr
Coeficiente de seguridad	7,32957 su	15 su
Deformación equivalente	0,000000000246223 su	0,00112922 su

Tabla 3 Resumen de resultados 2 molones

7.3. Flujo de aire

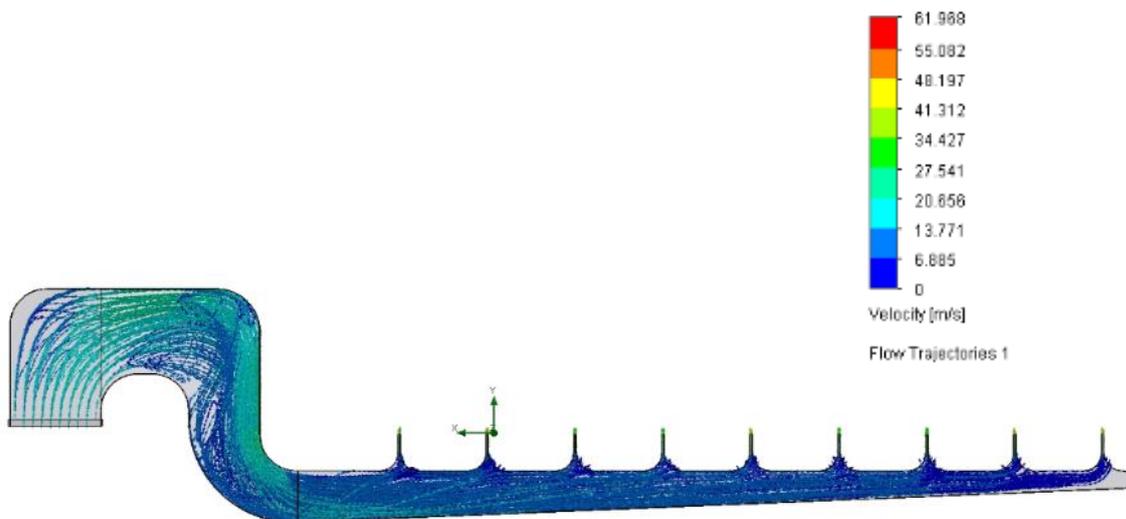


Fig. 36 Flujo de aire

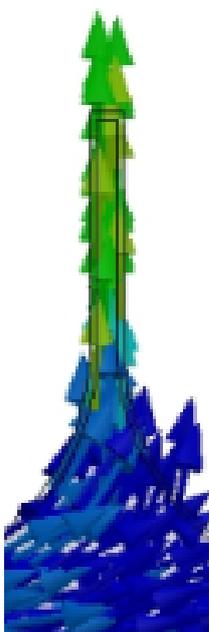


Fig. 37 Flujo de aire
detalle

Con los datos introducidos en la simulación, correspondientes a un caudal de 2,3 m³/s que equivalen a 8.280 m³/h, (ligeramente superior al calculado previamente). Y, con presión atmosférica en la salida de la tobera, correspondiente a las oberturas de 4mm.

Observamos que el comportamiento del aire en el interior de la tobera es el adecuado, obteniendo una velocidad de salida del aire de entre 27,54 y 34,42 m/s. Y en algunos puntos, la velocidad del fluido oscila entre 34,42 y 41,31 m/s. con una velocidad máxima de 46,22 m/s. Teniendo en cuenta que el caudal introducido en la simulación es ligeramente superior al calculado con anterioridad, el resultado es muy próximo al previsto.

Nombre	Unidades	Valor Medio	Valor Mínimo	Valor Máximo
Velocidad máxima	[m/s]	46,22142518	46,09035757	46,37266343

Tabla 4 Velocidad máxima fluido

8. Estudio económico

Descripción	Material	Uds.	Precio	Observaciones
Paneles				
Panel techo A	acero carbono	4	86,40 €	Dos piezas
Panel techo B	acero carbono	2	62,50 €	Dos piezas
Panel techo A1	acero carbono	2	58,37 €	Dos piezas
Panel techo B1	acero carbono	1	32,75 €	Dos piezas
Panel lateral A	acero carbono	2	95,80 €	Dos piezas
Panel lateral B	acero carbono	2	48,90 €	Dos piezas
Panel lateral C	acero carbono	2	50,99 €	Dos piezas
panel lateral D y E	acero carbono	2	75,60 €	Dos piezas
Panel lateral F y G	acero carbono	4	59,85 €	Dos piezas
Panel lateral hueco puerta	acero carbono	2	42,84 €	Dos piezas
panel puerta	acero carbono	2	45,77 €	Dos piezas
paneles frontales A y B	acero carbono	2	34,80 €	Dos piezas
paneles traseros A y B	acero carbono	2	40,46 €	Dos piezas
paneles frontal y trasero C y D	acero carbono	4	53,12 €	Dos piezas
paneles frontal y trasero E y F	acero carbono	4	32,40 €	Dos piezas
Soldadura, aislante y pintura para paneles		39	21,83 €	Precio por panel
Montaje y utensilios para paneles.		39	12,00 €	Precio por panel

Tabla 5 Precios 1

Descripción	Material	Uds.	Precio	Observaciones
Estructura y molones				
Conjunto estructura. Módulos 1 y 2	Hierro dúctil	1	2.850,00 €	Soldadura y montaje
Molones	Acero carbono	23	67,40 €	Molones completos
Soportes UCFL y celotex		23	14,40 €	soportes y celotex por molón
Sistema de calentado y expulsión de aire				
Tobera, conjunto de varias piezas	acero carbono	1	325,40 €	Corte y plegado
Caja calentado	acero carbono	1	266,12 €	Incluye guías resistencias y soldadura.
Unión tobera ventilador	acero carbono	1	930,00 €	Conjunto de tres piezas.
Unión caja calentado-ventilador	acero carbono	1	185,00 €	Una pieza
Resistencias		12	46,00 €	Resistencias M101
Montaje y utensilios para uniones varias		6	16,24 €	Uniones de caja calentado, ventilador y tobera.
Ventilador Succión		1	1.791,85 €	Ventilador marca Sodeca motor incluido
Ventilador extracción		1	779,25 €	Ventilador marca Sodeca motor incluido

Tabla 6 Precios 2

Total 13.049,72 €

Hay que destacar que el precio no incluye I.V.A. y que solo están contabilizados los elementos necesarios para la mecánica y montaje de la máquina. Todos los elementos necesarios para conectar la maquinaria al PLC de manera electrónica, y los elementos de variación de velocidad e intensidad no están contemplados aquí.

9. Conclusiones

Teniendo en cuenta todo lo mencionado en este trabajo, como el cálculo de transmisiones vistas en *“Teoría y Diseño de Máquinas”*, el cálculo de convección forzada y transferencia térmica vistos en *“Ingeniería Térmica”*, el cálculo de estructuras visto en *“Estructuras y Construcciones Industriales”*, el cálculo de las tensiones y deformaciones vistas en *“Elasticidad y Resistencia de Materiales I y II”*, el diseño y calculo con elementos finitos visto en *“Ingeniería en Diseño Mecánico”* y *“Diagnostico y corrección de fallos en componentes de máquinas”* entre otros, podemos sacar las siguientes conclusiones:

En primer lugar, las selecciones de materiales para cada caso son muy importantes, ya sea, por ejemplo, obtener un mismo resultado (mecánicamente hablando) en un mismo proceso con distintos materiales, consiguiendo así reducir en peso y costes. O para mejorar las propiedades térmicas, en función de que objetivo tengamos, por ejemplo, si pretendemos disipar la energía concentrada, o, por el contrario, si pretendemos que la energía térmica se mantenga estable.

En segundo lugar, haciendo referencia a la transmisión por cadena, se deduce que hay una relación inversa entre la velocidad de giro y el tamaño de la cadena, es decir a menor velocidad de giro mayor tendrá que ser la cadena para soportar el par generado.

Por otra parte, la potencia calorífica que posee el aire varía en función de muchas variables como son su temperatura, velocidad, grado de humedad, densidad, presión, etc., pero teniendo en cuenta las condiciones de la instalación de presión atmosférica, y una superficie de contacto definida, la mejor manera de aumentar la capacidad calorífica del aire es mediante la velocidad del fluido, Puesto que este está relacionado directamente con el número de Reynolds, y este, a su vez, está relacionado con el número de Nusselt, siendo este último el que modifica el valor del coeficiente de transmisión de calor. Solamente añadir que los equipos que cuentan con combustión de gases son más eficientes debido a que la cantidad de energía cedida por la llama de los gases en combustión es mayor que la generada por las resistencias, pero las condiciones de la instalación no lo permiten.

Además, en referencia al movimiento del pasaje, las únicas fuerzas a compensar son las de rozamiento y las de inercia de los molones, debido a que la tela cae por ambas partes el peso de esta se equilibra, pero incrementa la inercia de masas existente en los molones, haciendo que estos tengan mayor resistencia a romper su estado estático.

En cuanto al diseño de las partes de la maquinaria, es muy importante tener en cuenta las medidas estándares disponibles, ya que delimitan en cierto modo las

dimensiones y condiciones de trabajo. Además de, los trabajadores que van a realizar el montaje y facilitarles a estos las uniones entre los componentes, ya sea, por ejemplo, diseñando partes fijas en la estructura que harán de anclajes o de guías para conexiones de piezas posteriores, o facilitando vías de acceso en aquellos lugares que sean necesarios.

Por último, para que todo el trabajo, que el diseño y construcción de la maquinaria conlleva consigo, sea de utilidad, y esta pueda ser comercializada, es necesario que cumpla con unas normas comunes para el ámbito al cual va destinada la misma. Dichas normas vienen reguladas por la unión europea (para ámbito europeo) que capacitan la obtención del mercado CE

10. Bibliografía

Referencia figuras

<i>Fig. 1 Dibujo secadero conducción.</i>	6
<i>Fig. 2 Sección secadero modular.</i>	7
<i>Fig. 3 Calculo cadena rodillos</i>	12
<i>Fig. 4 Módulo 1, estructura</i>	15
<i>Fig. 5 Módulo 2, Estructura</i>	16
<i>Fig. 6 Molón seccionado, parte inferior y paso.</i>	16
<i>Fig. 7 molones inferiores.....</i>	17
<i>Fig. 8 Molones superiores.....</i>	17
<i>Fig. 9. Conjunto resistencias</i>	18
<i>Fig. 10 Caja soporte</i>	18
<i>Fig. 11 Unión caja soporte ventilador.....</i>	19
<i>Fig. 12 Filtro de aire</i>	19
<i>Fig. 13 molones y conducto aire.</i>	20
<i>Fig. 14 Ventilador Sodeca.</i>	20
<i>Fig. 15 Tobera y molones.....</i>	21
<i>Fig. 16 Tobera distribución de aire</i>	21
<i>Fig. 17 1º sección unión ventilador-tobera.....</i>	22
<i>Fig. 18 2º sección unión ventilador-tobera.....</i>	22
<i>Fig. 19 3º sección unión ventilador-tobera.....</i>	22
<i>Fig. 20 Conjunto ventilador y unión tobera.</i>	22
<i>Fig. 21 Unión tobera ventilador.....</i>	22
<i>Fig. 22 Panel componentes.....</i>	23
<i>Fig. 23 Panel motor ventilador</i>	24
<i>Fig. 24 Vista frontal panel motor.....</i>	24
<i>Fig. 25 Vista frontal panel filtro.....</i>	24
<i>Fig. 26 Vista frontal panel extracción.</i>	25
<i>Fig. 27 Tubos circulares auto conectable</i>	25
<i>Fig. 28 Secadero vista 3D.....</i>	26
<i>Fig. 29 Secadero vista 3D Sección.....</i>	26
<i>Fig. 30 Secadero y enrolladora</i>	27
<i>Fig. 31 Simulación Estructura. Tensión Von Mises</i>	29
<i>Fig. 32 Simulación Estructura. Desplazamiento</i>	30
<i>Fig. 33 Simulación Estructura. Presión de contacto</i>	31
<i>Fig. 34 Simulación Molón. Tensión Von Mises</i>	32
<i>Fig. 35 Desplazamiento molones.....</i>	33
	39

<i>Fig. 36 Flujo de aire.....</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 37 Flujo de aire detalle.....</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 38 Características resistencias.....</i>	<i>42</i>
<i>Fig. 39 Características técnicas de los ventiladores CMR de Sodeca</i>	<i>43</i>
<i>Fig. 40. Catalogo motores LXCM 1,1kW</i>	<i>43</i>

Referencia tablas

<i>Tabla 1 Resumen de resultados Estructura</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 2 Resumen de resultados 1 molones</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3 Resumen de resultados 2 molones</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4 Velocidad máxima fluido</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5 Precios 1.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6 Precios 2.....</i>	<i>36</i>

Fuente de las Figuras.

Fig.1 Fuente: https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/v._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad

Fig.2 Fuente: https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/v._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad

Fig.14 Fuente:

http://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/CT01_centrifugo_online_2014ES.pdf

Fig.27 Fuente: <http://www.cealsa.es/tarifas/124-tarifa-1428574733.pdf>

Fig.38 Fuente:

http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Resistencias_Electricas_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

Fig.39 Fuente:

http://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/CT01_centrifugo_online_2014ES.pdf

Fig.40 Fuente: <http://www.smi-online.net/Pujol/Serie%20L.pdf>

Nota: El resto de figuras expuestas en este documento son de realización propia, bien, mediante el programa Autodesk Inventor o SolidWorks, o bien, fotos realizadas en el momento de construcción de la maquinaria.

