



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

Proyecto: PFC-1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección del
Proyecto:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA **(P F C)**

ABSTRACT

En el siguiente proyecto se abarca un problema que existe en muchos frigoríficos avícolas, que es la presencia de condensado en los cielorrasos de las áreas denominadas “limpias”, la cual produce contaminación sobre el producto, un ambiente insalubre para los trabajadores y el incumplimiento de exigencias establecidas por SENASA.

Se realizó el diseño, cálculo y selección de los componentes de un equipo de acondicionamiento de aire. El mismo mezcla porciones iguales de aire interior y exterior filtrado, que luego pasa por un intercambiador de calor para enfriarlo y deshumidificarlo, siendo finalmente inyectado a las salas analizadas.

The next project concerns a problem that exists in many poultry processing plants, which is accountable for the presence of condensate in the ceilings of the areas called "clean" producing pollution on the product, an unhealthy environment for workers and non-compliance with the requirements laid down by SENASA.

The design, calculation and selection of components of air conditioning equipment were performed. The unit mixes equal portions of inner and outer filtered air, which then goes through a heat exchanger to be cooled and dehumidified. Finally, this air is injected to the rooms analyzed.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA **(P F C)**

ÍNDICE GENERAL

- C - PFC-1510C - Introducción y Situación Problemática
- D - PFC-1510C - Objetivos- Alcances y Plan de Trabajo
- E - PFC-1510C - Ingeniería Básica
- F - PFC-1510C - Ingeniería de Detalles Térmica
- F - PFC-1510C - Ingeniería de Detalles Mecánica
- F - PFC-1510C - Ingeniería de Detalles Eléctrica
- F - PFC-1510C - Ingeniería de Detalles Montaje
- G - PFC-1510C - Memorias de Cálculo
- H - PFC-1510C - Anexos



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA **(P F C)**

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Proyecto Nº: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

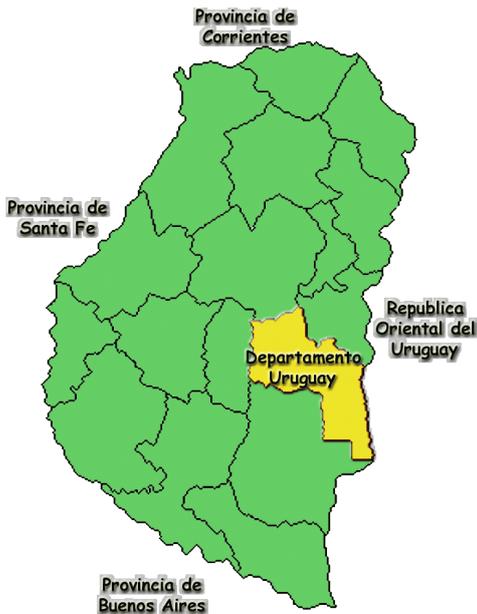
AÑO 2016

Índice

1. Introducción	3
2. Situación problemática	5
2.1. Condensado de agua en cielorrasos	5
2.2. Renovación de aire	5
3. Glosario	6

1. Introducción

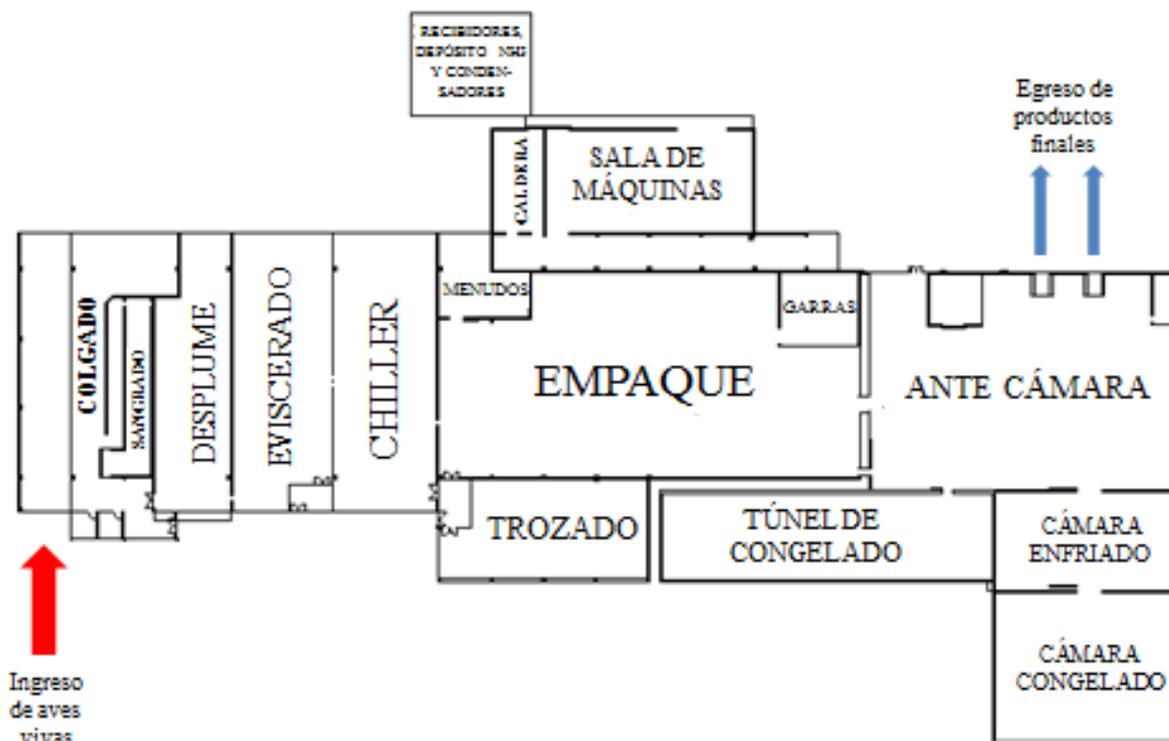
La planta sobre la cual se realizará el proyecto, se ubica en la provincia de Entre Ríos en el departamento de Uruguay. La misma es de faena avícola y cuenta actualmente con una capacidad de procesamiento de 8500 aves/hora. Los productos que comercializan son: pollo entero, pata muslo, suprema, alas, garras y CMS (Carne Mecánicamente Separada).



El proceso de faena puede apreciarse en el diagrama de flujo siguiente:



A continuación se muestra la vista en planta del frigorífico, en donde se identifican las distintas áreas nombradas en el diagrama de flujo.



Para este tipo de plantas, hay requerimientos del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) en las áreas de Trozado y Empaque, entre otras, en cuanto a temperaturas ambiente e higiene del lugar.

En la sala de Trozado, la temperatura ambiente no debe ser mayor a 10°C, y en Empaque no debe superar los 12 °C.

En cuanto a los requisitos higiénico-sanitarios, no se debe evidenciar condensado en los cielorrasos y se deben cumplir un cierto número de renovaciones totales de aire, de acuerdo al medio empleado para ello. Si se utilizan medios mecánicos, se deberá producir una renovación de CINCO (5) veces por hora.

2. Situación Problemática

2.1. Condensado de agua en cielorrasos

El problema principal que impulsó este proyecto es que en los cielorrasos de las distintas áreas del proceso se produce condensado de agua.

Las áreas que abarca el inconveniente son: Desplume, Eviscerado, Chiller, Trozado, Empaque y Empaque de Garras, pero como ya se mencionó solo tienen requerimientos de eliminación total de condensado en Trozado y Empaque.

2.2. Renovación de Aire

En cuanto a las renovaciones de aire exigidas por SENASA, actualmente no se dispone de un sistema adecuado para cumplir dicho requerimiento.

3. Glosario

FAENA: Se entiende por faena el trabajo ejecutado desde el sacrificio de los animales, hasta su entrada a cámaras frigoríficas o su expendio con destino al consumo o industrialización de las reses, medias reses o cuartos.

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

OBJETIVOS-ALCANCES Y PLAN DE TRABAJO

Proyecto Nº: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

1. Objetivos	3
2. Alcances	3
3. Exclusiones	3
4. Plan de Trabajo	4
5. Glosario	5

1. Objetivos

- Eliminar el condensado de los cielorrasos
- Obtener un ambiente de trabajo más confortable
- Reducir los rechazos de producto por baja calidad

2. Alcances

- Análisis psicrométrico de las salas de Trozado y Empaque
- Transferencia de calor en salas de Trozado y Empaque
- Cálculo y selección de elementos componentes de equipo acondicionador
- Diseño de conductos de aire
- Ingeniería de montaje de los equipos acondicionadores y conductos de aire
- Análisis económico

3. Exclusiones

- Cálculo de Ingeniería civil
- Verificación de estructuras actuales

4. Plan de Trabajo

PLAN DE ENTREGAS PARCIALES		Plan de Entregas para:		
		Rev01	Rev02	Aprob.
A-Anexo II – PFC-1510A- (TITULO-Autores)	1°			15/10/15
B-PFC-1510A- Carátula-Resumen Ejecutivo-Agradecimientos	8°	10/06/16		
C-PFC-1510A- Introducción y Situación Problemática-Rev00.	2°	20/04/16		
D-PFC-1510A - Objetivos-Alcances Plan de Trabajo-Rev00.	3°	20/04/16		
E-PFC-1510A - Ingeniería Básica-Rev00.	4°	3/05/16		
F-PFC-1510A - Ingeniería de Detalles-Rev00.	5°	17/05/16		
G-PFC-1510A - Memorias de Cálculo-Rev00.	6°	30/05/16		
H-PFC-1510A - Anexos Complementarios-Rev00.	6°	30/05/16		
I-PFC-1510A - Presentación Para la Defensa-Rev00	7°	10/06/16		
FECHA ESTIMADA DE PRESENTACIÓN Anexo-III + 1 Cop.Papel + 3 Cop. DVD				17/06/16
Fecha Defensa Pública				27/07/16

5. Glosario

- **PSICROMETRÍA:** es una rama de la ciencia con la cual se estudian las propiedades termodinámicas del aire húmedo y el efecto de la humedad atmosférica en los materiales y en el confort humano.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INGENIERÍA BÁSICA

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

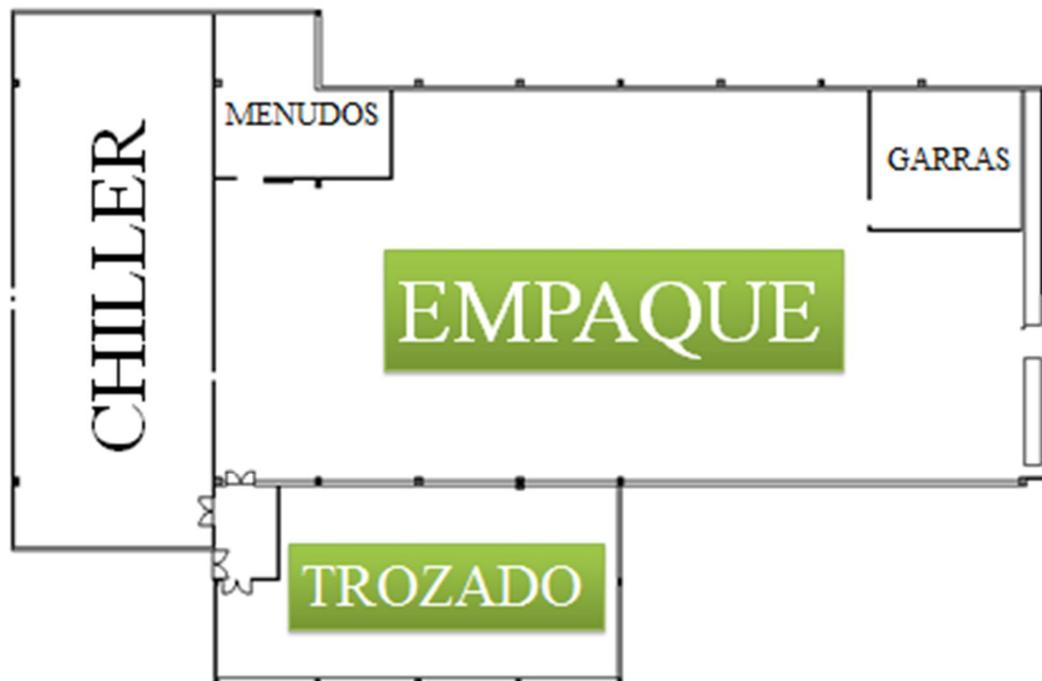
1. Solución propuesta.....	3
2. Áreas del proyecto.....	3
3. Tratamiento de aire.....	4
3.1 Sala de Trozado.....	4
3.1.1 Renovación de aire.....	5
3.2 Sala de Empaque.....	5
3.2.1 Renovaciones de aire.....	6
4. Equipos acondicionadores.....	6
4.1 Intercambiadores (baterías aletadas).....	7
4.2 Ventilador centrífugo.....	7
4.3 Sensores y controladores.....	8
4.4 Bandeja de condensado.....	8
4.5 Cañería de condensado.....	8
4.6 Filtros y rejillas.....	9
4.7 Ductos.....	9
5. Glosario.....	10

1. Solución propuesta

Ante la problemática planteada, se decide realizar un equipo de acondicionamiento para el aire. El mismo consiste en ingresar aire filtrado del exterior que luego se mezclará con un porcentaje del aire del interior de la sala. Posteriormente se deshumidificará y calentará la mezcla de aire por medio de un intercambiador de calor. Concluido el acondicionamiento, el aire ingresará a la sala y absorberá el calor y la humedad generada en la misma.