Fuente de las Tablas.

Todas las tablas aquí expuestas son de elaboración propia, mediante los documentos generados en las simulaciones por elementos finitos, o en Microsoft Excel.

Consultas bibliográficas

Catálogo ventiladores:

http://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/CT01_centrifugo_online_2014ES.pdf

Catálogo motor: <http://www.smi-online.net/Pujol/Serie%20L.pdf>

Catálogo selección cadena:

<http://www.mecapedia.uji.es/catalogos/cadena/renold.2.pdf>

Características resistencias:

http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Resistencias_Electricas_Tarifa_PVP_Salvador_Escoda.pdf

Otras consultas

Lavado, F. E. L. (2012). II. La industria textil y su control de calidad. Fidel Lockuán.

Consulta de normativa: <http://aenormas.aenor.es/>

Empresa Tacome: <http://www.tacome.es/>

Otras empresas: [http://www.bruciatorisantin.com/es/bruciatori-applicazioni/vena-aire-secado/](http://www.bruciatorisantin.com/es/bruciatori-applicazioni/vena-<u>aire-secado</u>/)

Procesos textiles:

http://www.tintoreriaindustrial.com/download/documentaci%C3%B3n/acabados_textiles/ACABADOS%20TEXTILES%20III.pdf

11. Anexos

11.1. Datos de los elementos existentes.

RESISTENCIAS AIRE FORZADO



Código	Modelo	Long.	Watts	€
RESISTENCIAS ALETEADAS (aleta 25 x50)				
EC 08 001	AL - 010	200	100	19,00
EC 08 002	AL - 011	200	200	18,00
EC 08 016	AL - 012	200	150	18,00
EC 08 003	AL - 001	260	500	19,00
EC 08 004	AL - 002	300	600	21,00
EC 08 005	AL - 003	370	750	22,00
EC 08 006	ALEC - 0,75	270	750	20,00
EC 08 007	AL - 004	430	850	26,00
EC 08 008	AL - 005	500	1.000	23,00
EC 08 009	ALEC - 1	370	1.000	15,00
EC 08 010	AL - 009	620	1.250	28,00
EC 08 011	AL - 006	740	1.500	31,00
EC 08 012	ALEC - 1,5	500	1.500	17,00
EC 08 013	AL - 007	970	2.000	39,00
EC 08 014	ALEC - 2	640	2.000	29,00
EC 08 015	AL - 008	1.180	2.500	55,00
Aleta 40 x 70				
EC 08 101	AL - G - 01	325	1.000	39,00
EC 08 102	AL - G - 02	470	1.500	46,00
EC 08 103	AL - G - 03	620	2.000	56,00
EC 08 104	AL - G - 04	760	2.500	65,00
EC 08 105	AL - G - 05	910	3.000	73,00
EC 08 106	AL - G - 06	1.055	3.500	84,00
CALEFACTOR FORMA "U" CON RACORES				
EC 08 201	U - 001	180	500	33,00
EC 08 202	U - 002	260	750	35,00
EC 08 203	U - 003	350	1.000	41,00
EC 08 204	U - 004	520	1.500	48,00
EC 08 205	U - 005	680	2.000	56,00

Fig. 38 Características resistencias

Resistencias empleadas para convección forzada, 1,5kW cada una (para más información consultar bibliografía).

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)			Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel presión sonora dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		230V	400V	690V				
CMR-822-2T	2710	1,29	0,75		0,25	1040	74	11,8
CMR-825-2T	2710	1,92	1,11		0,37	1280	75	18,7
CMR-728-2T	2760	2,57	1,49		0,55	1800	76	17,6
CMR-731-2T	2770	2,78	1,60		0,75	2350	77	22,8
CMR-1031-2T	2770	5,44	3,18		1,50	5160	80	44,3
CMR-1135-2T	2885	7,77	4,47		2,20	7800	83	54,9
CMR-1240-2T	2870	13,60	7,82		4,00	11100	86	98,5
CMR-1240-4T	1410	3,10	1,79		0,75	5800	71	70,5
CMR-1445-2T	2870		14,50	8,41	7,50	16500	87	126,0
CMR-1445-4T	1400	4,03	2,32		1,10	8030	72	92,5
CMR-1650-2T	2940		20,30	11,70	11,00	18850	89	178,0
CMR-1650-4T	1430	5,96	3,44		1,50	10500	74	114,0
CMR-1650-6T	945	3,90	2,20		0,75	7410	64	114,0
CMR-1856-4T	1445	10,96	6,33		3,00	15150	79	152,0
CMR-1856-6T	945	4,88	2,82		1,10	10050	70	146,5
CMR-2063-4T	1440		11,60	6,72	5,50	24450	80	226,0
CMR-2063-6T	955	6,42	3,71		1,50	16100	71	208,5

Fig. 39 Características técnicas de los ventiladores CMR de Sodeca

Las características del ventilador conjunto al motor empleado para la succión del aire, vienen definidas en el catálogo del fabricante (para más información sobre el ventilador consulte catalogo en bibliografía).

P [kW]	n ₂ [1/min]	M ₂ [Nm]	i _R	f _b	Tipo Typ Type Type	Código Referenz Ref. Réf.	Intens. nominal Nennstrom Nominal Intens. Intens. nomin. 380V.(A)
1.1	28	267	50	2.3	LXCM 110/90 S-4/28	3093043500	(2.8)
21	307	65	0.95		LXCM 87/90 S-4/21	3093042650	
28	254	50	1.3		LXCM 87/90 S-4/28	3093042500	
35	216	40	1.7		LXCM 87/90 S-4/35	3093042400	
48	163	29	2		LXCM 87/90 S-4/48	3093042300	
70	123	20	2.8		LXCM 87/90 S-4/70	3093042200	
93	96	15	3.3		LXCM 87/90 S-4/93	3093042150	
35	198	40	0.70		LPCM 61/90 S-4/35 LBCM 61/90 S-4/35	3047092400 3048092400	
70	119	20	1.1		LPCM 61/90 S-4/70 LBCM 61/90 S-4/70	3047092200 3048092200	
93	93	15	1.5		LPCM 61/90 S-4/93 LBCM 61/90 S-4/93	3047092150 3048092150	
139	65	10	1.9		LPCM 61/90 S-4/139 LBCM 61/90 S-4/139	3047092100 3048092100	
278	33	5	2.4		LPCM 61/90 S-4/278 LBCM 61/90 S-4/278	3047092050 3048092050	

Fig. 40. Catalogo motores LXCM 1,1kW

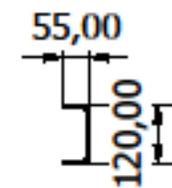
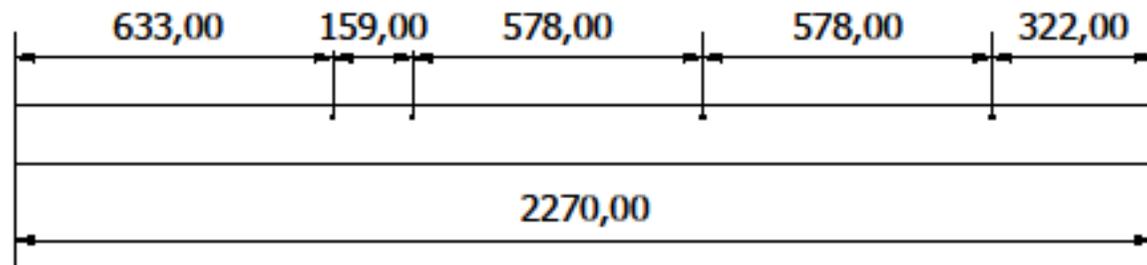
En cuanto a las características del motor empleado en la movida de tela (ver figura superior) los datos también proceden del catálogo del fabricante (consultar bibliografía).

11.2. Planos

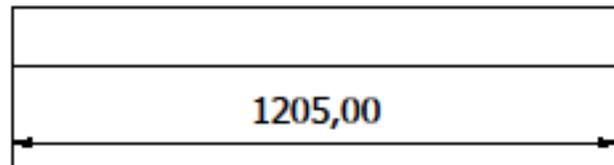
Índice

<i>Plano. 1 Estructura 1</i>	<i>45</i>
<i>Plano. 2 Estructura 2</i>	<i>46</i>
<i>Plano. 3 Estructura 3</i>	<i>47</i>
<i>Plano. 4 Estructura 4</i>	<i>48</i>
<i>Plano. 5 Estructura 5</i>	<i>49</i>
<i>Plano. 6 Molones superiores.....</i>	<i>50</i>
<i>Plano. 7 Molones inferiores.....</i>	<i>51</i>
<i>Plano. 8 Sistema de calentado.....</i>	<i>52</i>
<i>Plano. 9 Conjunto de resistencias.....</i>	<i>53</i>
<i>Plano. 10 Filtro de aire.....</i>	<i>54</i>
<i>Plano. 11 Union tobera ventilador</i>	<i>55</i>
<i>Plano. 12 Unión resistencias ventilador</i>	<i>56</i>
<i>Plano. 13 Tobera.....</i>	<i>57</i>
<i>Plano. 14 Paneles 1.....</i>	<i>58</i>
<i>Plano. 15 Paneles 2.....</i>	<i>59</i>
<i>Plano. 16 Paneles 3.....</i>	<i>60</i>
<i>Plano. 17 Paneles 4.....</i>	<i>61</i>
<i>Plano. 18 Panel motor</i>	<i>62</i>
<i>Plano. 19 Montaje estructura 1.....</i>	<i>63</i>
<i>Plano. 20 Montaje estructura 2.....</i>	<i>64</i>
<i>Plano. 21 Montaje estructura 3.....</i>	<i>65</i>
<i>Plano. 22 Componentes principales.....</i>	<i>66</i>

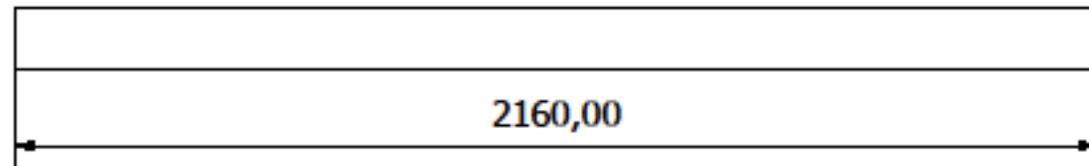
Componentes estructuras



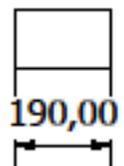
n^o uds 8



n^o uds 8



n^o uds 2

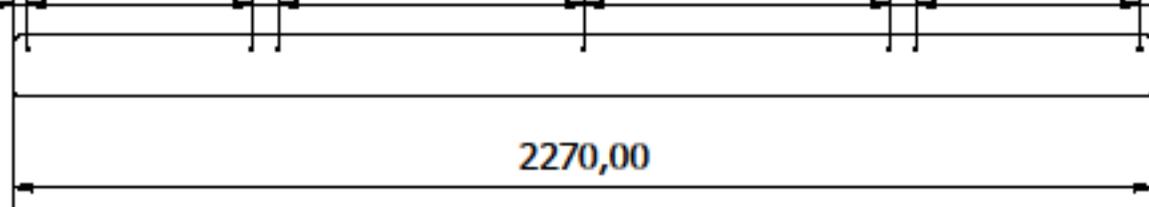


n^o uds 4

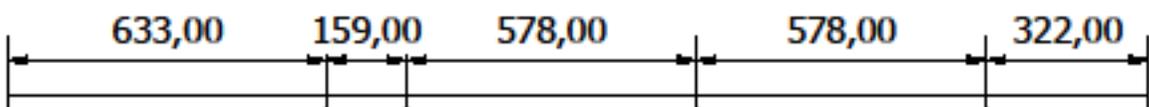
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Estructura			Material, Acero al carbono		
			Planos estructura 1	Edición	Hoja 1 / 1

Componentes estructuras

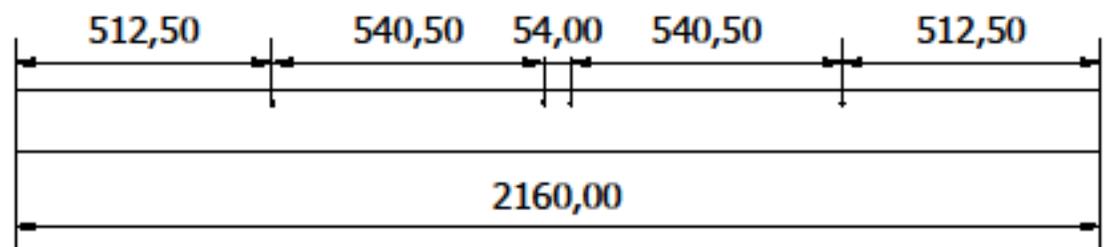
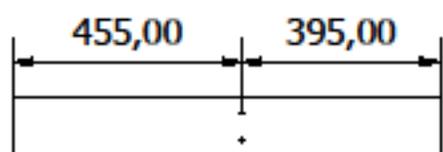
27,00 446,00 54,00 608,00 608,00 54,00 446,00 27,00



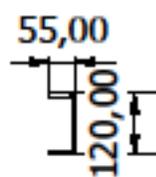
2270,00



2270,00



2160,00



nº uds 8



nº uds 4



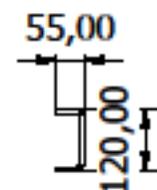
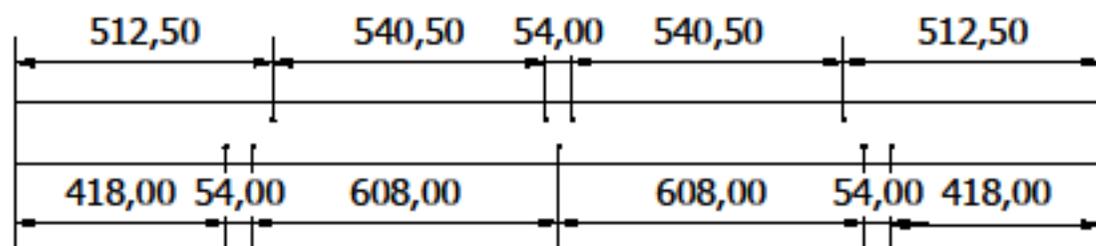
nº uds 4



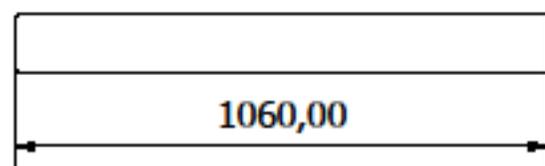
nº uds 4

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
<h2>Estructura</h2>			Material, Acero al carbono		
			Planos estructura 2	Edición	Hoja 1 / 1

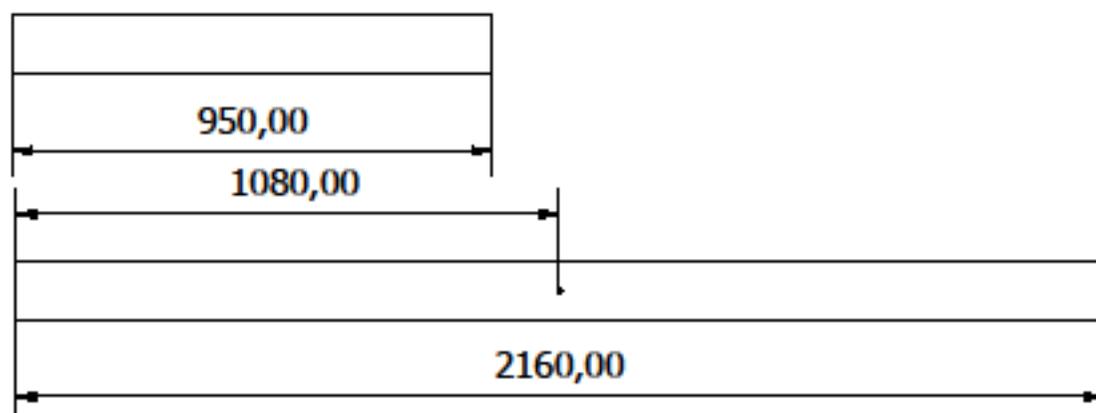
Componentes estructuras



n^o uds 2



n^o uds 4



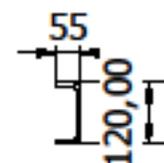
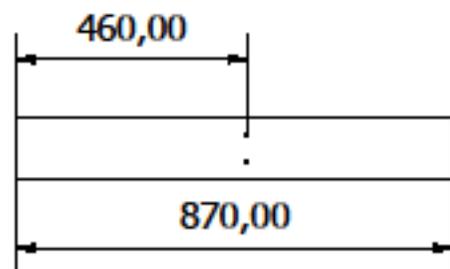
n^o uds 8



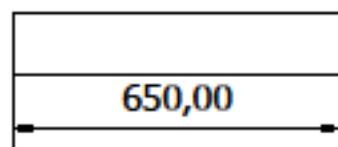
n^o uds 2

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Estructura			Material, Acero al carbono		
			Planos estructura 3	Edición	Hoja 1 / 1

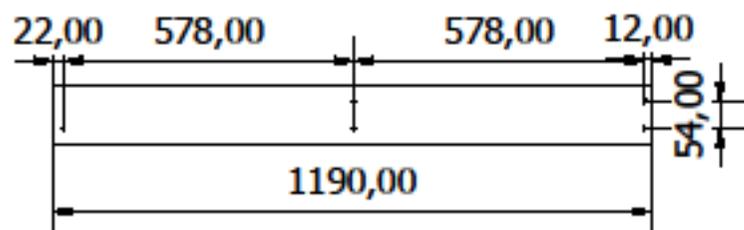
Componentes estructuras



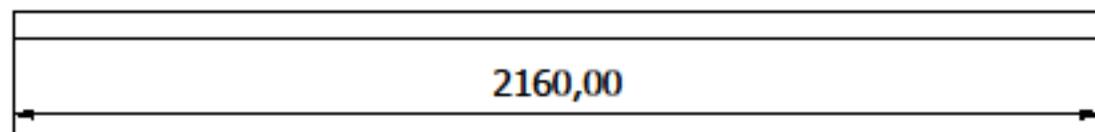
n^o uds 2



n^o uds 2



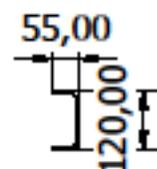
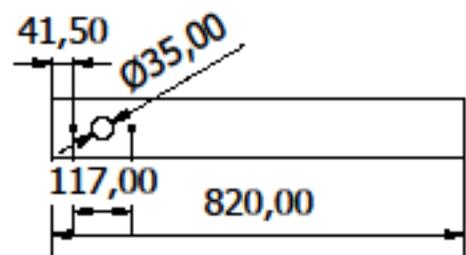
n^o uds 2



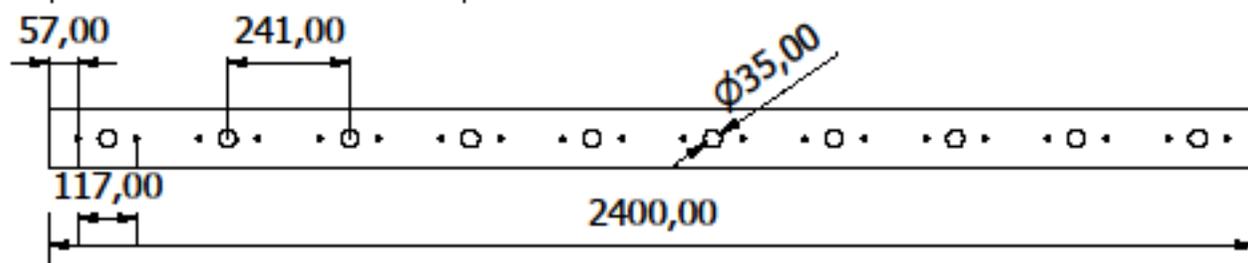
n^o uds 1

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
<h2>Estructura</h2>			Material, Acero al carbono		
			Planos estructura 4	Edición	Hoja 1 / 1

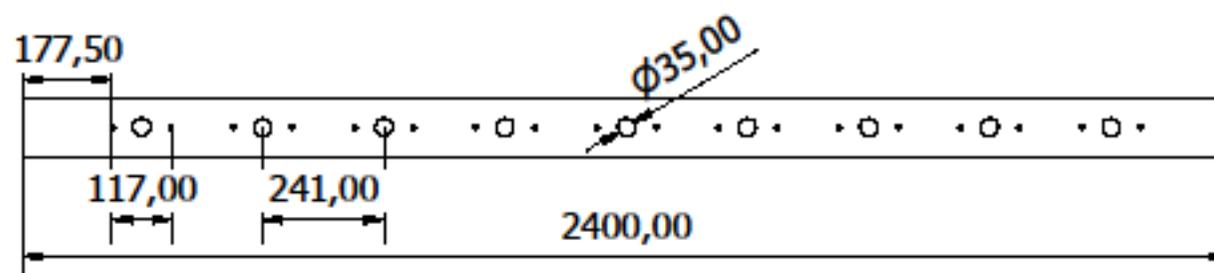
Componentes estructuras



n^o uds 2



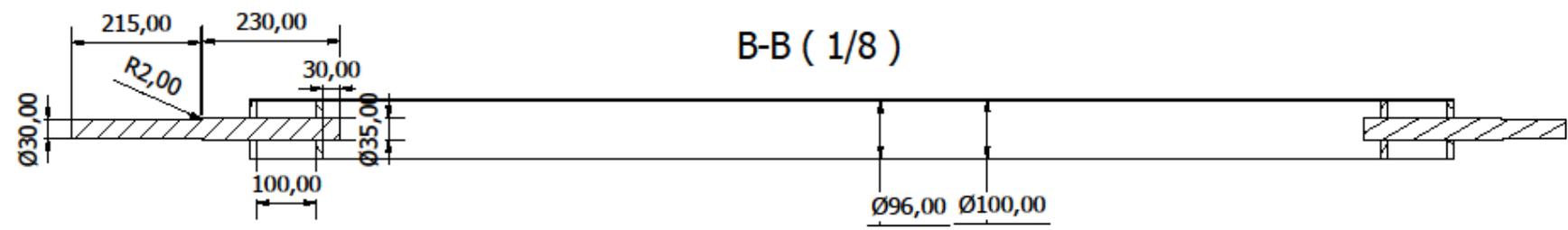
n^o uds 2



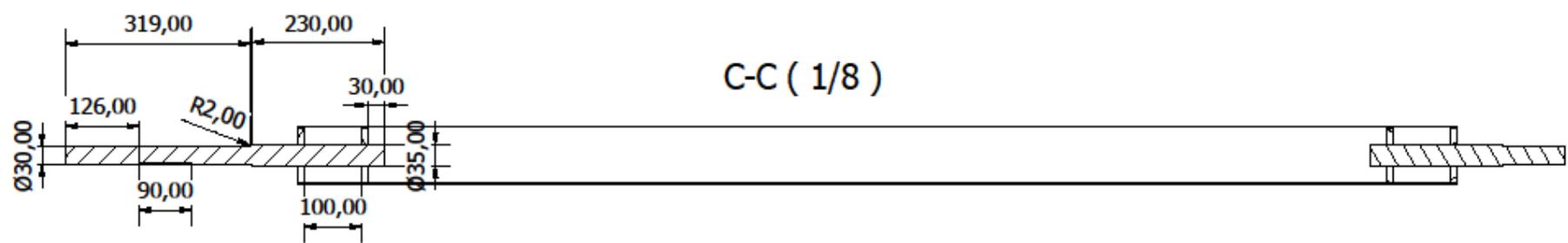
n^o uds 2

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
<h2>Estructura</h2>			Material, Acero al carbono		
			Planos estructura 5	Edición	Hoja 1 / 1

Molones superiores.



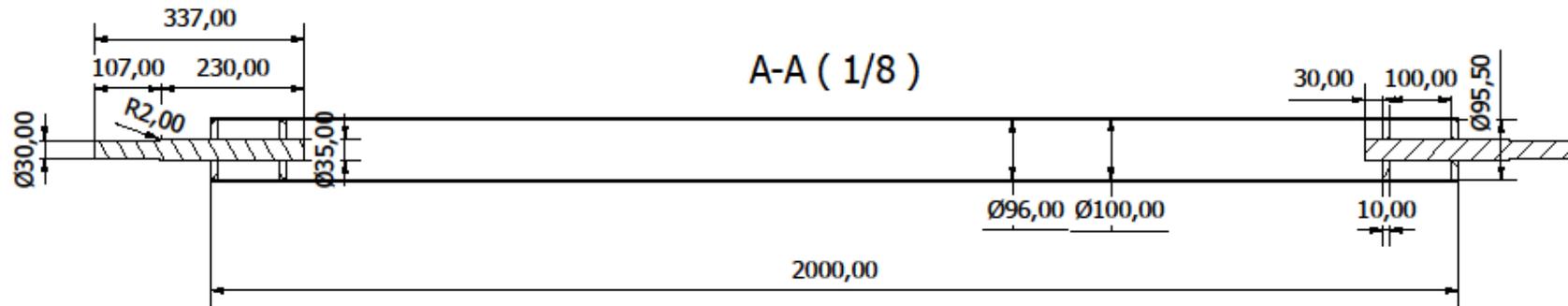
Uds 9



Uds 1

Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Pablo					
Molónes inferiores			molon sup.		
				Edición	Hoja
				1	1 / 1