2. Áreas del proyecto

Las áreas para las que se adopta esta solución son las salas de Trozado y de Empaque que, como ya se mencionó, tienen requerimientos de SENASA en cuanto a renovaciones de aire y condensado en los cielorrasos.

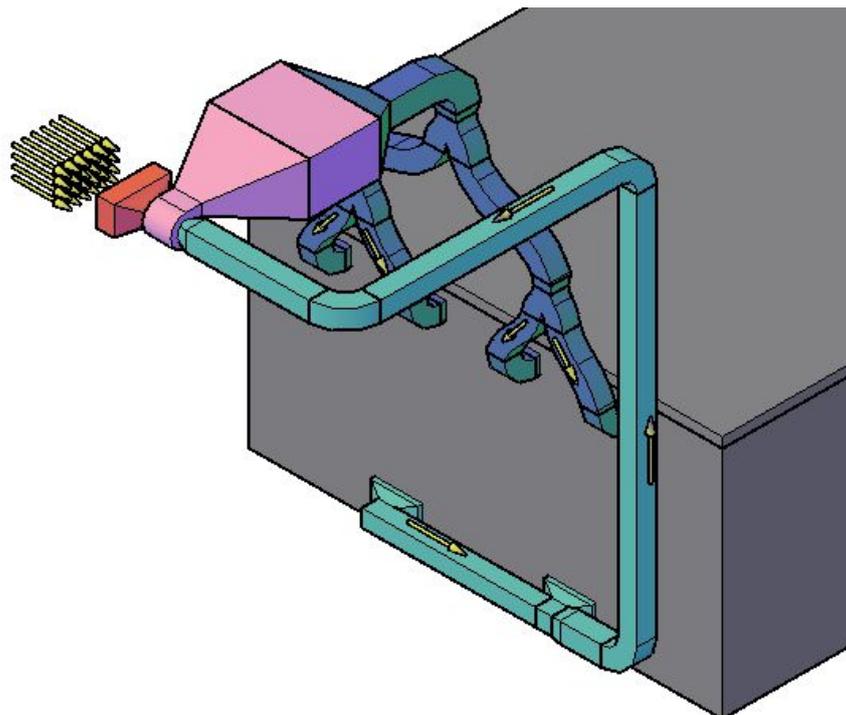
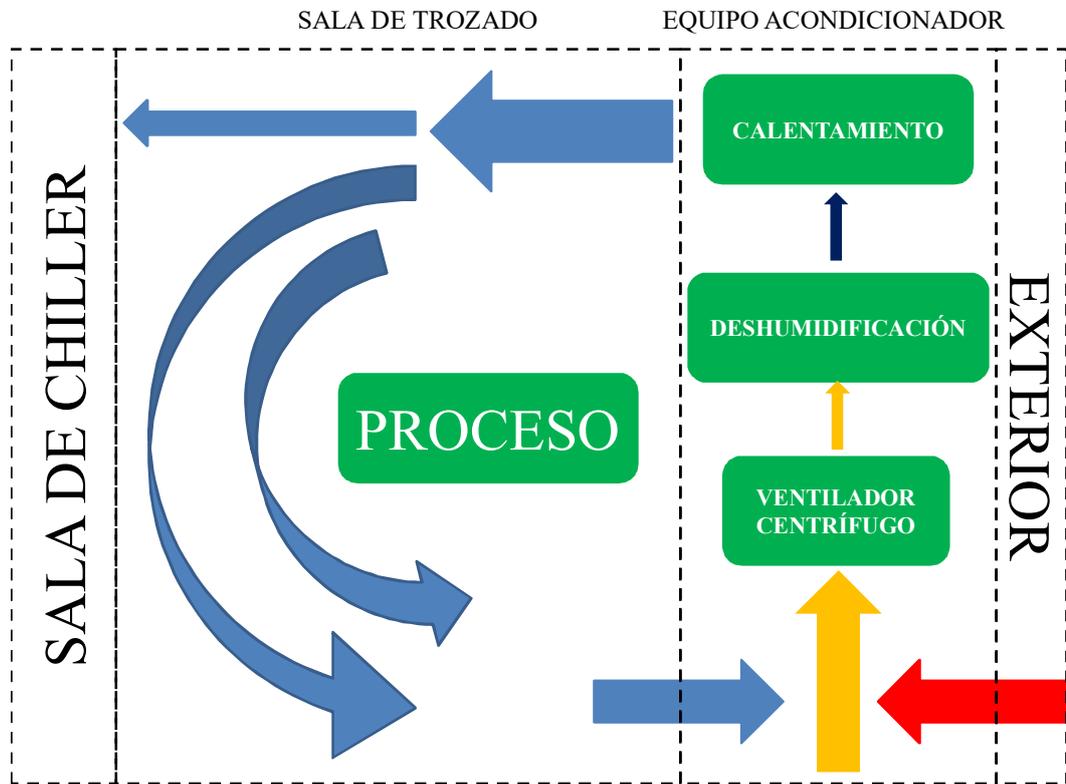


3. Tratamiento de aire

3.1 Sala de Trozado

En las siguientes figuras se muestran:

- El ciclo de acondicionamiento del aire una vez que se implementa la solución
- La composición del equipo acondicionador diseñado

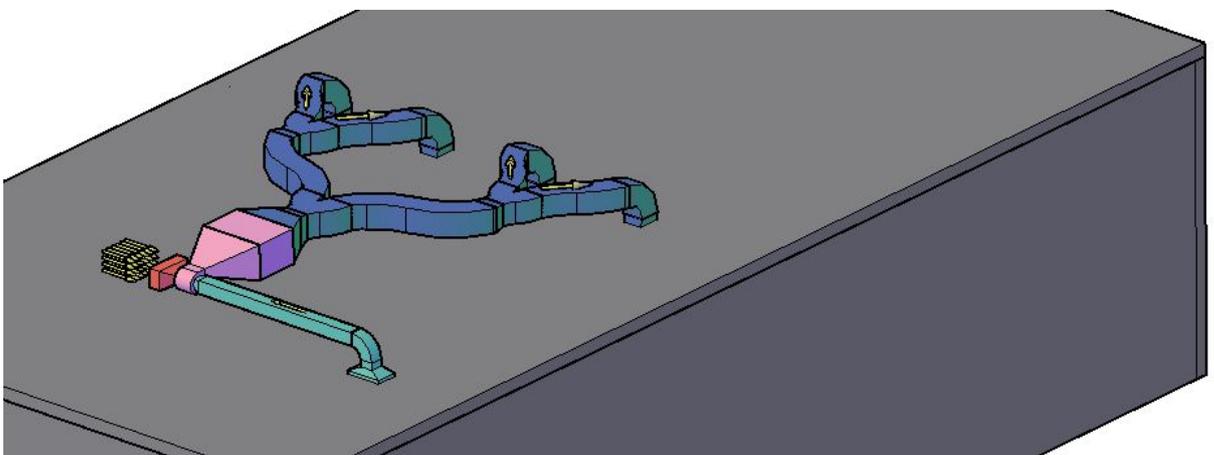
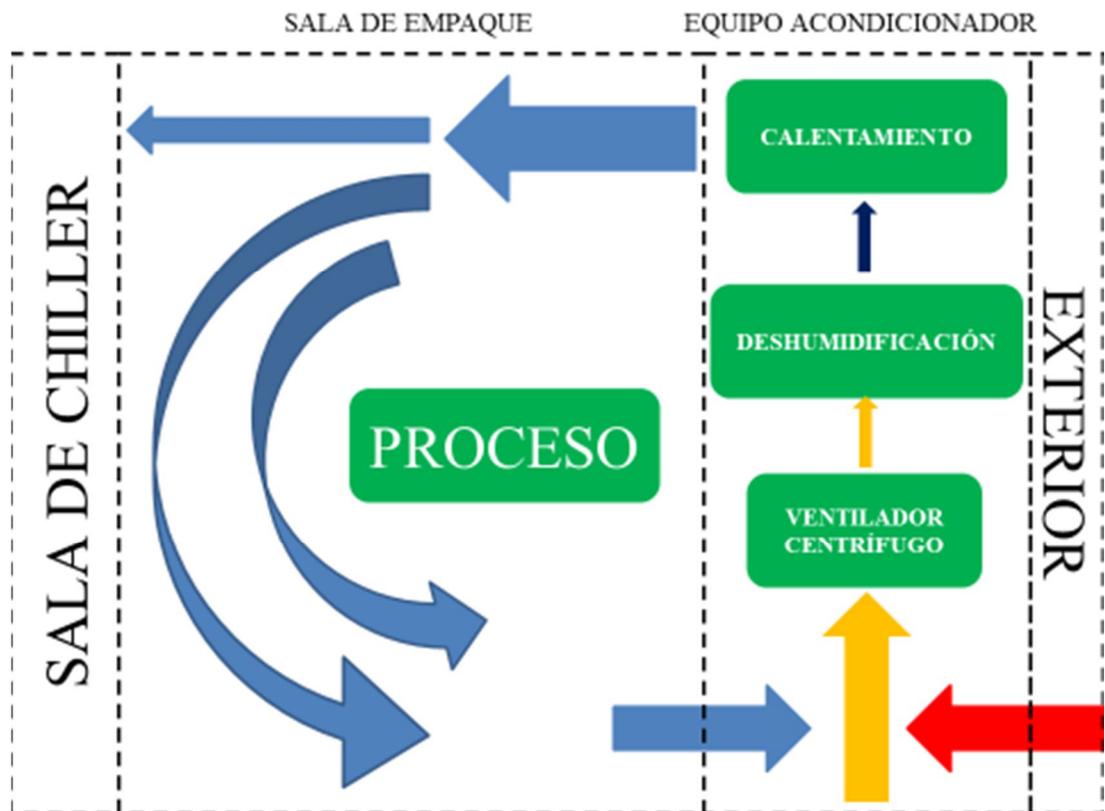


3.1.1 Renovaciones de aire

Se cumplirá con las renovaciones de aire exigidas por SENASA (5 veces por hora el volumen de la sala) ingresando un caudal de 5000 m³/h desde el exterior, previamente filtrado y acondicionado. Una parte del aire aportado por el equipo reingresa al acondicionador y resto se dirige hacia la sala del Chiller a través de aberturas ubicadas en la pared más alejada respecto al equipo acondicionador.

3.2 Sala de Empaque

De igual forma que para la sala de Trozado, a continuación se muestra el ciclo de acondicionamiento del aire y la composición del equipo necesario para la tarea.



3.2.1 Renovaciones de aire

Se cumplirá con las renovaciones de aire exigidas por SENASA (5 veces por hora el volumen de la sala), pero se considera para el cálculo del volumen solamente el área donde se encuentran operarios trabajando, que es la resaltada en la Fig.1.

Ingresa entonces un caudal de 8750 m³/h desde el exterior, previamente filtrado y acondicionado.

Una parte del aire aportado por el equipo, reingresa al acondicionador y resto se dirige hacia la sala de Chiller a través de aberturas ubicadas en la pared más alejada respecto al equipo acondicionador.

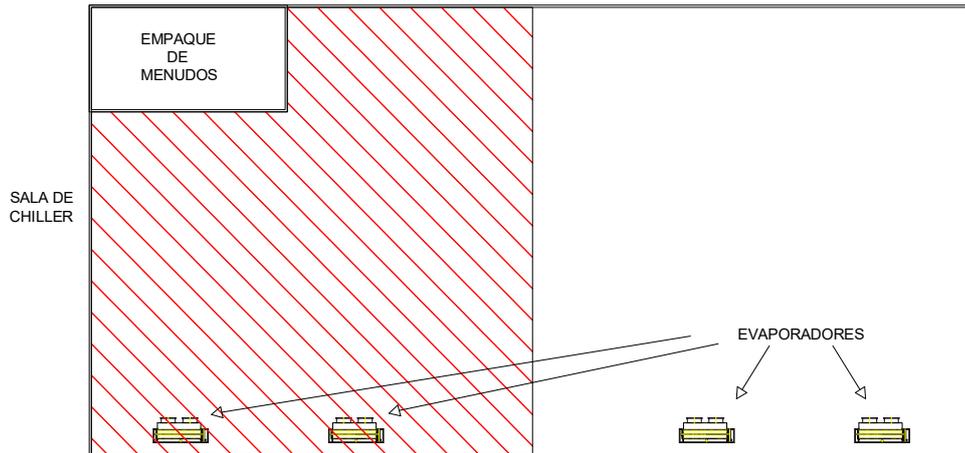


Fig. 1. Vista en planta de la sala de Empaque

4. Equipos acondicionadores

Cada equipo está constituido por intercambiadores de tubos aleteados (tanto para la deshumidificación como para el posterior calentamiento), un ventilador centrífugo, sensores y controladores, ductos de aire, bandejas y cañerías de contención de descarte de agua condensada, cañerías de eliminación de condensado, filtros y rejillas.