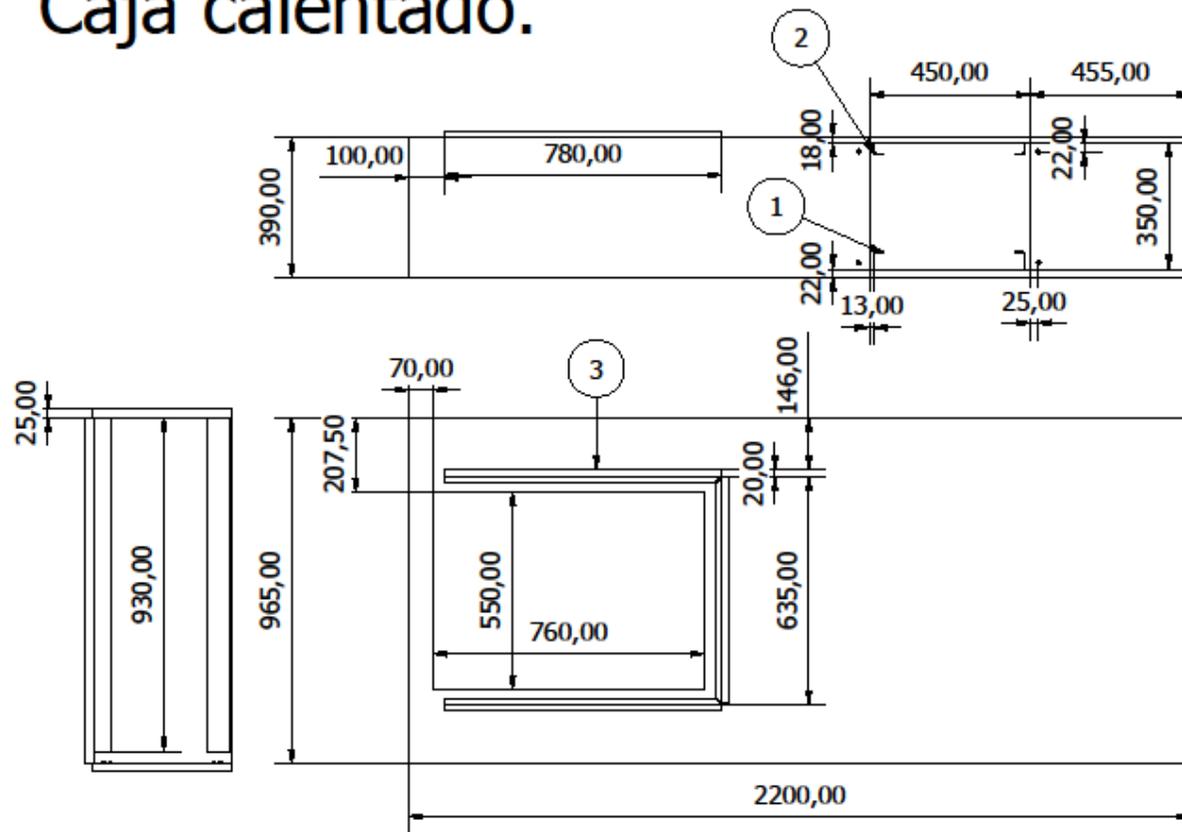
Molones inferiores.



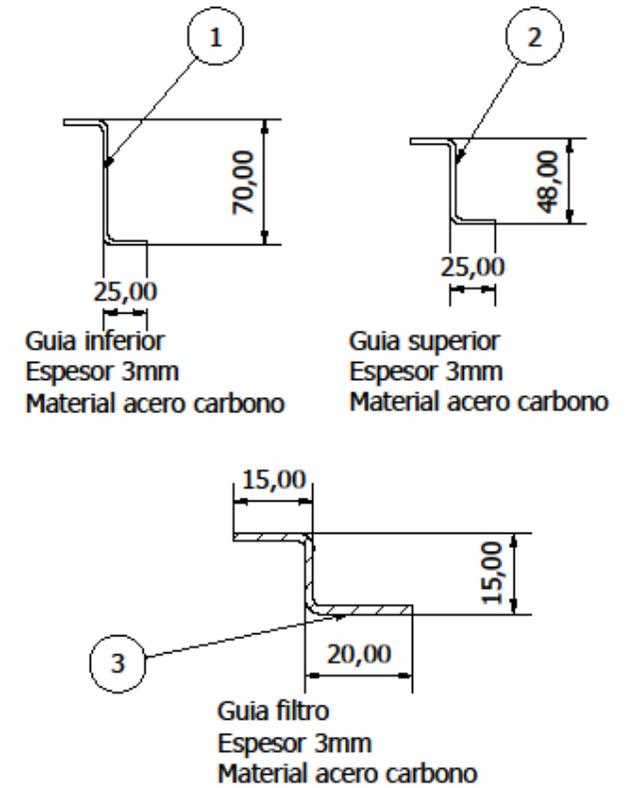
Uds 12

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Molónes inferiores			molon inf		Edición 1 / 1

Caja calentado.

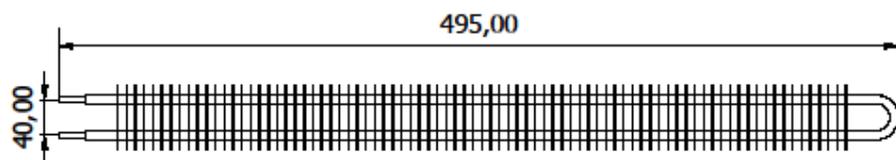


Caja calentado espesor 1,2mm.
Material acero carbono.

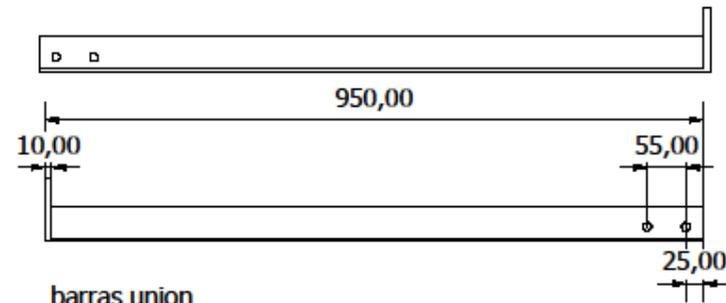
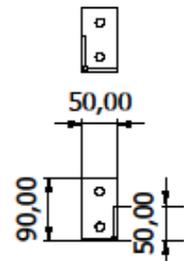


Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Sist. calentado			caja calentado		
			Edición	Hoja	
					1 / 1

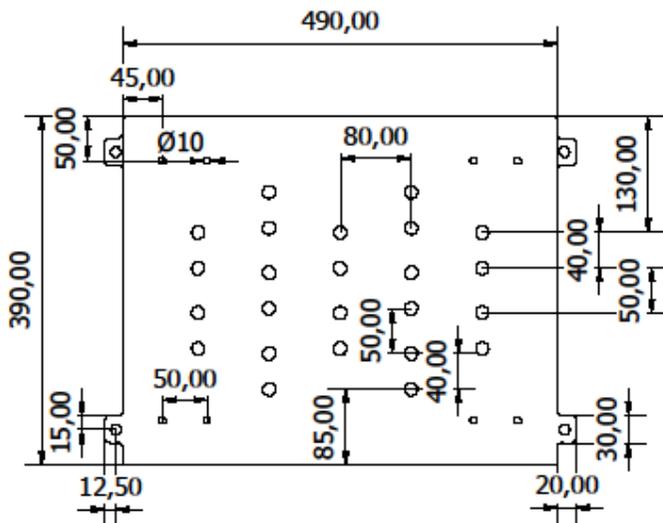
Conjunto resistencias.



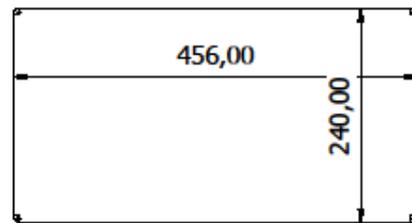
Resistencia M101.
nº unidades 12.



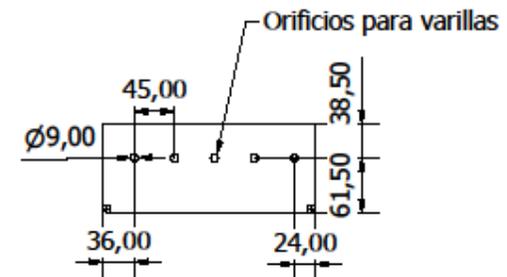
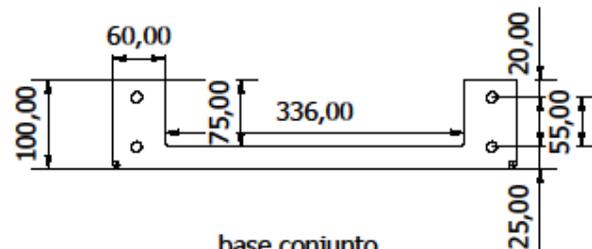
barras union
espesor 4mm, acero carbono, nº uds 2 cada una



Tapa conjunto
espesor 10mm
acero carbono
nº unidades 1

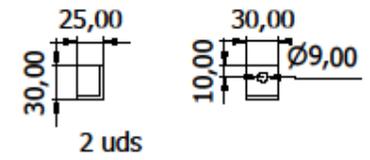
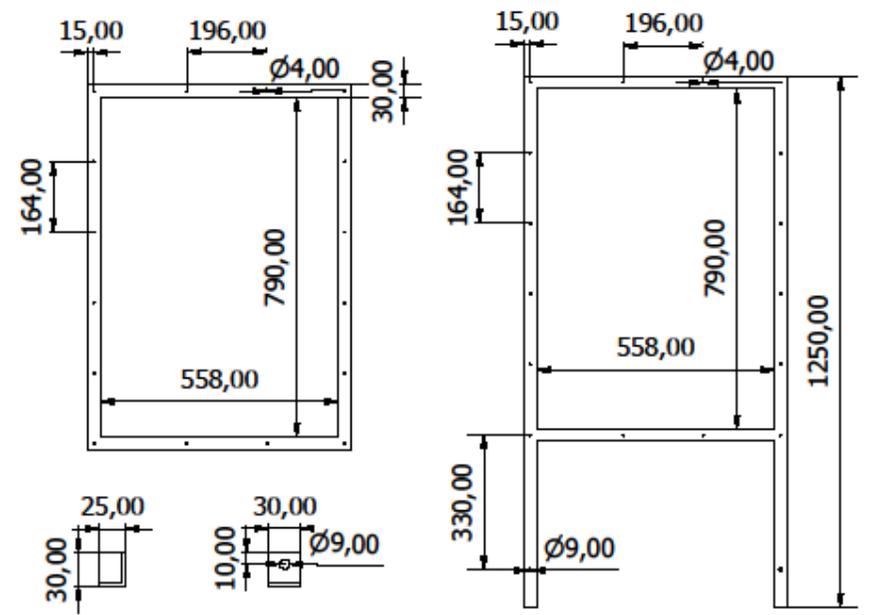
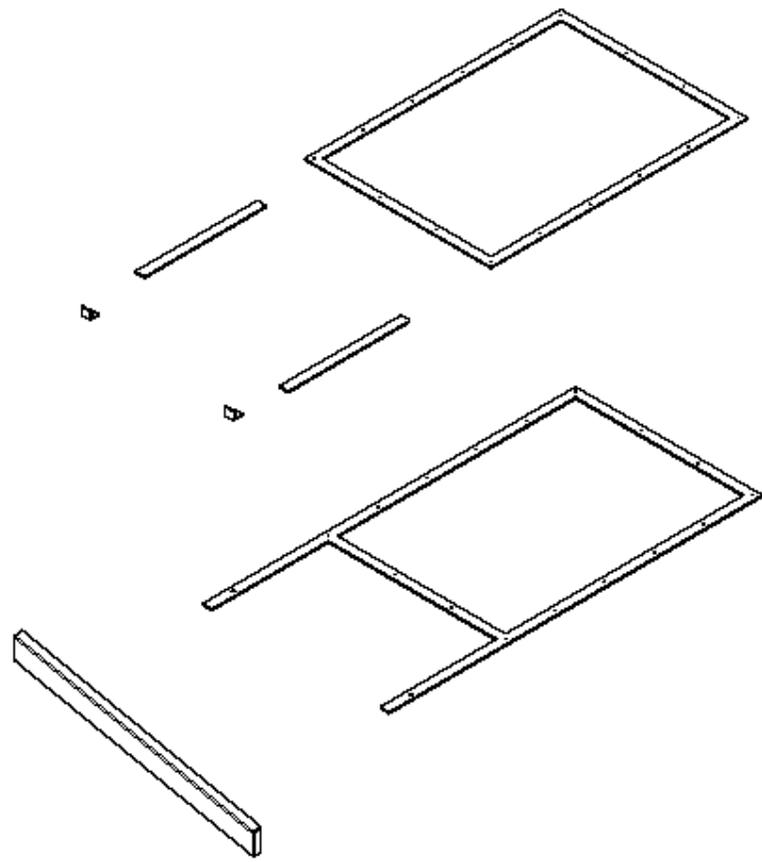


base conjunto
espesor 4mm
acero carbono
nº unidades 1



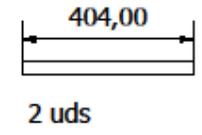
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Sist. calentado			Conjunto resistencias		Edición
					Hoja 1 / 1