4.1 Intercambiadores (baterías aletadas)

Se seleccionaron intercambiadores de tubos aletados. La imagen siguiente muestra las principales características de los mismos.



4.2 Ventilador centrífugo

Un ventilador centrífugo de doble aspiración toma aire tanto del exterior como del interior de la sala. Se seleccionó de acuerdo al caudal necesario, a las pérdidas de presión generadas por las baterías aletadas, los ductos y considerando generar en ambas salas una presión positiva.



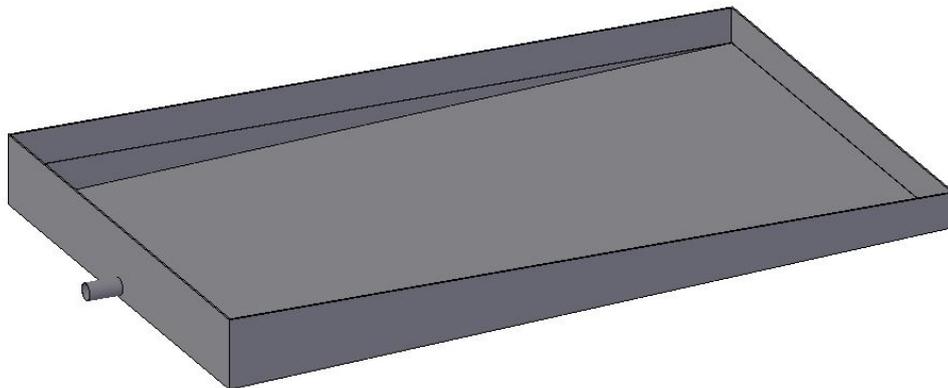
4.3 Sensores y controladores

Se recurre a sensores para la medición de temperaturas, humedades y presiones dentro del equipo acondicionador. Además, se utilizan válvulas reguladores para la limitación de caudales.



4.4 Bandeja de condensado

Se prevé un receptor (bandeja) para el agua que condensará dentro del equipo como consecuencia del enfriamiento y deshumidificación del aire.



4.5 Cañería de condensado

Se utiliza cañería de PVC para la evacuación del agua condensada desde la bandeja hacia el drenaje pluvial. La misma tiene una capacidad tal que se asegure la correcta circulación del caudal de agua.

4.6 Filtros y rejillas

Se utilizan pre filtros en las entradas del ventilador centrífugo. Se colocarán filtros HEPA (High Efficiency Particle Arrestance) en el ingreso del aire exterior. Al mismo tiempo, habrá rejillas a la salida del equipo acondicionador, con el fin de regular el caudal de trabajo.

Pre Filtro

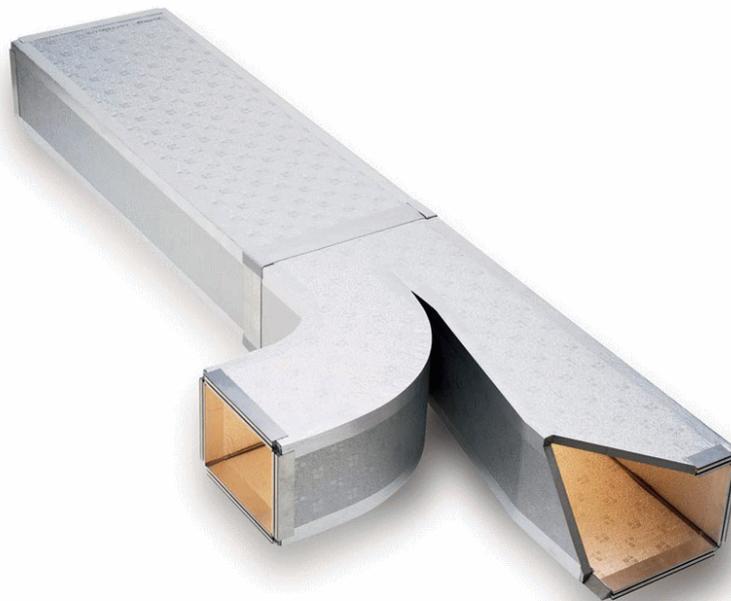


Filtro HEPA



4.7 Ductos

Los ductos de aire, tanto en la entrada como a la salida del equipo acondicionador, son fabricados por plegado de chapa de zinc. Se deben aislar térmicamente para evitar el condensado del aire exterior que esté en contacto con estos conductos. Dicha aislación se lleva a cabo con espuma elastomérica.



5. Glosario

- SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- CHILLER: Un enfriador de agua o water chiller es un caso especial de máquina frigorífica cuyo cometido es enfriar un medio líquido, generalmente agua. El agua enfriada se puede usar para:
 - Refrigerar maquinaria industrial.
 - Plantas de procesos químicos y de alimentos.
 - Centros de cómputo.
 - Procesos de acondicionamiento de aire en grandes instalaciones.
- HEPA: del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia". Son filtros que poseen la cualidad de filtrar partículas del orden de la décima del micrón, incluyendo las esporas de moho, el polvo, los ácaros del polvo, la caspa de mascotas y otros alérgenos irritantes del aire.
- ESPUMA ELASTOMÉRICA: Es un aislamiento térmico flexible, a base de caucho sintético, de estructura celular cerrada.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INGENIERÍA DE DETALLES DE MONTAJE

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

1. Filtros.....	3
1.1 Filtros lavables.....	3
1.1.1 Trozado.....	3
1.1.2 Empaque.....	4
1.2 Filtros HEPA.....	5
1.2.1 Trozado.....	5
1.2.2 Empaque.....	5
2. Ductos.....	6
2.1 Trozado.....	6
2.1.1 Equipo.....	6
2.1.2 Inyección.....	7
2.1.3 Retorno.....	9
2.2 Empaque.....	12
2.2.1 Equipo.....	12
2.2.2 Inyección.....	13
2.2.3 Retorno.....	14
3. Ventilador.....	16
4. Rejillas de impulsión.....	17
4.1 Trozado.....	17
4.2 Empaque.....	17
5. Glosario.....	18
6. Nomenclaturas.....	19
7. Listado de planos y anexos.....	20

1. Filtros

1.1. Filtros Lavables

1.1.1 Trozado

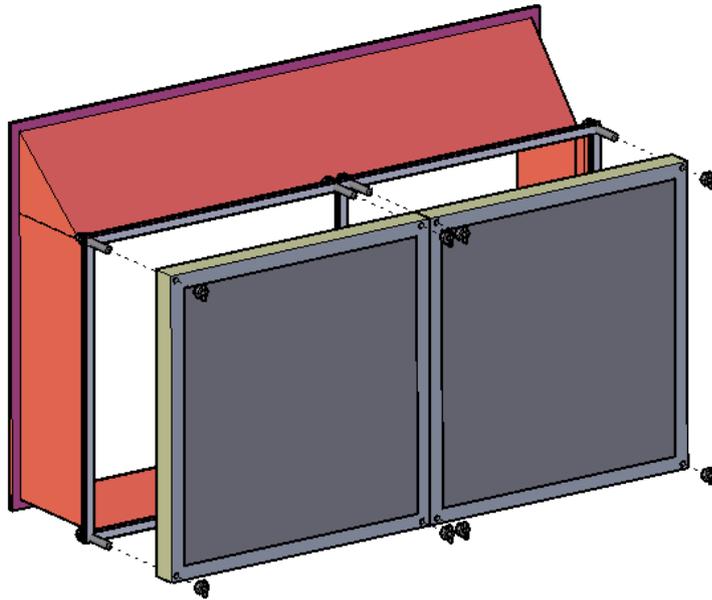


Figura 1.

Los pre-filtros de la toma de aire exterior se montarán a la brida de la reducción, indicada en el plano T – E – S - 02, mediante bulones hexagonales de acero de 3/8" x 3" y ajustados con tuercas mariposas. Se colocará entre la brida y los filtros, cinta de sellado de PVC.

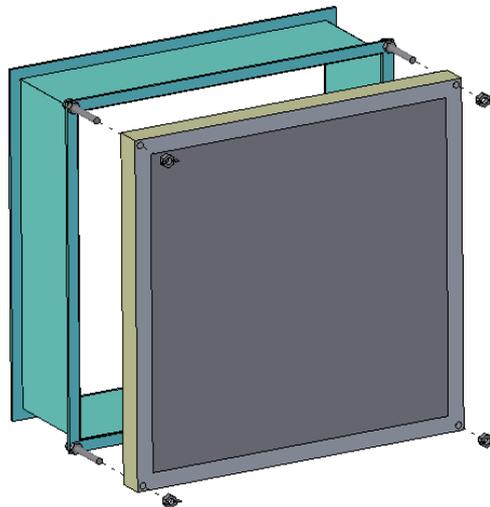


Figura 2.

Para el aire de retorno se montarán sobre la brida del tramo recto indicado en el plano T – R – S - 02, mediante bulones hexagonales de acero 3/8" x 3" y ajustados con tuercas mariposas de lado exterior y tuerca y contra tuerca del lado interior.

Ver plano T – R – M - 01.

1.1.2 Empaque

Para el sistema de empaque, los pre-filtros de aire exterior se fijarán de igual forma que en el sistema de trozado. Ver Figura 1.

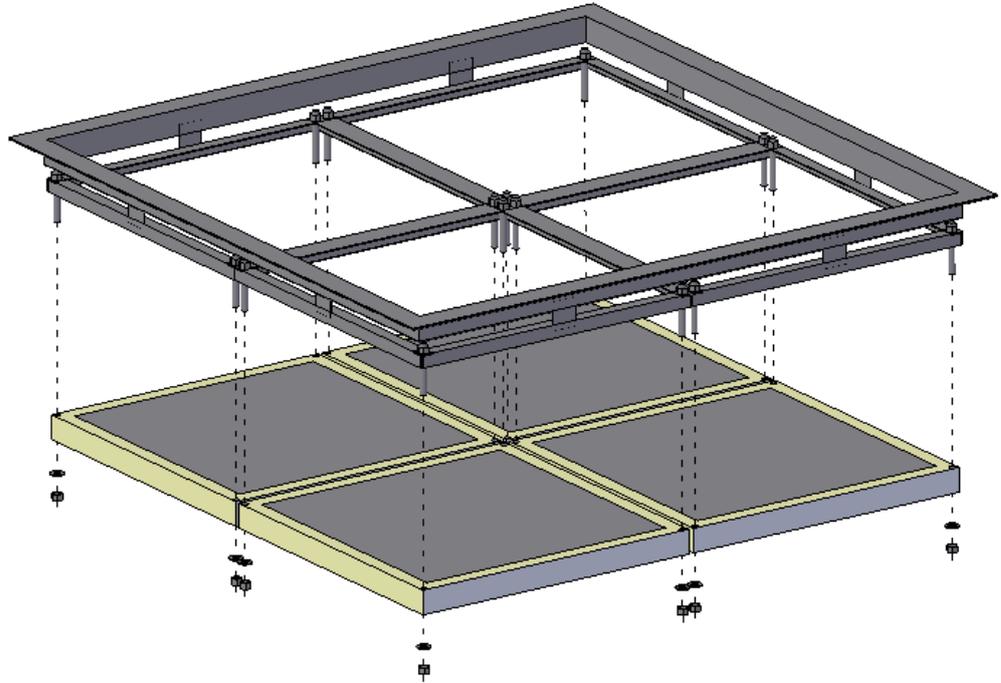


Figura 3.

Para el aire de retorno, se colocarán sobre un marco de perfil ángulo de 1" x 3/16", el cual a su vez estará solidario mediante planchuelas de 1" x 3/16" a otro marco de perfil ángulo de 2" x 3/16". Dicho marco se construirá en acero inoxidable AISI 304.

Dichos filtros se fijarán con bulones hexagonales de 3/8" x 3", los cuales irán soldados desde sus cabezas al marco, con el fin de rigidizarlos. Para el ajuste se utilizarán arandelas planas de 3/8" y tuercas autofrenantes. Entre el ala de los ángulos y los filtros, se colocará cinta de sellado de PVC.

Ver plano E – R – M - 01.

1.2. Filtros HEPA

1.2.1 Trozado

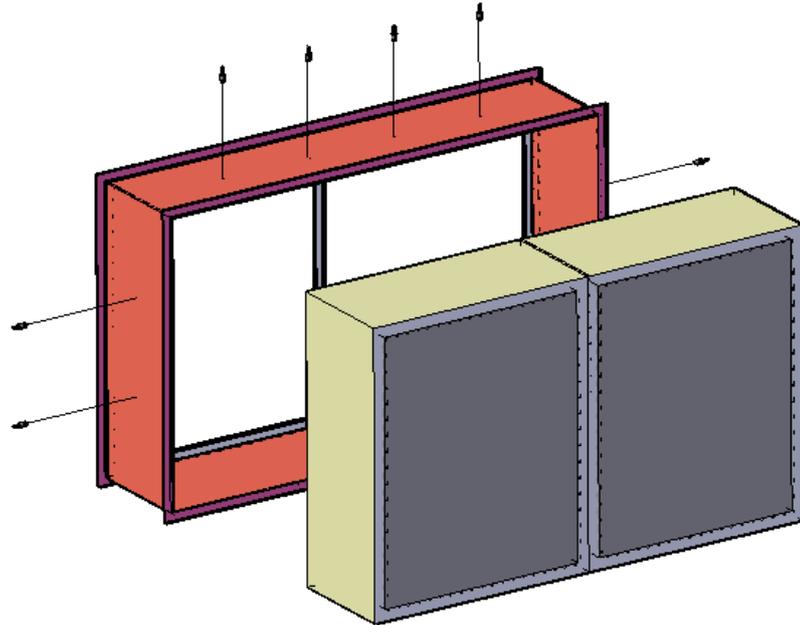


Figura 4.

Se fijarán al marco indicado en el plano T – E – S - 02, mediante remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm. Dichos filtros harán tope en un marco entre los que se colocará cinta de sellado de PVC.

1.2.2 Empaque

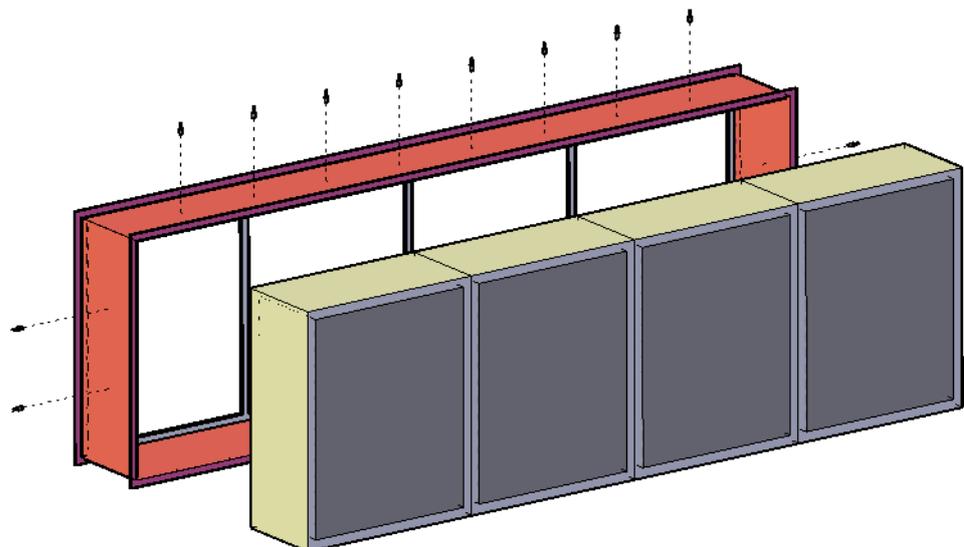


Figura 5.

Para el sistema de empaque se utilizará, al igual que en Trozado, remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm, fijados al marco del plano E – E – S - 02. Estos filtros harán tope en un marco, sobre el cual se colocará cinta de sellado de PVC.

2. Ductos

2.1 Trozado

2.1.1 Equipo

Las distintas partes del sistema denominado equipo serán fijadas mediante el mensulado que se indica a continuación.

- Marco de filtros (Plano T – E – S – 01, Ref. A)

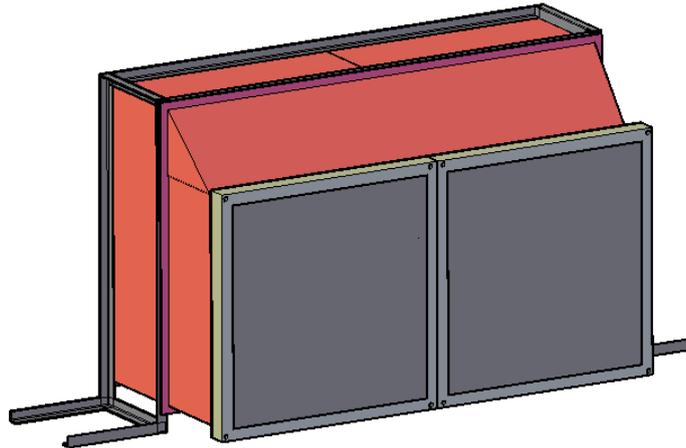


Figura 6.

Se utilizará para el marco de filtros hierro ángulo de 1" x 3/16", unido al panel del techo con remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Ver plano T – E – M - 01.

- Marco de baterías (Plano T – E – S – 01, Ref. H)

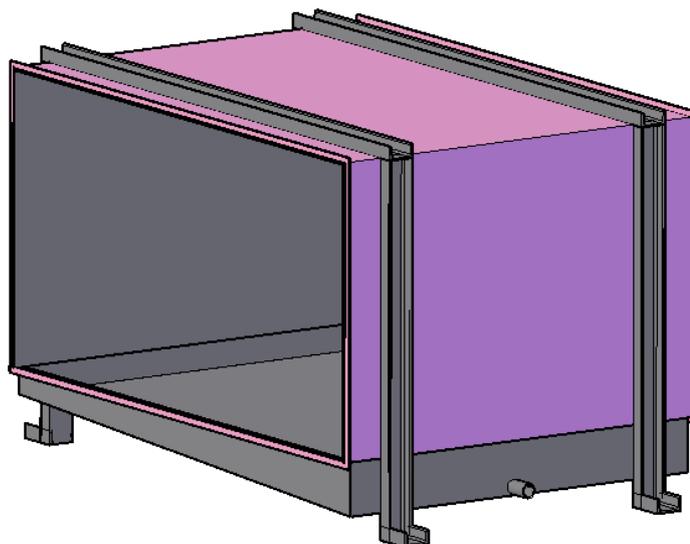


Figura 7.

Para el marco de baterías, se utilizará UPN 100, el cual se colgará desde las cabriadas de la nave mediante riendas de hierro redondo de 5/8". Se restringirá el movimiento horizontal, fijando el marco al panel del techo del túnel mediante remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Ver plano T – E – M - 02.

2.1.2 Inyección

Los conductos de la inyección del aire, los cuales bajan luego de la salida de la reducción que se observa en el plano T – E – S – 09, entre las paredes del túnel de congelado y la sala de trozado, se fijarán mediante ménsulas construidas de hierro ángulo de 1" x 3/16", unidas estas a su vez a ambas paredes (del túnel y trozado) con remaches pop de acero inoxidable de 4.8mm x 15mm.

Las partes que se fijarán se detallan a continuación:

- Curva a 90° (Plano T – I – S – 01, Ref. A)

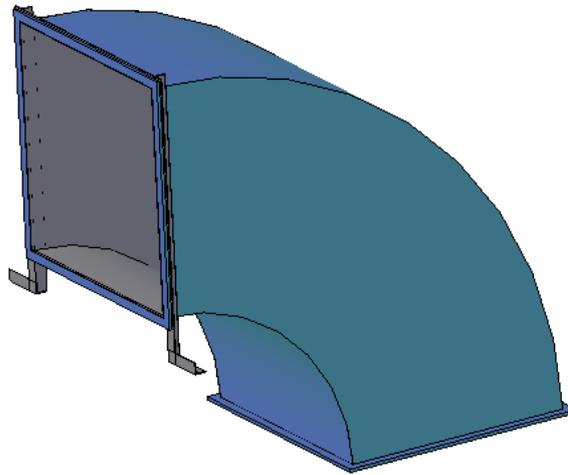


Figura 8.

Ver plano T – I – M - 01.

- Pantalón (Plano T – I – S – 01, Ref. C)

Ver plano T – I – M - 02.

- Pantalón (Plano T – I – S – 01, Ref. F)

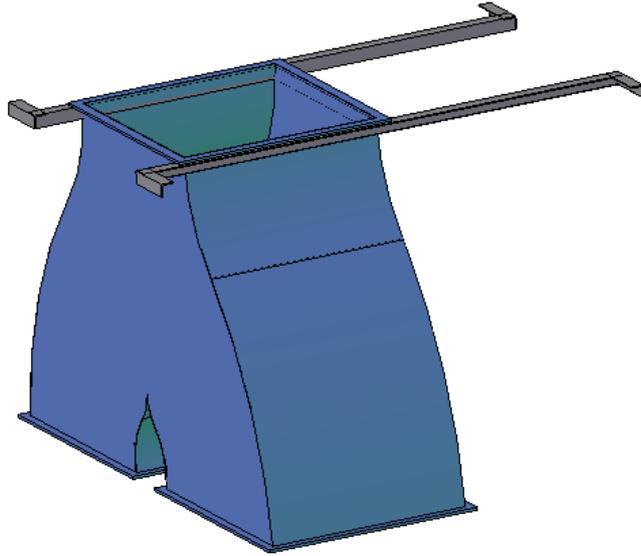


Figura 9.

Ver plano T – I – M - 03.

- Curva a 90° (Plano T – I – S – 01, Ref. H)

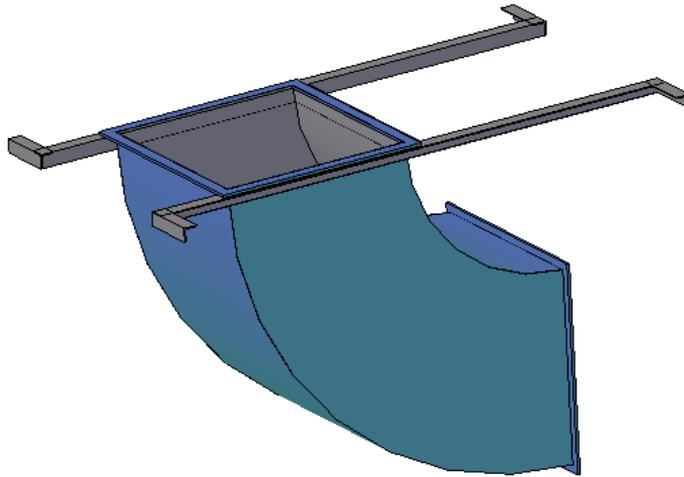


Figura 10.

Ver plano T – I – M - 03.

2.1.3 Retorno

Los conductos del retorno se fijarán al igual que los de inyección entre las paredes del túnel y de la sala de trozado, mediante ménsulas de hierro ángulo de 1" x 3/16", unidas a las paredes con remaches pop de acero inoxidable de 4.8mm x 15mm.

Para el tramo que irá sobre el techo del túnel se usarán ménsulas construidas de perfil ángulo de 1" x 3/16", unidas al panel con remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Las partes que se fijarán se detallan a continuación:

- Codo a 90° (Plano T – R – S – 01, Ref. C)

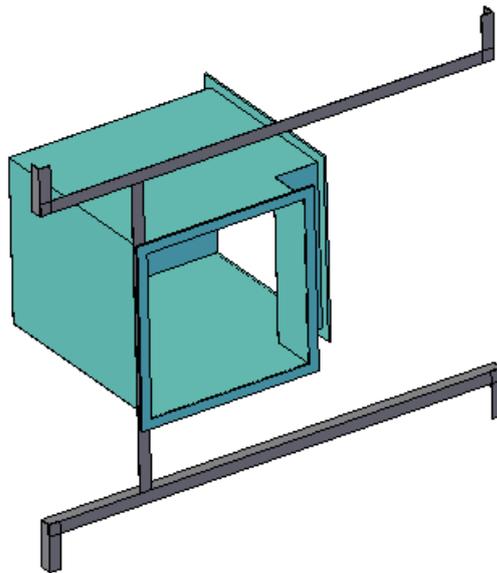


Figura 11.

Ver plano T – R – M - 02.