Filtro aire

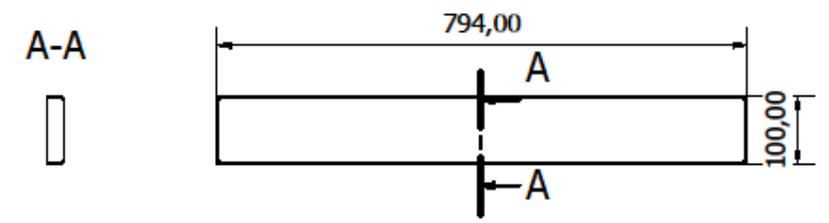


2 uds

conjunto filtro
Acero al carbono
espesor 3mm

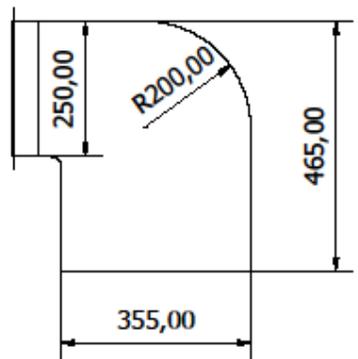


2 uds

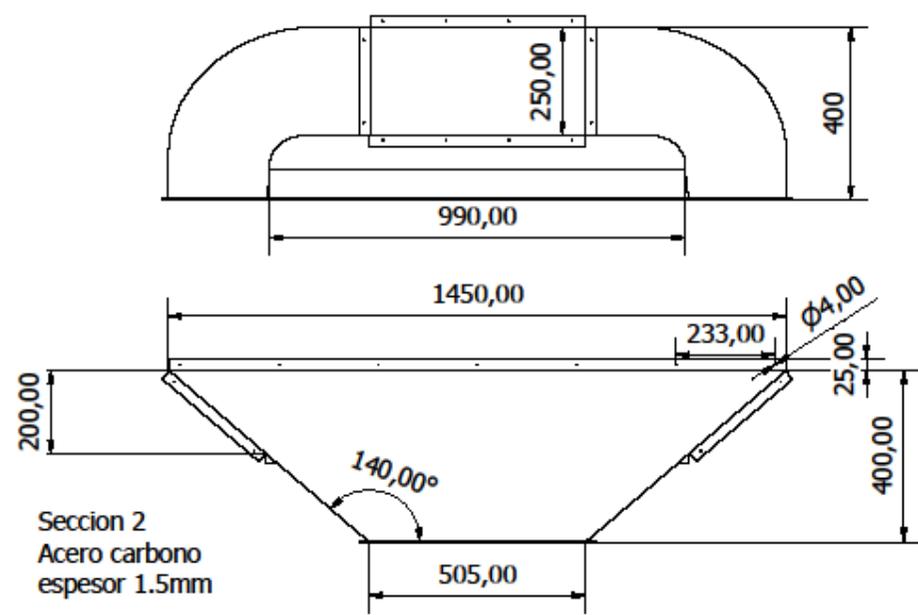
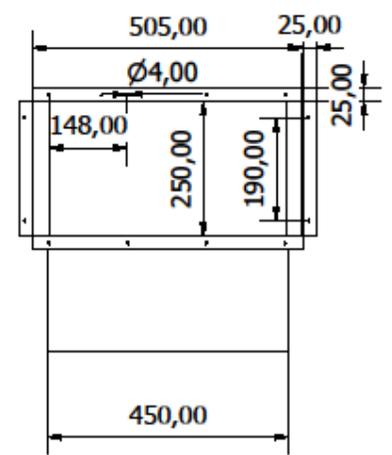


conjunto filtro
Acero al carbono
espesor 2mm

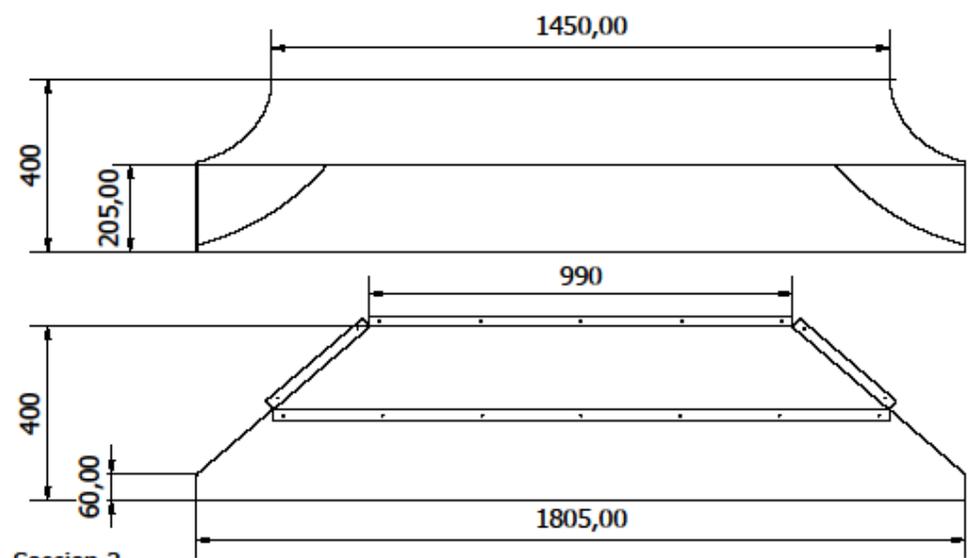
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Sist. calentado			Filtro		Edición
					Hoja 1 / 1



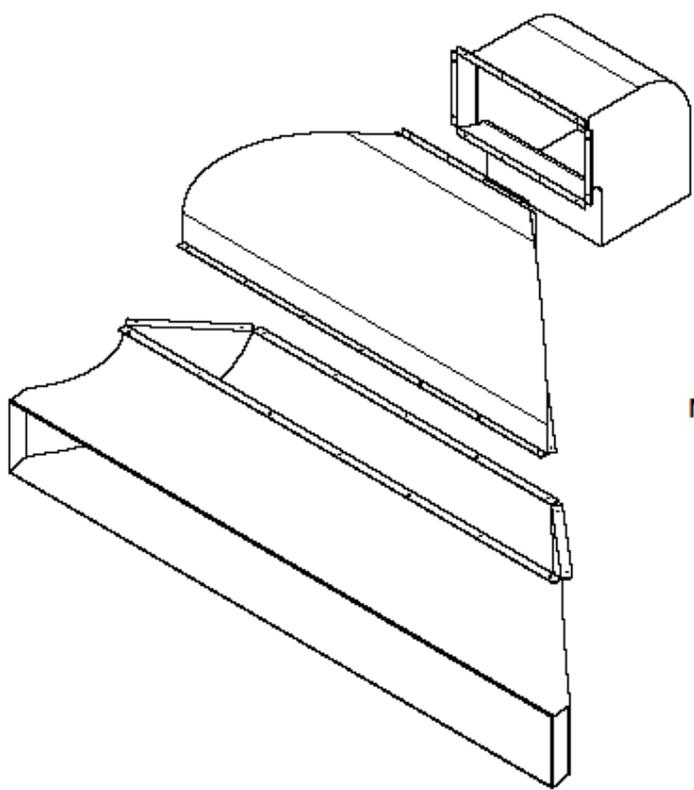
Seccion 1
Acero carbono
espesor 1.5mm



Seccion 2
Acero carbono
espesor 1.5mm



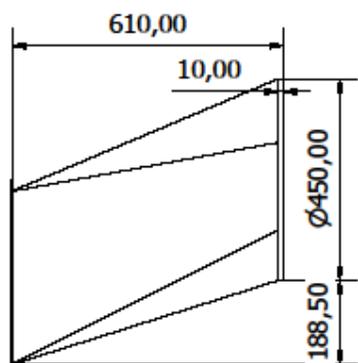
Seccion 3
Acero carbono
espesor 1.5mm



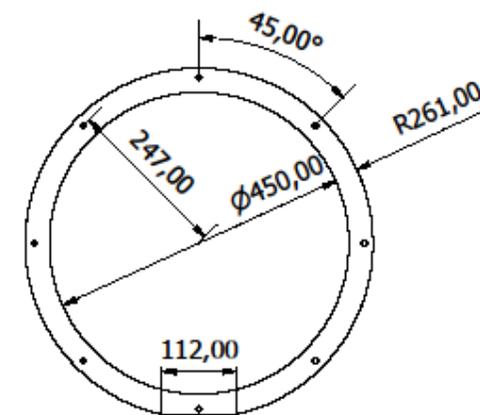
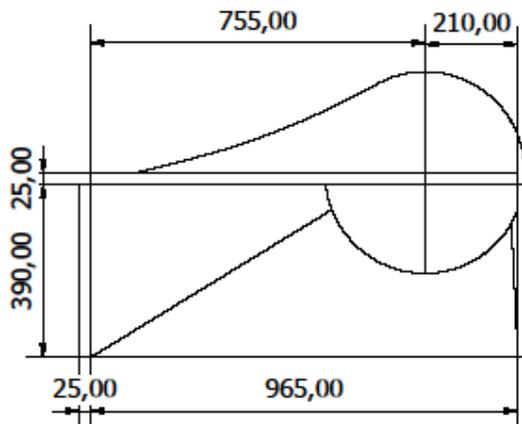
Montaje secciones.

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Union tobera ventilador.			union tobera ventilador		Edición
					Hoja 1 / 1