- Tee (Plano T – R – S – 01, Ref. E)

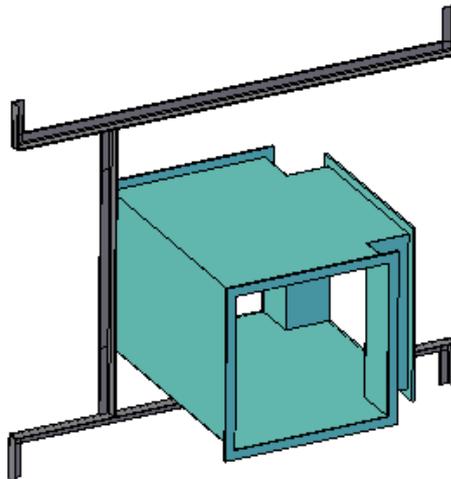


Figura 12.

Ver plano T – R – M - 02.

- Curva a 90° (Plano T – R – S – 01, Ref. H)

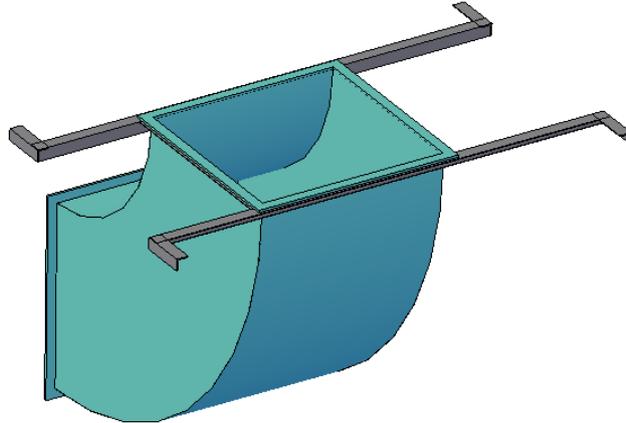


Figura 13.

Ver plano T – R – M - 03.

- Tramo recto (Plano T – R – S – 01, Ref. I)

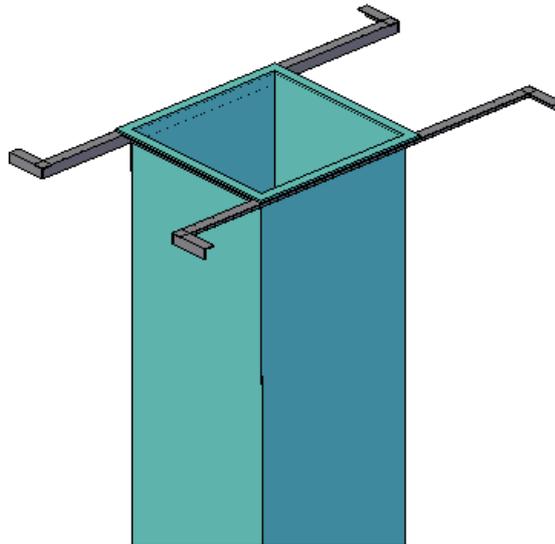


Figura 14.

Ver plano T – R – M - 03.

- Curva a 90° (Plano T – R – S – 01, Ref. K)

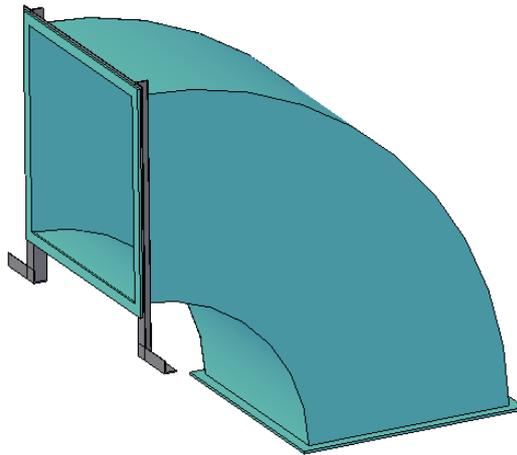


Figura 15.

Ver plano T – R – M - 04.

- Tramo recto (Plano T – R – S – 01, Ref. L)

Ver plano T – R – M - 04.

- Tramo recto (Plano T – R – S – 01, Ref. N)

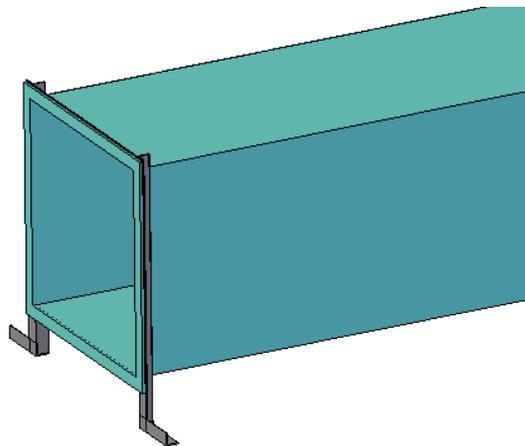


Figura 16.

Ver plano T – R – M - 04.

2.2 Empaque

2.2.1 Equipo

- Marco de filtros (Plano E – E – S – 01, Ref. A)

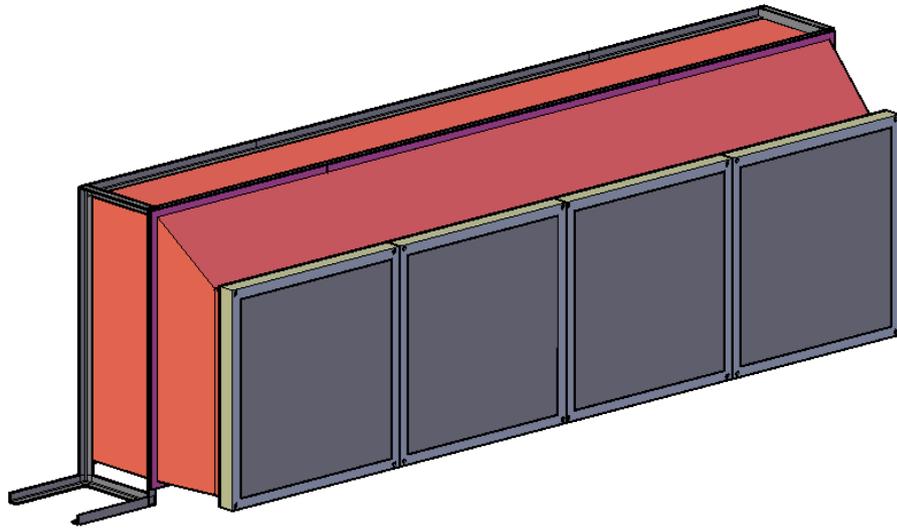


Figura 17.

Se utilizará para el marco de filtros hierro ángulo de 1" x 3/16", unido al panel del techo con remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Ver plano E – E – M - 01.

- Marco de baterías (Plano E – E – S – 01, Ref. H)

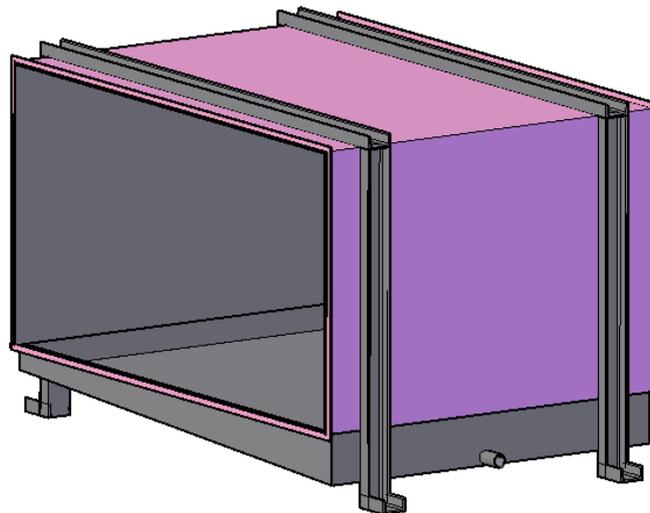


Figura 18.

Para el marco de baterías, se utilizará UPN 100, el cual se colgará desde las cabriadas de la nave mediante riendas de hierro redondo de 5/8". Se restringirá el movimiento horizontal, fijando el marco al panel del techo mediante remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Ver plano E – E – M - 02.

2.2.2 Inyección

Los ductos para el aire a inyectar se fijarán mediante ménsulas de hierro ángulo de 1" x 3/16", que se unirán a la chapa de los paneles del techo mediante remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Las partes que se fijarán se detallan a continuación:

- Pantalón (Plano E – I – M – 01, Ref. A)

Ver plano E – I – M - 01.

- Pantalón (Plano E – I – M – 01, Ref. D)

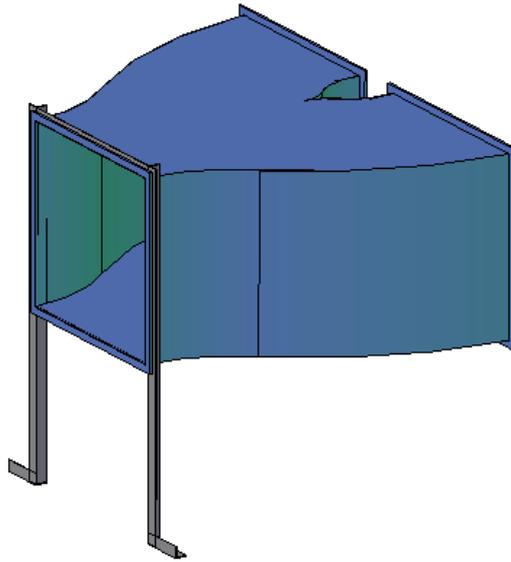


Figura 19.

Ver plano E – I – M - 02.

- Curva 90° (Plano E – I – M – 01, Ref. F)

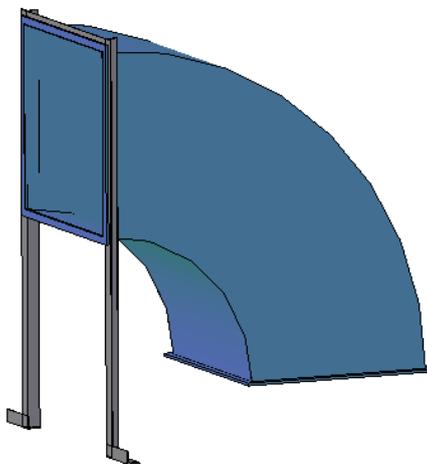


Figura 20.

Ver plano E – I – M - 02.

- Curva 45° (Plano E – I – M – 01, Ref. G)

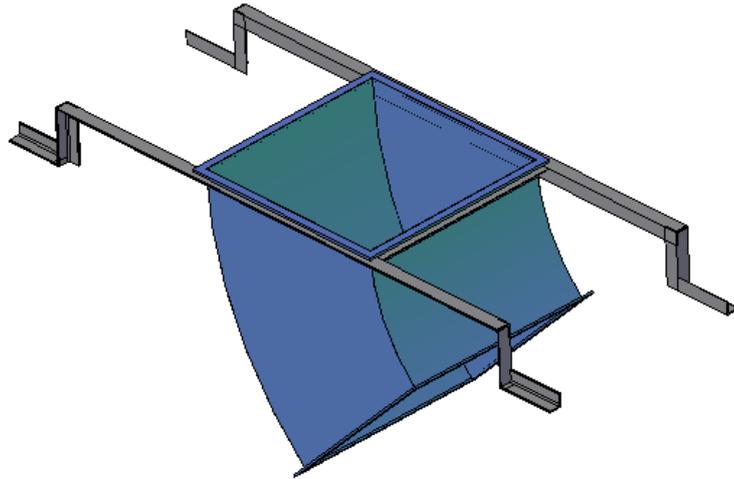


Figura 21.

Ver plano E – I – M - 03.

2.2.3 Retorno

Los ductos para el aire de retorno se fijarán de igual forma que los de inyección, mediante ménsulas de hierro ángulo de 1" x 3/16", que se unirán a la chapa de los paneles del techo mediante remaches pop de aluminio de 6mm x 14mm.

Las partes que se fijarán se detallan a continuación:

- Tramo recto (Plano E – R – S – 01, Ref. A)

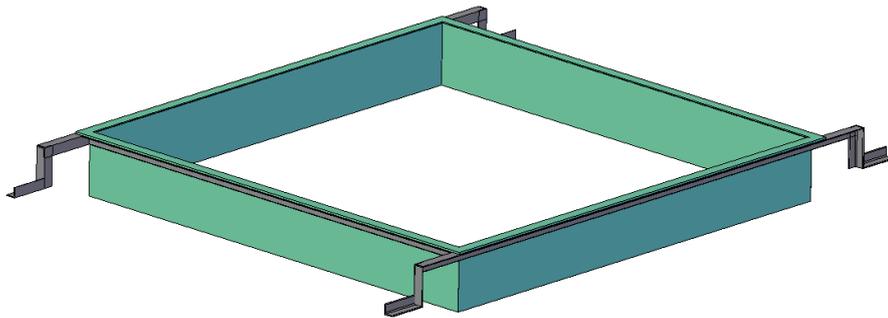


Figura 22.

Ver plano E – R – M - 02.

- Codo 90° (Plano E – R – S – 01, Ref. C)

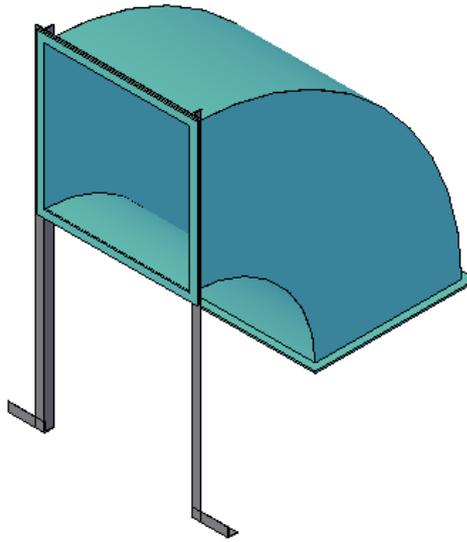


Figura 23.

Ver plano E – R – M - 03.

- Tramo recto (Plano E – R – S – 01, Ref. D)

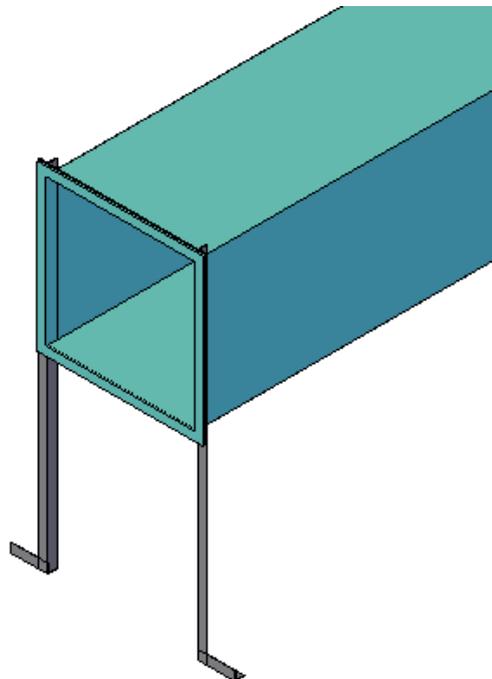


Figura 24.

Ver plano E – R – M - 03.

3. Ventilador

Para los ventiladores, tanto de Trozado como Empaque, se utilizarán en cada vértice soportes antivibratorios de la firma VIBROTECH, Serie B, Modelo 60B.

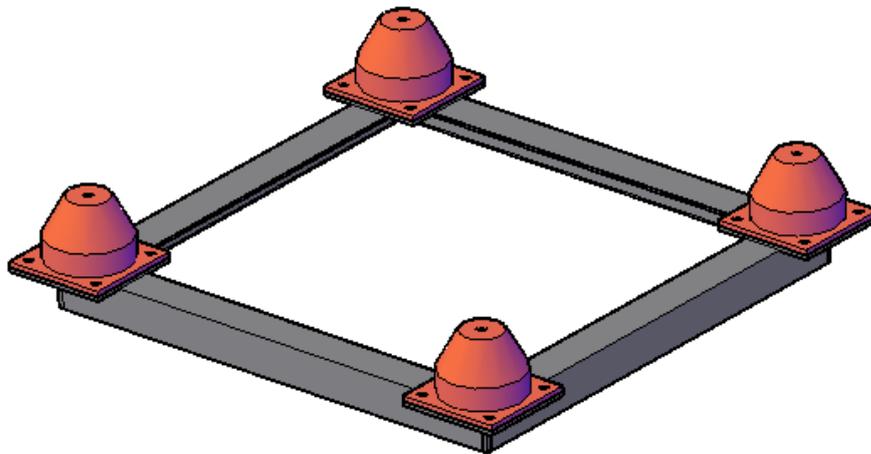


Figura 25.

Estos se fijarán a su vez sobre un marco de ángulo de 2" x 1/4" con bulones hexagonales de 3/8" x 1 1/2" y arandelas planas con tuercas autofrenantes, el cual irá colgado de las cabriadas de la nave mediante riendas de hierro redondo de 5/8".

Ver plano T – E – M – 03.

Ver plano E – E – M – 03.

4. Rejillas de impulsión

4.1 Trozado

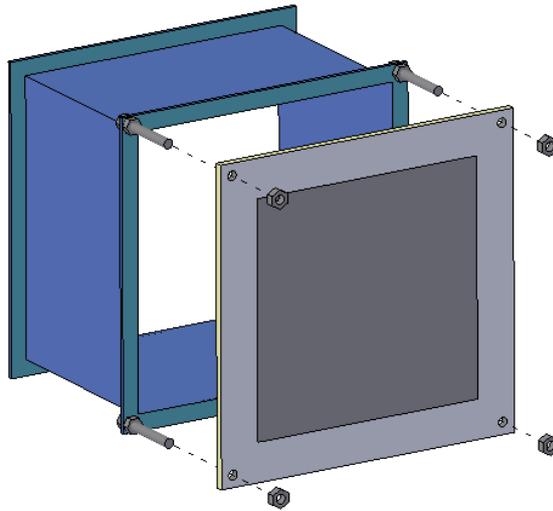


Figura 26.

Se fijarán las rejillas de alimentación a la brida del tramo recto indicado en el plano T – I – S – 01, Ref.I, mediante bulones hexagonales de acero 3/8" x 2" y ajustados con tuercas autofrenantes de lado exterior y tuerca y contra tuerca del lado interior.

Ver plano T – I – M – 04.

4.2 Empaque

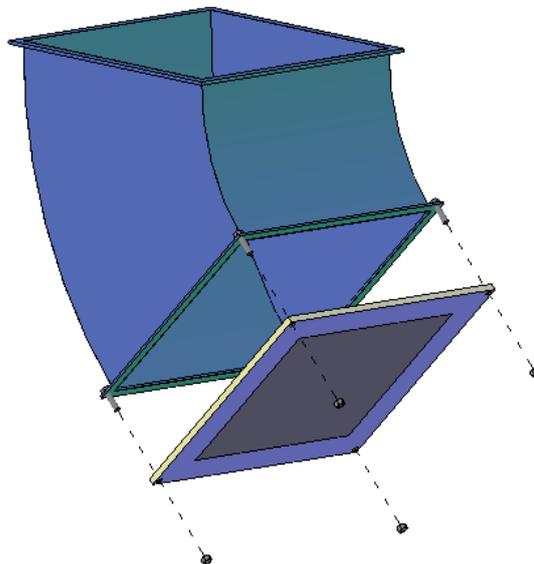


Figura 27.

Las rejillas de alimentación se fijarán a la brida de las curvas a 45° detalladas en el plano E – I – S - 01, Ref.G con bulones hexagonales de acero de 3/8" x 2" y arandela plana con tuercas autofrenantes.

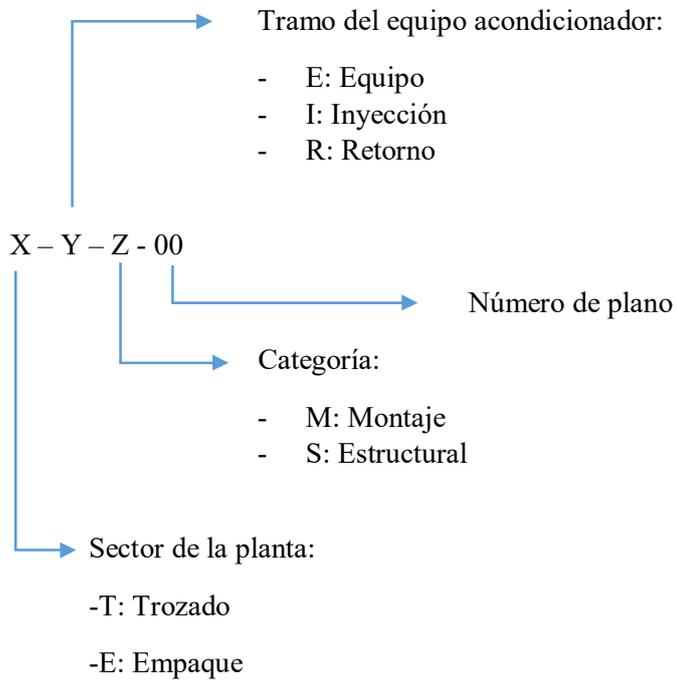
Ver plano E – I – M – 04.

5. Glosario

- HEPA: del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia". Son filtros que poseen la cualidad de filtrar partículas del orden de la décima del micrón, incluyendo las esporas de moho, el polvo, los ácaros del polvo, la caspa de mascotas y otros alérgenos irritantes del aire.
- AISI: del inglés "American Iron and Steel Institute" (Instituto Americano del Hierro y el Acero).
- PVC: son las siglas de "*Polyvinyl chloride*" en español significa "*policloruro de vinilo*", el cual es un plástico que surge a partir del cloruro de vinilo.

6. Nomenclaturas

Planos



Anexos

Los anexos se codificarán: Anexo 1, Anexo 2, etc., manteniendo orden correlativo.

7. Listado de planos y anexos

PLANOS

Código	Descripción	
T - E - S - 01	Vista general tramo Equipo	TROZADO EQUIPO
T - E - S - 02	Marco de filtros	
T - E - S - 03	Reducción	
T - E - S - 04	Junta de lona circular	
T - E - S - 05	Junta de lona rectangular	
T - E - S - 06	Reducción	
T - E - S - 07	Bandeja de condensado	
T - E - S - 08	Marco de batería aletada	
T - E - S - 09	Reducción	
T - E - M - 01	Soporte Marco de filtros	
T - E - M - 02	Soporte Marco de batería aletada	
T - E - M - 03	Soporte ventilador	

Código	Descripción	
T - I - S - 01	Vista general tramo Inyección	TROZADO INYECCIÓN
T - I - S - 02	Curva 90°	
T - I - S - 03	Reducción	
T - I - S - 04	Pantalón	
T - I - S - 05	Desvío	
T - I - S - 06	Reducción	
T - I - S - 07	Pantalón	
T - I - S - 08	Desvío	
T - I - S - 09	Curva 90°	
T - I - S - 10	Tramo recto	
T - I - M - 01	Soporte Curva 90°	
T - I - M - 02	Soporte pantalón	
T - I - M - 03	Soporte pantalón	
T - I - M - 04	Ubicación de rejilla de inyección en pared	

Código	Descripción	
T - R - S - 01	Vista general tramo Retorno	TROZADO RETORNO
T - R - S - 02	Tramo recto	
T - R - S - 03	Reducción	
T - R - S - 04	Codo 90°	
T - R - S - 05	Tramo recto	
T - R - S - 06	Tee	
T - R - S - 07	Reducción	
T - R - S - 08	Tramo recto	
T - R - S - 09	Curva 90°	
T - R - S - 10	Tramo recto	
T - R - S - 11	Tramo recto	
T - R - S - 12	Tramo recto	
T - R - S - 13	Junta de lona	
T - R - S - 14	Reducción	
T - R - M - 01	Ubicacion de filtro retorno en pared	
T - R - M - 02	Soporte Codo 90°	
T - R - M - 03	Soporte Curva 90° y Tramo recto	
T - R - M - 04	Soporte Curva 90° y Tramo recto	

Código	Descripción	
E - E - S - 01	Vista general tramo Equipo	EMPAQUE EQUIPO
E - E - S - 02	Marco de filtros	
E - E - S - 03	Reducción	
E - E - S - 04	Junta de lona circular	
E - E - S - 05	Junta de lona rectangular	
E - E - S - 06	Reducción	
E - E - S - 07	Bandeja de condensado	
E - E - S - 08	Marco de bateria aletada	
E - E - S - 09	Reducción	
E - E - M - 01	Soporte Marco de filtros	
E - E - M - 02	Soporte Marco de bateria aletada	
E - E - M - 03	Soporte ventilador	

Código	Descripción	
E - I - S - 01	Vista general tramo Inyección	EMPAQUE INYECCIÓN
E - I - S - 02	Pantalón	
E - I - S - 03	Desvío	
E - I - S - 04	Reducción	
E - I - S - 05	Pantalón	
E - I - S - 06	Desvío	
E - I - S - 07	Curva 90°	
E - I - S - 08	Curva 45°	
E - I - M - 01	Soporte pantalón	
E - I - M - 02	Soporte pantalón y Curva 90°	
E - I - M - 03	Soporte Curva 45°	
E - I - M - 04	Ubicación de codo 45° en techo	