Unión resistencias-ventilador

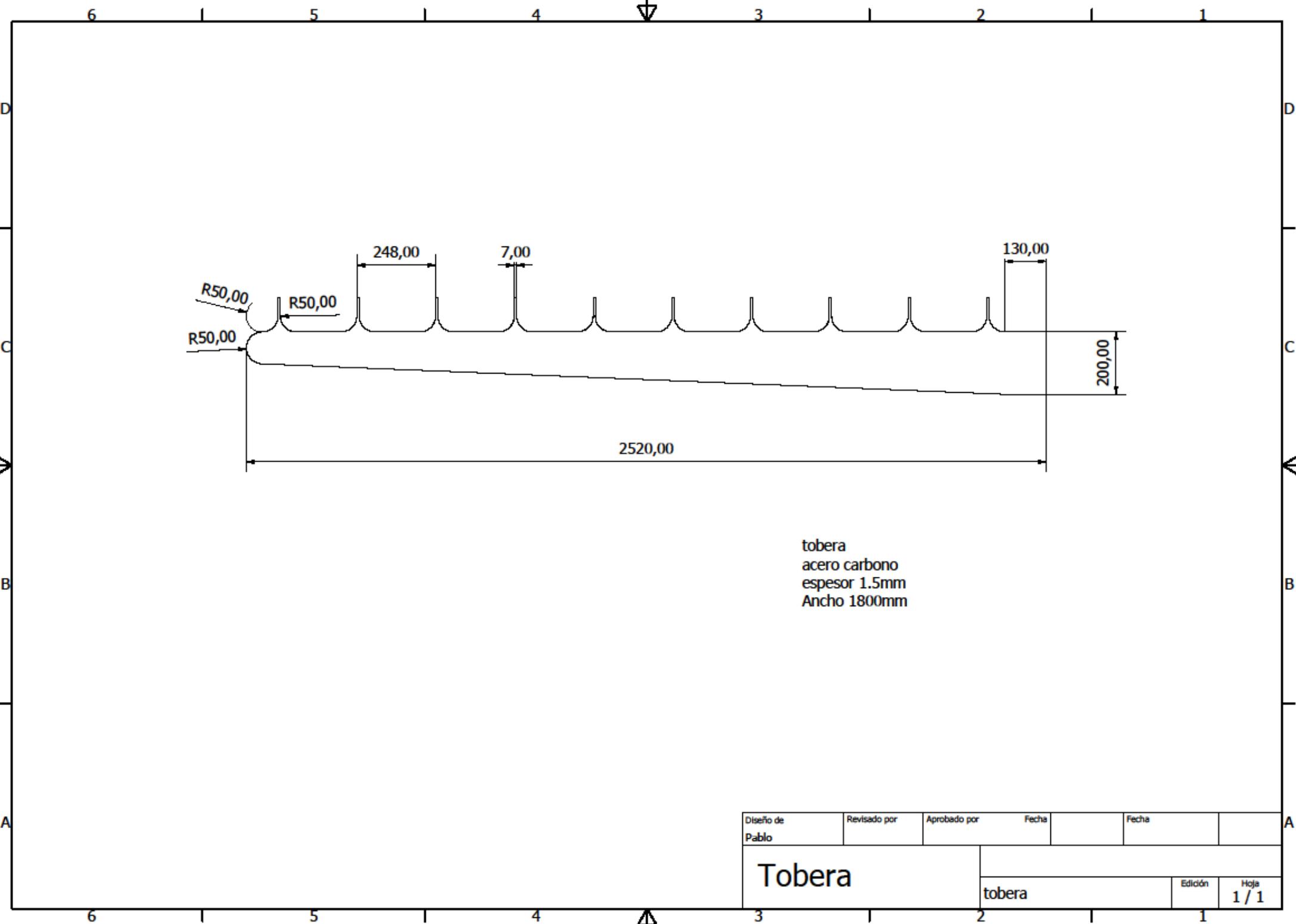


Union resistencias y ventilador
Acero carbono
espesor 3mm

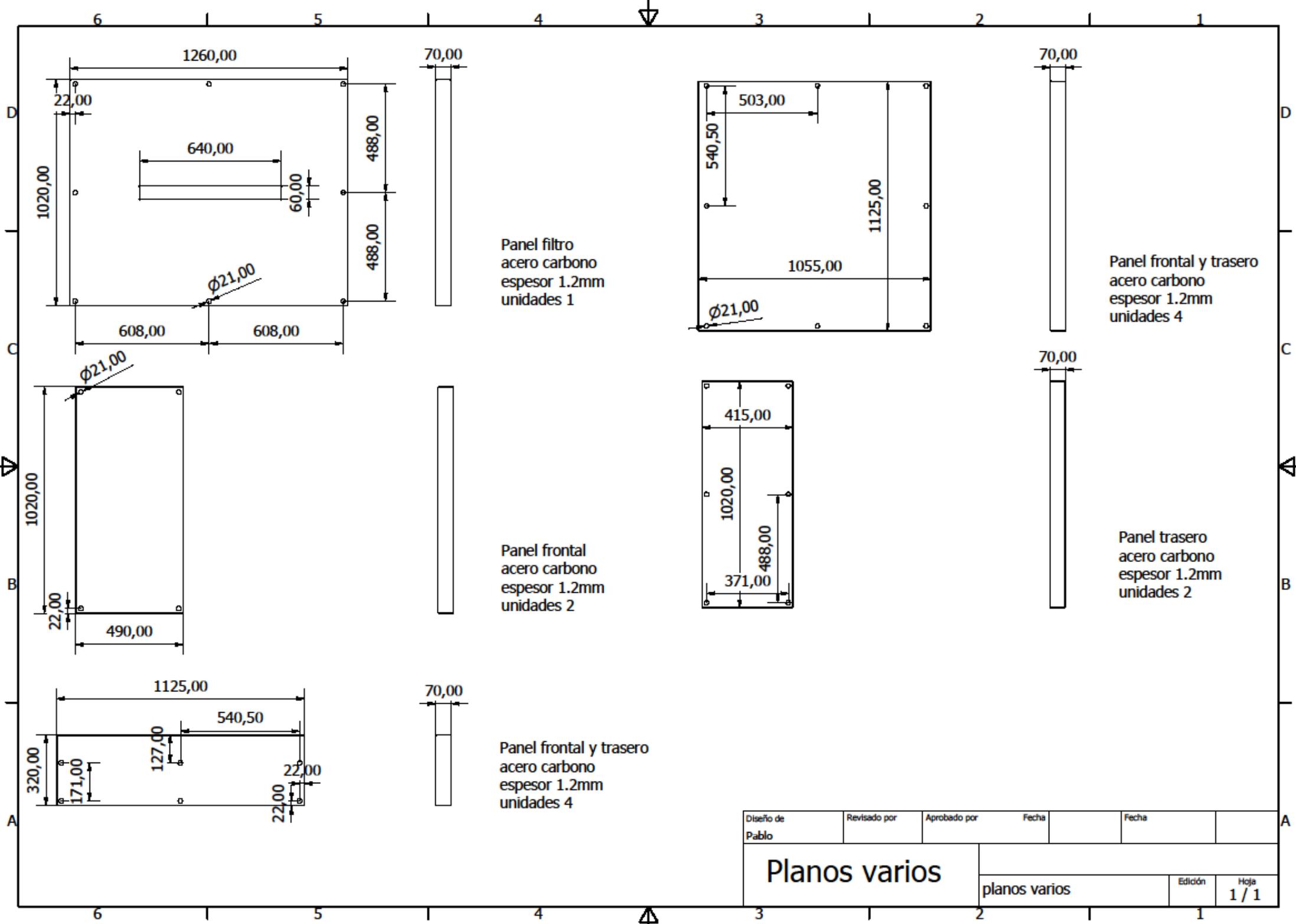


Brida union
Acero carbono
Espesor 10mm

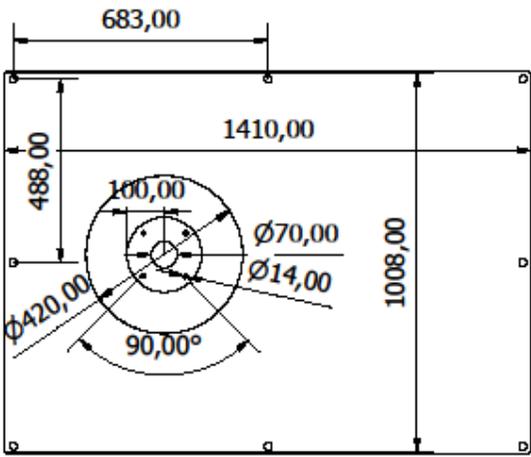
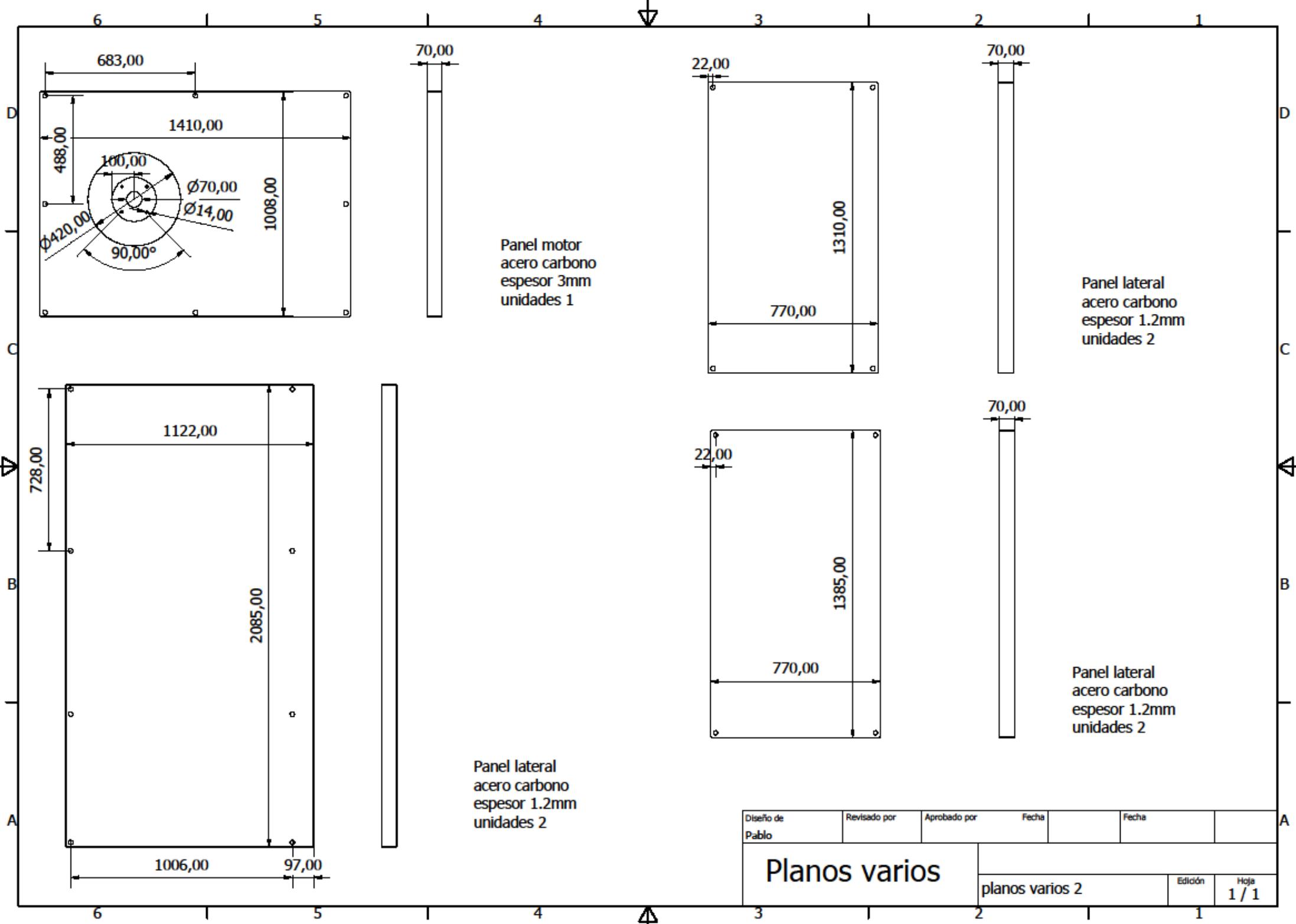
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Sist. calentado			Union ventilador resistencias		Edición
					Hoja 1 / 1



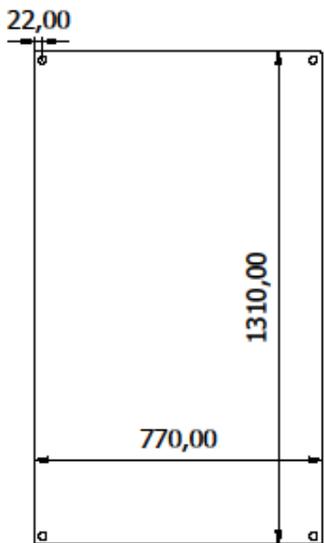
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Tobera			tobera		Edición
					Hoja 1 / 1



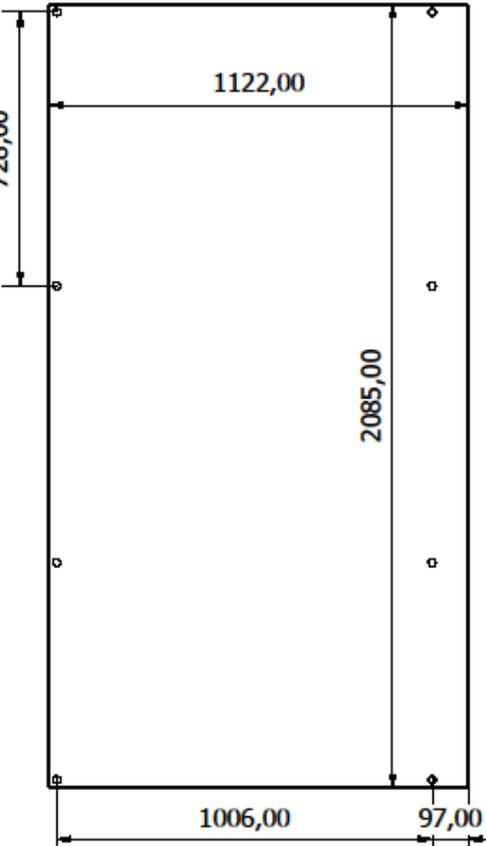
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Planos varios			planos varios		
			Edición	Hoja 1 / 1	



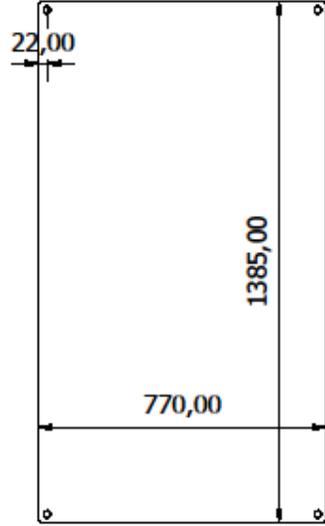
Panel motor
acero carbono
espesor 3mm
unidades 1



Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 2

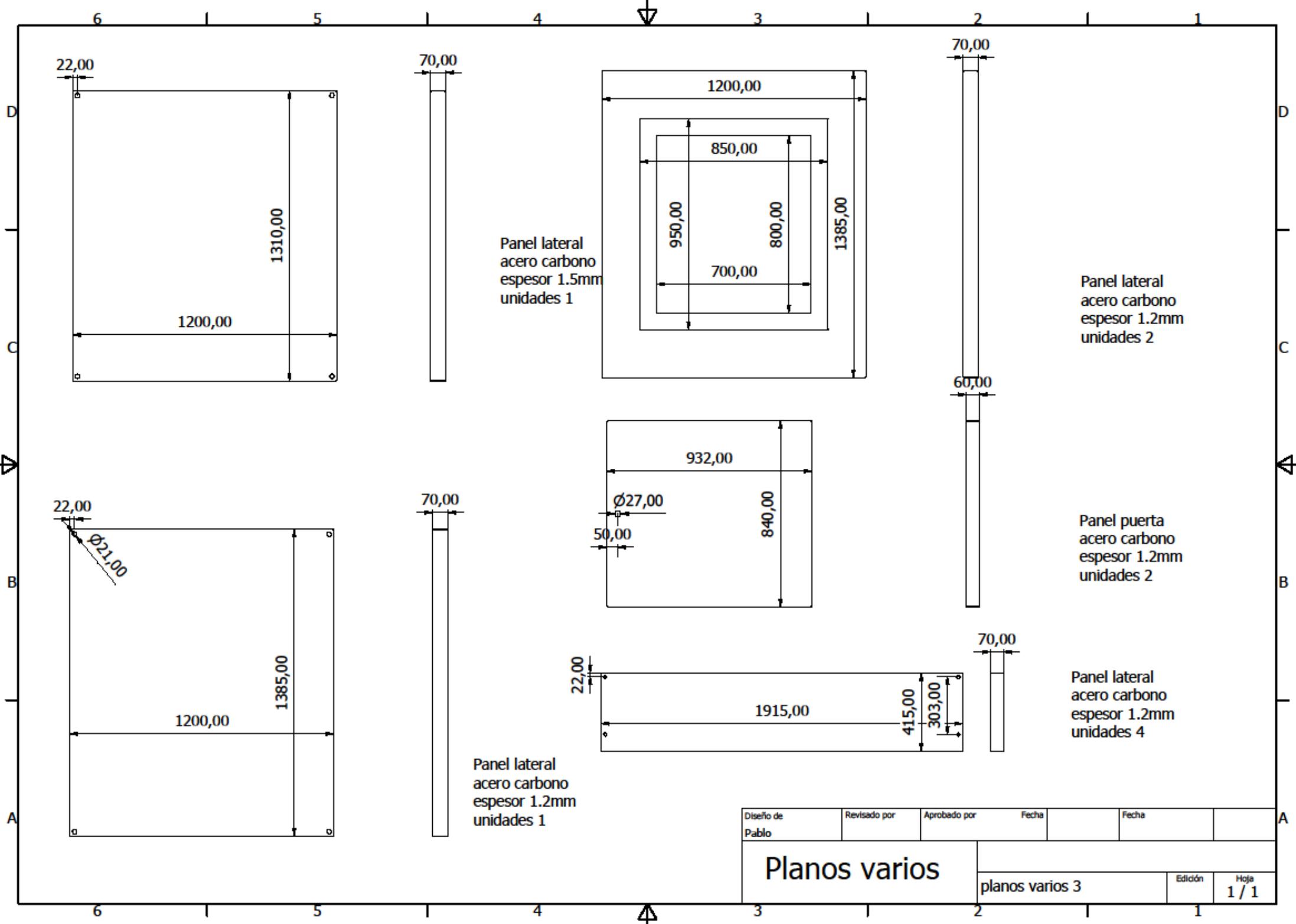


Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 2



Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 2

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Planos varios			planos varios 2		
			Edición	Hoja 1 / 1	