Código	Descripción	
E - R - S - 01	Vista general tramo Retorno	EMPAQUE RETORNO
E - R - S - 02	Tramo recto	
E - R - S - 03	Reduccion	
E - R - S - 04	Curva 90°	
E - R - S - 05	Tramo recto	
E - R - S - 06	Junta de lona	
E - R - S - 07	Reduccion	
E - R - M - 01	Soporte tramo recto	
E - R - M - 02	Soporte Curva 90°	
E - R - M - 03	Soporte tramo recto	

ANEXOS

Anexo 1	Ventilador Trozado
Anexo 2	Ventilador Empaque



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INGENIERÍA DE DETALLES ELÉCTRICA

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

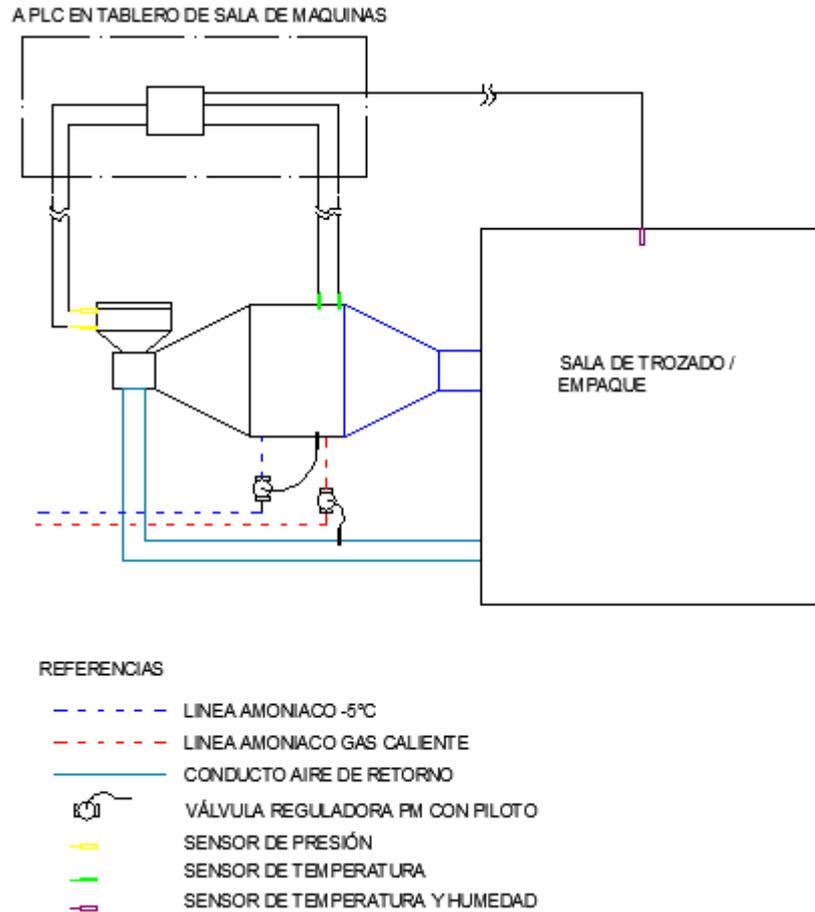
AÑO 2016

Índice

1. Sensores de medición.....	3
1.1. Sala de Trozado.....	6
1.2. Sala de Empaque.....	7
2. Controlador Lógico Programable.....	7
3. Actuadores.....	9
3.1. Línea de deshumidificación.....	9
3.2. Línea de calentamiento.....	9
3.3. Válvulas piloto.....	9
4. Glosario.....	10

1. Sensores de medición

En el siguiente esquema se observa la ubicación de cada uno de los sensores y también las válvulas reguladoras con sus correspondientes bulbos de censado de temperatura.



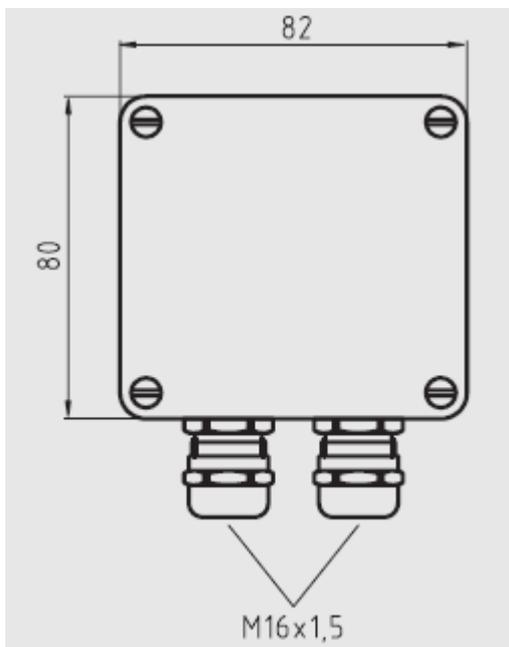
En los puntos donde sólo se requiera censar temperatura, se utilizan sensores RTD tipo Pt100 de la marca ROTRONIC, modelo AC1900, con conexión de 3 hilos y 20 mm de vaina.



El transmisor para estos sensores será de la marca WIKA, el modelo T24.10, con conexión para 3 hilos y salida de 4...20mA.



Y la caja del mismo se obtiene también de la marca WIKAI, con el siguiente detalle:



En donde se desee medir tanto temperatura como humedad relativa, se implementará un sensor XB OEM de la marca ROTRONIC, el cual tiene como principales características:

Marca: ROTRONIC

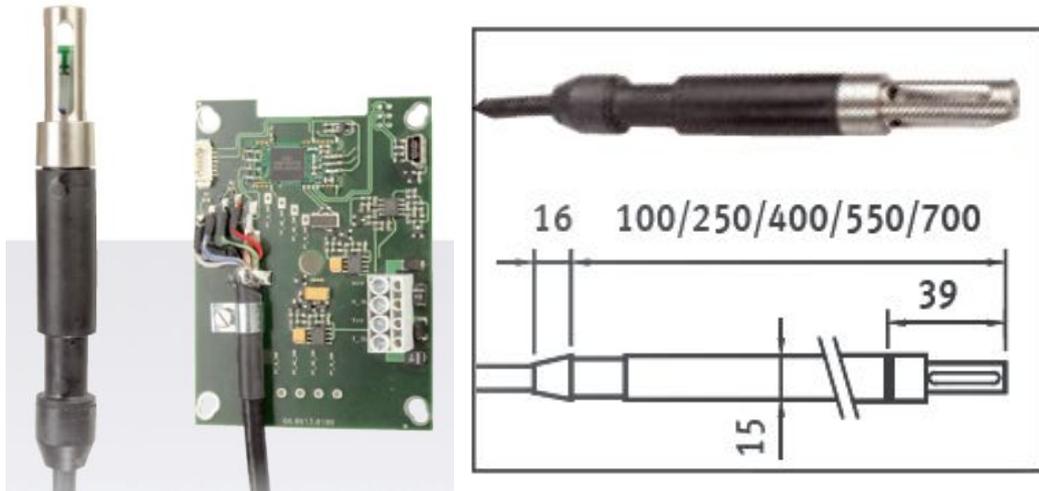
Modelo: XB20 OEM

Tipo de circuito: lazo de 2 hilos

Salida: 4... 20mA

Rango de temperatura: 0...40°C

Sonda PEEK de Ø15mm y largo de 100mm



Para prever el recambio del filtro HEPA se utilizan sensores de presión absoluta de la marca ROTRONIC, con las siguientes características:

Marca: ROTRONIC

Modelo: BF220

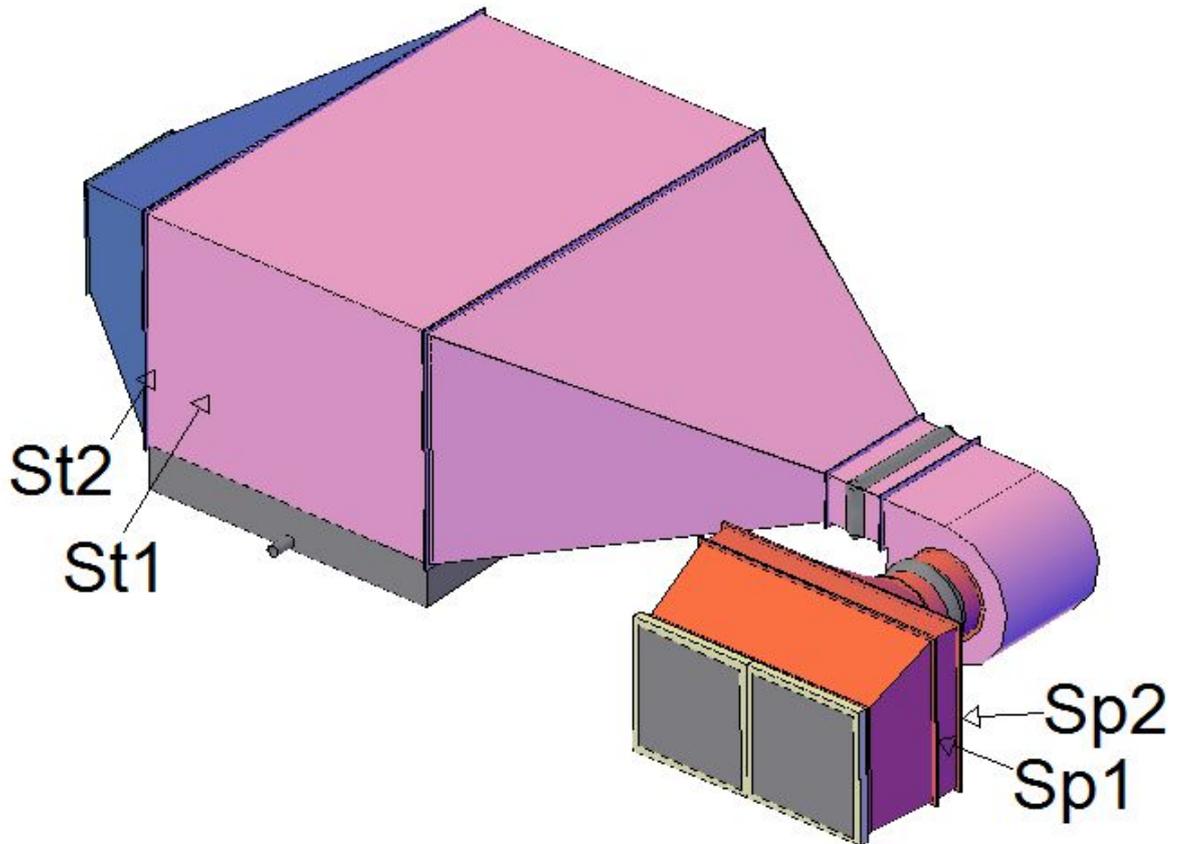
Conexión: G ½" rosca macho

Conexión eléctrica: Hirschmann (DIN 43650)



1.1. Sala de Trozado

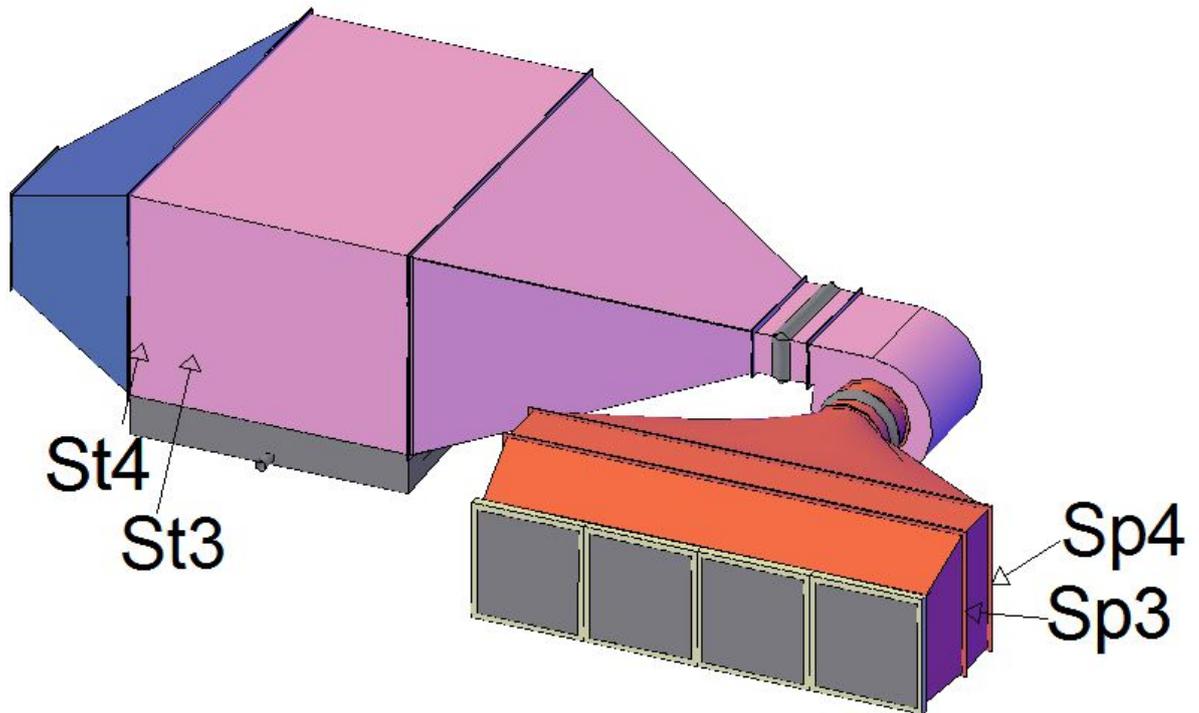
Los puntos de medición que se tendrán en cuenta son los indicados a continuación:



- St1: Sensor de temperatura ubicado entre batería de enfriamiento y batería de calentamiento.
- St2: Sensor de temperatura ubicado luego de la batería de calentamiento.
- Sth1: Sensor de temperatura y humedad ubicado dentro de la sala de Trozado.
- Sp1: Sensor de presión ubicado entre el filtro lavable y el HEPA.
- Sp2: Sensor de presión ubicado a la salida del filtro HEPA.