Panel lateral
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 1

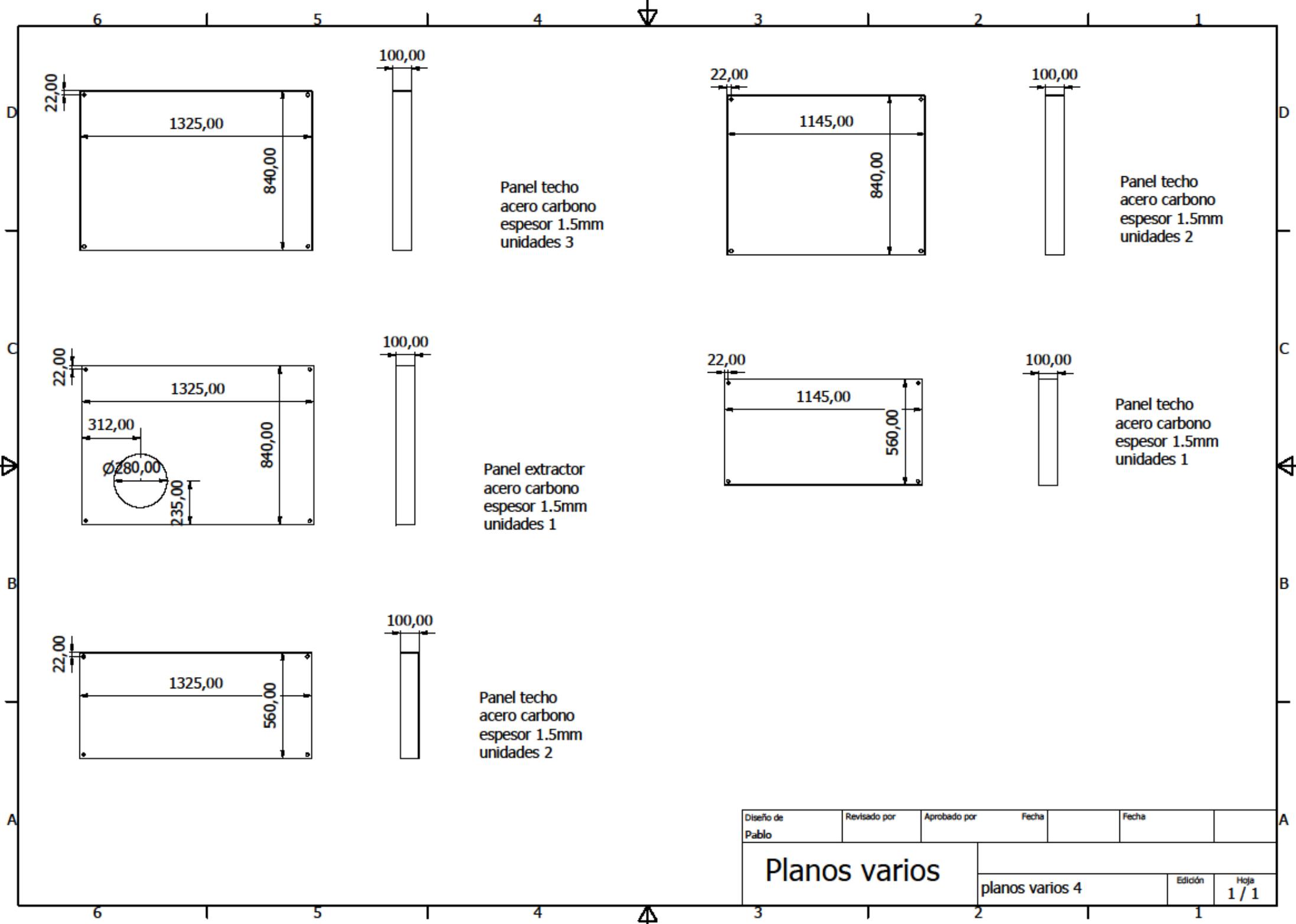
Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 2

Panel puerta
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 2

Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 1

Panel lateral
acero carbono
espesor 1.2mm
unidades 4

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Planos varios			planos varios 3		
			Edición	Hoja 1 / 1	



Panel techo
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 3

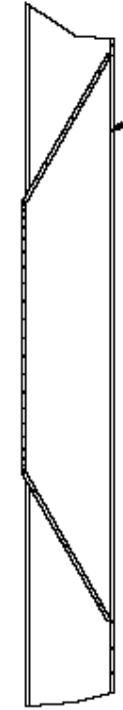
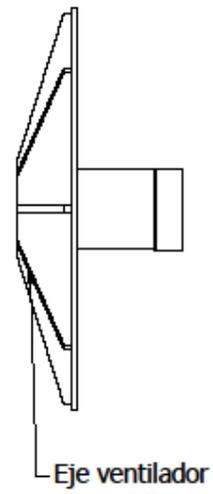
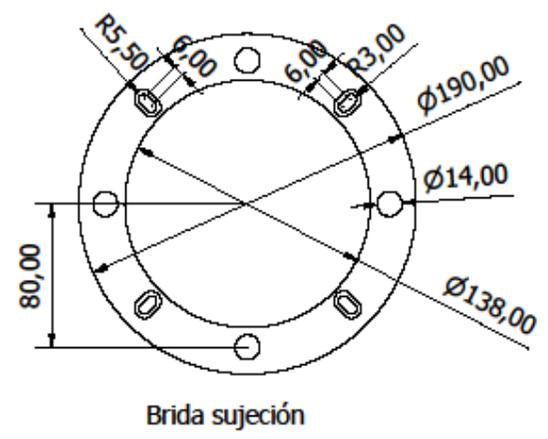
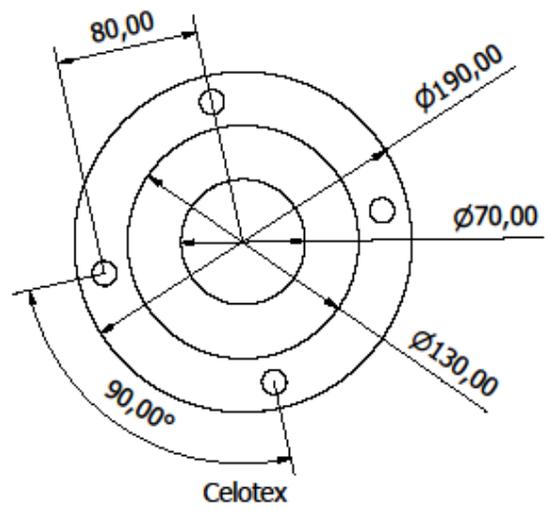
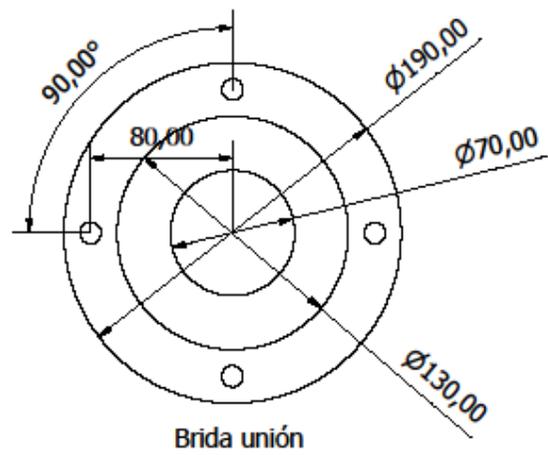
Panel techo
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 2

Panel extractor
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 1

Panel techo
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 1

Panel techo
acero carbono
espesor 1.5mm
unidades 2

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Planos varios			planos varios 4		
			Edición	Hoja 1 / 1	



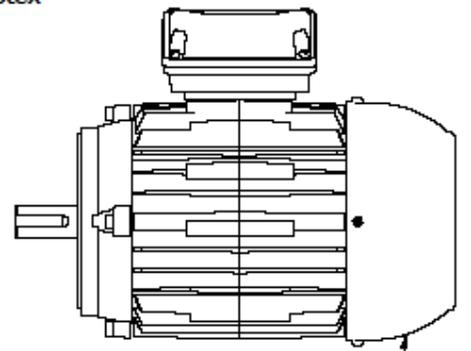
Panel

aislante celotex

Brida unión

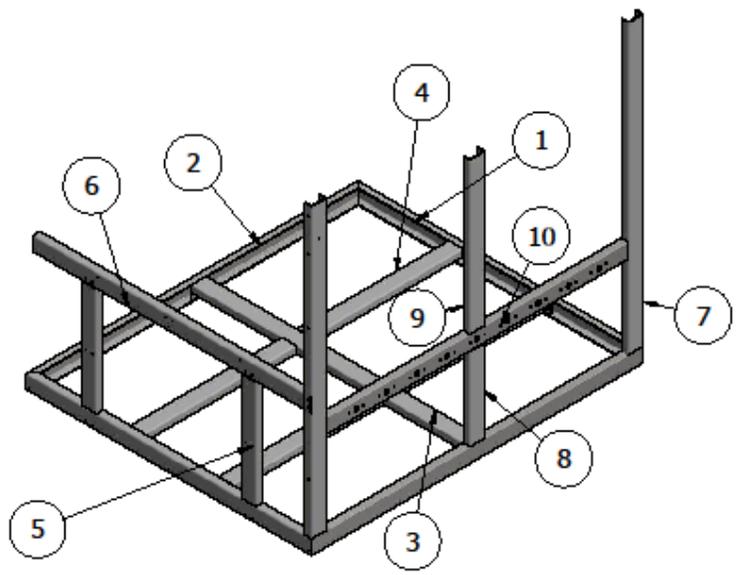
Brida sujeción

Motor

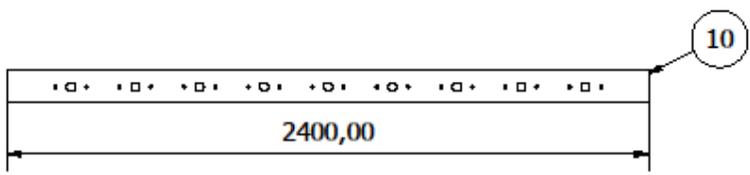
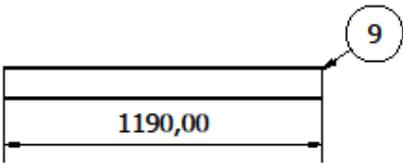
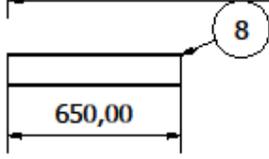
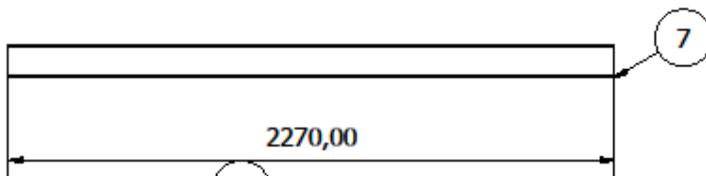
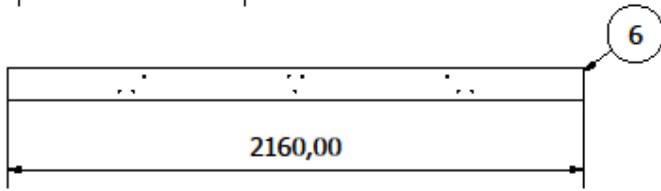
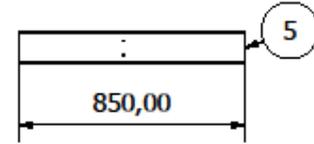
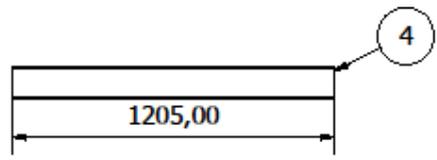
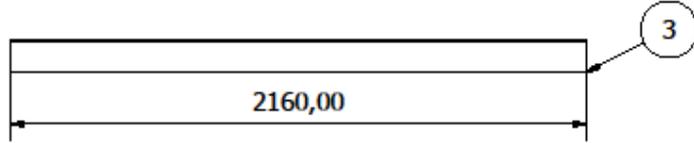
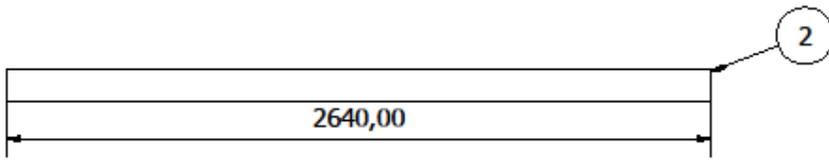
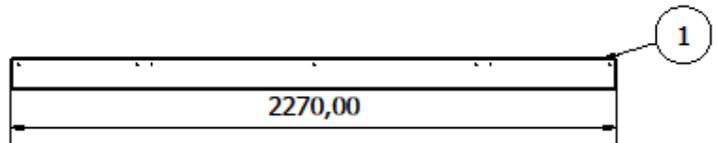


Para evitar la salida de aire del interior se intruducira un reten para sellar el espacio entre el eje del motor y el panel

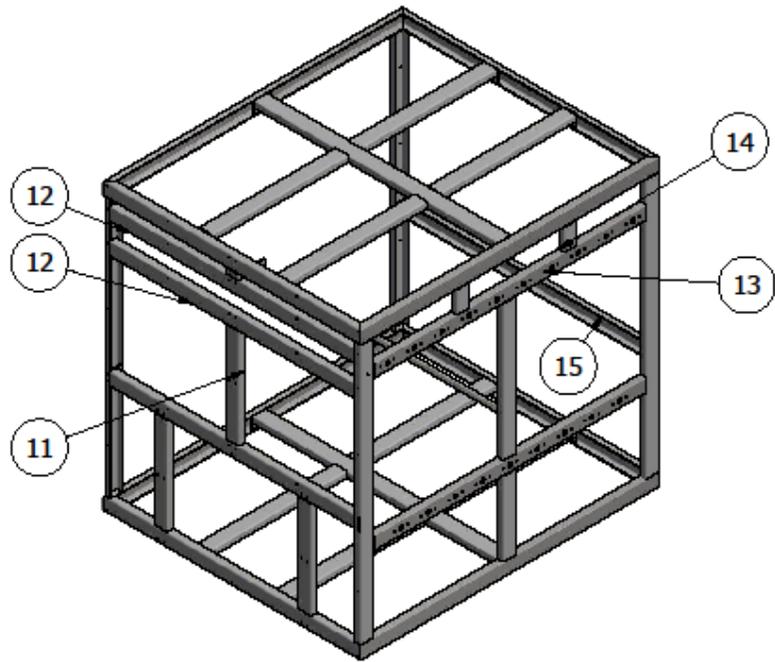
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
			planos panel ventilador		
			Edición	Hoja 1 / 1	



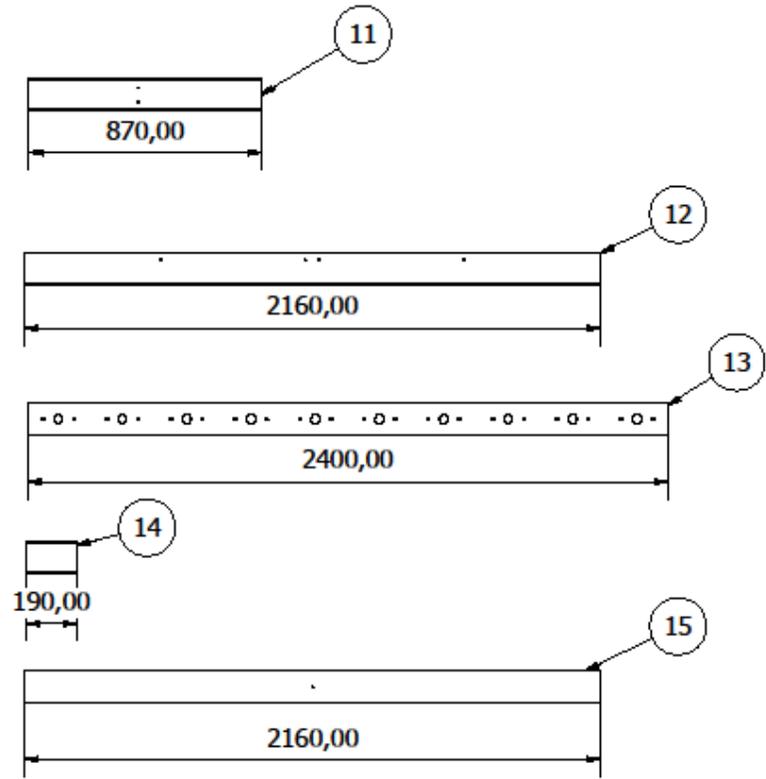
Los perfiles que componen los laterales son iguales para ambos casos



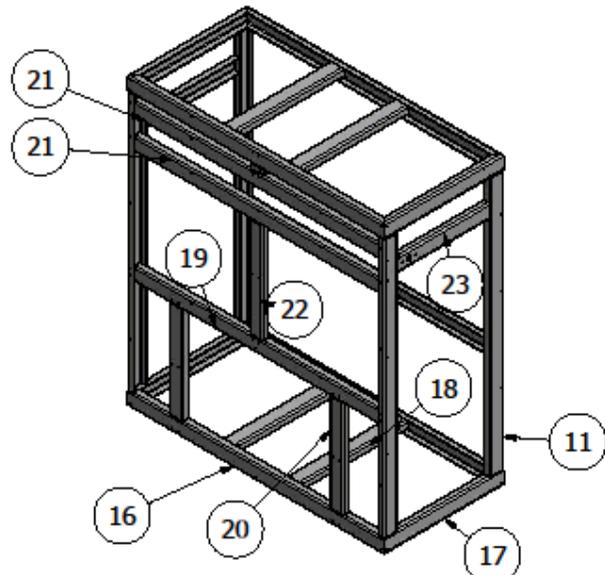
Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
			montaje 1		
				Edición	Hoja 1 / 1



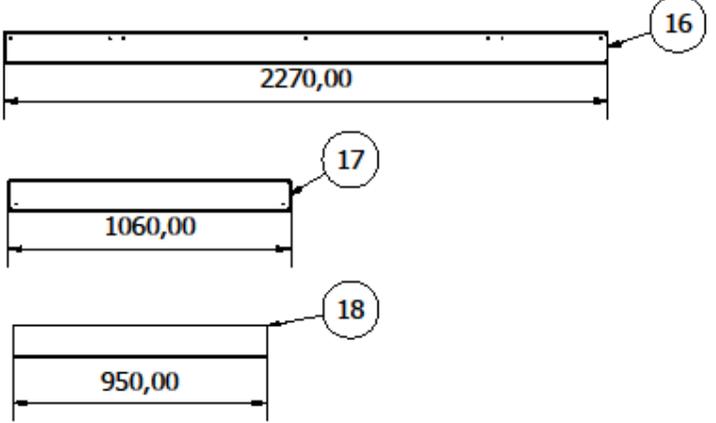
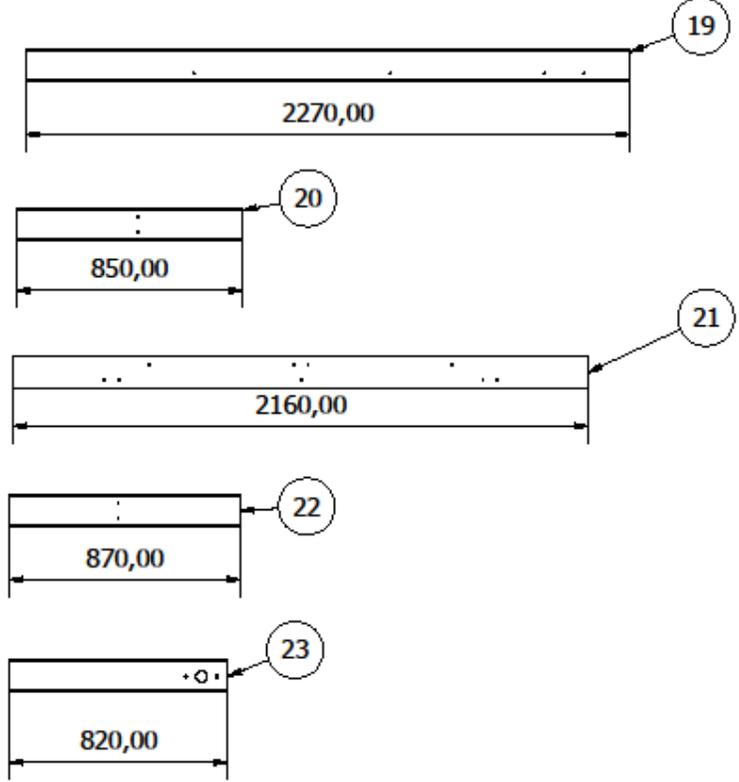
Los perfiles que componen los laterales son iguales para ambos casos.
Los perfiles del techo son iguales a los del suelo.



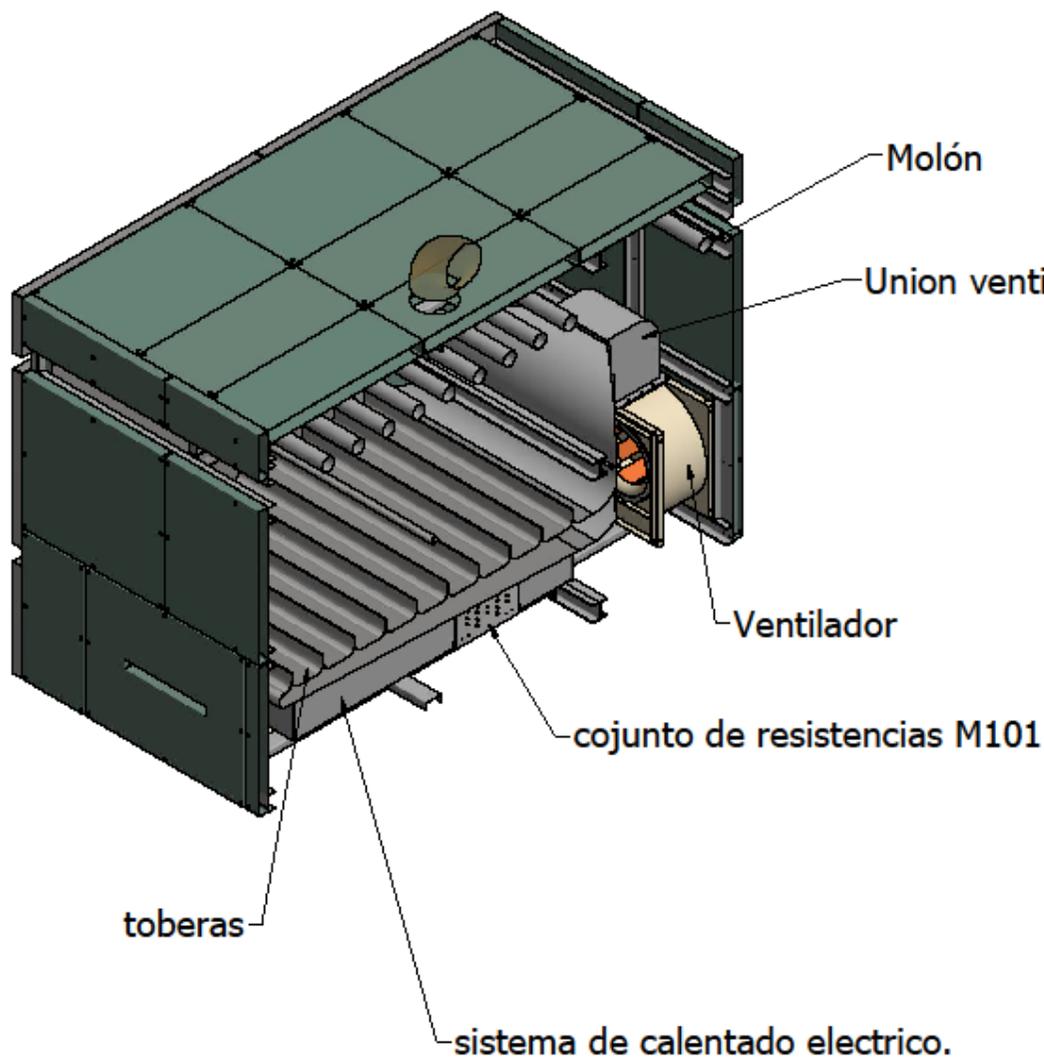
Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
Pablo					
			montaje 2		Edición
					Hoja 1 / 1



Los lateres son iguales a ambas partes.
La parte superior e inferior también son iguales



Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
			montaje 3		



Molón

Union ventilador-tobera

Ventilador

conjunto de resistencias M101

toberas

sistema de calentado electrico.

Molón: Elemento portador de transmision en algunos casos, hace de guia para el tejido.

Unión Vent-Tob: Conducto de unión entre los elementos mencionados.

Ventilador: Succiona el aire y lo expulsa hacia las toberas.

Conjunto resistencias M101: Ceden energia al aire, calentandolo.

Sistema de calentado electrico: conjunto de piezas que forman el sistema.

Toberas: Redirige el aire hacia la tela para maximizar la energia cedida.

Diseño de Pablo	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Fecha	
			componentes principales		
			Edición	Hoja 1 / 1	

11.3. Normativa

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- UNE-EN ISO 12100:2012 “Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo”
- UNE-EN ISO 11111-1:2016 “requisitos generales maquinaria textil”
- UNE-EN 1547:2001+A1:2010 “Equipos de tratamiento térmico industrial. Código de ensayo de ruido de equipos de tratamiento térmico industrial incluidos sus equipos de manipulación auxiliares.”
- UNE-EN 746-1:1997+A1:2011 “Equipos de tratamiento térmico industrial. Parte 1: Requisitos comunes de seguridad para equipos de tratamiento térmico industrial.”
- UNE-EN ISO 606:2015 “transmisión cadena de rodillos”
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.