1.2. Sala de Empaque

Los puntos de medición en el equipo son los mismos que para Trozado.



- St3: Sensor de temperatura ubicado entre batería de enfriamiento y batería de calentamiento.
- St4: Sensor de temperatura ubicado luego de la batería de calentamiento.
- Sth2: Sensor de temperatura y humedad ubicado dentro de la sala de Empaque.
- Sp3: Sensor de presión ubicado entre el filtro lavable y el HEPA.
- Sp4: Sensor de presión ubicado a la salida del filtro HEPA.

2. Controlador Lógico Programable

El Controlador Lógico Programable (PLC) se seleccionó de acuerdo al número de entradas y salidas analógicas y digitales necesarias para el adecuado control y regulación del sistema.

- Por cada sensor de temperatura se necesita una entrada analógica.
- Por cada medidor de temperatura y humedad relativa, dos entradas analógicas.
- Cada medidor de presión requiere de una entrada analógica.
- Se necesita una alarma que nos indique cuando la temperatura del aire, a la salida de las baterías aletadas destinadas a la deshumidificación, descienda de los 0°C.
- Se incluye además, una alarma para informar cuando la temperatura del aire a la salida del equipo acondicionador sea superior a los 8°C.
- Se activa una alarma cuando la diferencia de presión a la entrada y salida del filtro HEPA sea de 500Pa (50mmCA). Esto indica la necesidad de recambio del filtro.

Por cada sala se requerirá un total de 6 entradas analógicas y 3 salidas digitales; por lo que el PLC seleccionado tendrá que tener un mínimo de 12 entradas lógicas y 6 salidas digitales.

Se selecciona de la marca SIEMENS un PLC modelo SIMATIC S7-200 CPU 224, al cual se le pueden acoplar hasta 28 entradas analógicas.

SIMATIC S7-200 Módulos centrales

CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224 XP, CPU 226

Sinopsis CPU 224



- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas/salidas a bordo
- Expandible con hasta un máx de 7 módulos de ampliación

Configuración del hardware

Programadoras (PGs)/PCs conectables

SIMATIC PG/PC, PC estándar

SIMATIC PG/PC, PC estándar

Ampliación de la periferia

• Entradas/salidas analógicas, máx.	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)
• Entradas/salidas digitales, máx.	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)
• Entradas/salidas AS-Interface, máx.	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)

Como la gran mayoría de los PLC tradicionales, éste no posee el número de entradas analógicas que se necesitan, por lo que se adicionan 3 módulos EM 231 de la firma SIEMENS. Cada uno brinda 4 entradas analógicas. Con esto, se cubren las necesidades del sistema.

Módulo de entradas analógicas A) 6ES7 231-0HC22-0XA0 EM 231

para CPU 222/224/224 XP/226;
4 entradas, 0-10 V,
resolución 12 bits



3. Actuadores

3.1. Línea de deshumidificación

Se regulará el caudal de amoníaco por medio de una válvula pilotada. La misma tiene por características principales, las siguientes:

- Marca: DANFOSS
- Modelos: PM 20 (027F1001- para Trozado) y PM 25 (027F1006 - para Empaque)
- 1 piloto
- Conexión: 1”

4.2. Línea de calentamiento

Al igual que la línea de deshumidificación, e regulará el caudal de amoníaco por medio de una válvula pilotada. La misma tiene por características principales, las siguientes:

- Marca: DANFOSS
- Modelo: PM 10 (027F1055 - para ambas salas)
- 1 piloto
- Conexión: 1 ¼ ”

4.3. Válvulas piloto

Para el cierre y apertura de las válvulas principales de las líneas de deshumidificación seleccionadas en el inciso 3.1, se utilizarán válvulas piloto del tipo CVT, de la marca DANFOSS.

Para la apertura y cierre de las válvulas principales de las líneas de calentamiento, se utilizarán válvulas piloto del tipo CVTO, de la marca DANFOSS.



4. Glosario

- RTD: del inglés “Resistance temperature detector”. Es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.
- Pt 100: tipo de RTD. Contiene una resistencia de platino cuyo valor a 0°C es de 100 Ω .
- HEPA: del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia". Son filtros que poseen la cualidad de filtrar partículas del orden de la décima del micrón, incluyendo las esporas de moho, el polvo, los ácaros del polvo, la caspa de mascotas y otros alérgenos irritantes del aire.
- PLC: del inglés “Programable Logic Controller”. Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.
- CVT/CVTO: es una válvula piloto controlada por la temperatura de su bulbo sensor, independientemente de los cambios de presión en el sistema regulado por la válvula.
CVT abre al aumentar la temperatura.
CVTO cierra al aumentar la temperatura.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INGENIERÍA DE DETALLES MECÁNICA

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

1. Filtros.....	3
1.1 Filtros lavables.....	3
1.1.1 Trozado.....	3
1.1.2 Empaque.....	3
1.2 Filtros HEPA.....	3
1.2.1 Trozado.....	4
1.2.2 Empaque.....	4
2. Ductos.....	4
3. Aislación térmica.....	5
4. Ventilador.....	5
4.1 Trozado.....	5
4.2 Empaque.....	6
5. Rejillas de impulsión.....	6
5.1 Trozado.....	6
5.2 Empaque.....	6
6. Glosario.....	7
7. Nomenclaturas.....	8

1. Filtros

1.1. Filtros Lavables

Para el aire de retorno, el cual sale de la sala para luego mezclarse con aire exterior, se colocan filtros metálicos lavables para alta velocidad, de las siguientes características:

Marca: CASIBA

Modelo: AV-2

Dimensiones (mm): Ancho 595, Largo 595, Espesor 48

Caudal máximo: 3124 m³/h

Pérdida de carga máxima: 30 Pa (3mm CA)



Para la toma de aire exterior, se colocan filtros lavables iguales a los anteriores.

1.1.1 Trozado

Se dispone para el retorno, un (1) filtro por cada toma ubicada en el panel de la pared.

En la aspiración del exterior se colocan dos (2) filtros en paralelo para poder disponer un caudal de 5000 m³/h.

1.1.2 Empaque

Se colocan para el retorno, cuatro (4) filtros en una sola toma ubicada en el panel del techo.

Para la aspiración del exterior se disponen cuatro (4) filtros en paralelo logrando así que pueda circular un caudal de 8750 m³/h.

1.2. Filtros HEPA

El aire que ingresa al equipo acondicionador desde el exterior, deberá pasar primero por el filtro lavable descrito en el punto anterior y luego por un filtro absoluto o mejor conocido como HEPA.

Se utilizan filtros absolutos de pliegue profundo, con las siguientes características:

Marca: CASIBA

Modelo: H11-24246

Dimensiones (mm): Ancho 610, Largo 610, Espesor 150

Caudal máximo: 3396 m³/h

Pérdida de carga: 254 Pa (25.4mm CA)



1.2.1 Trozado

Se colocan dos filtros en paralelo para lograr que circule un caudal de 5000 m³/h.

Ver plano, Trozado-Equipo-Det.A

1.2.2 Empaque

Luego de los pre-filtros se colocaran 4 filtros absolutos para permitir la circulación de 8750 m³/h de aire.

Ver plano, Empaque-Equipo-Det.A

2. Ductos

Los ductos que conducen el aire fueron calculados por el método de la caída de presión constante, por lo que poseen medidas de acuerdo al caudal que circula por ellos. Estos son de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm, de área transversal cuadrada y con un sistema de unión brida TDC.

En las situaciones que se necesita ampliar o reducir el área, en el caso por ejemplo de la salida de las baterías aletadas hacia el ducto de impulsión principal, se utilizan transiciones.

Entre el ventilador y los ductos de retorno, impulsión y toma de aire exterior, se colocarán juntas de lona para evitar que las vibraciones del ventilador se propaguen por los conductos.



Dichos ductos, reducciones, pantalones y desvíos serán de la firma comercial NOVELL S.R.L..

Ver planos, Trozado-Inyección-General
Trozado-Equipo-General
Trozado-Retorno-General
Empaque-Inyección-General
Empaque-Equipo-General
Empaque-Retorno-General

3. Aislación térmica

Se aíslan los ductos de retorno de aire, los de impulsión y las baterías aletadas. Se utiliza espuma elastomérica de base de caucho como material aislante.

Se selecciona aislante ARMAFLEX, de la firma ARMACELL, en rollos de 1m de ancho por 4m de largo, de 32mm de espesor.



4. Ventilador

Se seleccionaron ventiladores centrífugos en base al caudal que puede suministrar y a la pérdida de carga que debemos compensar por los filtros, ductos, baterías aletadas y rejillas de inyección.

4.1 Trozado

Proveedor: BIMONT
Modelo: ZD – 8727 (Doble aspiración)
Dimensiones: Ver Anexo 1
Caudal máximo: 10380 m³/h
Presión estática: 100 mm CA
Potencia del motor: 7,5 HP



4.2 Empaque

Proveedor: BIMONT

Modelo: ZD – 8730 (Doble aspiración)

Dimensiones: Ver Anexo 2

Caudal máximo: 18900 m³/h

Presión estática: 100 mm CA

Potencia del motor: 12,5 HP

5. Rejillas de impulsión

5.1 Trozado

Para el ingreso a la sala del aire que fue tratado, se disponen de rejillas de alimentación simple deflexión, cuyas características son:

- Sección nominal (mm): Base 360, Altura 360
- Medida exterior incluido marco (mm): Base 400, Altura 400

5.1 Empaque

Para el ingreso a la sala del aire que fue tratado, se disponen de rejillas de alimentación simple deflexión, cuyas características son:

- Sección nominal (mm): Base 400, Altura 400
- Medida exterior incluido marco (mm): Base 440, Altura 440



6. Glosario

- **FILTRO HEPA:** del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia". Son filtros que poseen la cualidad de filtrar partículas del orden de la décima del micrón, incluyendo las esporas de moho, el polvo, los ácaros del polvo, la caspa de mascotas y otros alérgenos irritantes del aire.
- **ESPUMA ELASTOMÉRICA:** Es un aislamiento térmico flexible, a base de caucho sintético, de estructura celular cerrada.

7. Nomenclaturas

- Planos

Los planos se codifican: X-Y-Det.Z

Donde:

X: Área involucrada → Trozado
→ Empaque

Y: Sector del sistema acondicionador → Inyección
→ Retorno
→ Equipo

Z: → Detalle que se amplía. Det.A, Det.B, etc.
→ General
→ Detalle de montaje. Det. Montaje A, Det. Montaje B, etc.

Ej. Codificación del Detalle C, del sector de Retorno del sistema acondicionador de Trozado:

Trozado-Retorno-Det.C

- Anexos

Los anexos se codificarán: Anexo 1, Anexo 2, etc., manteniendo orden correlativo.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

INGENIERÍA DE DETALLES TÉRMICA

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

1. Baterías aletadas.....	3
1.1. Sala de Trozado.....	3
1.2. Sala de Empaque.....	3

1. Baterías aletadas

1.1. Sala de Trozado

La unidad de transferencia de calor se dimensiona teniendo en cuenta una capacidad de 116000 kcal/h para la etapa de deshumidificación, 13000 kcal/h para la etapa de calentamiento y flujo másico de aire de 13000 kg/h.

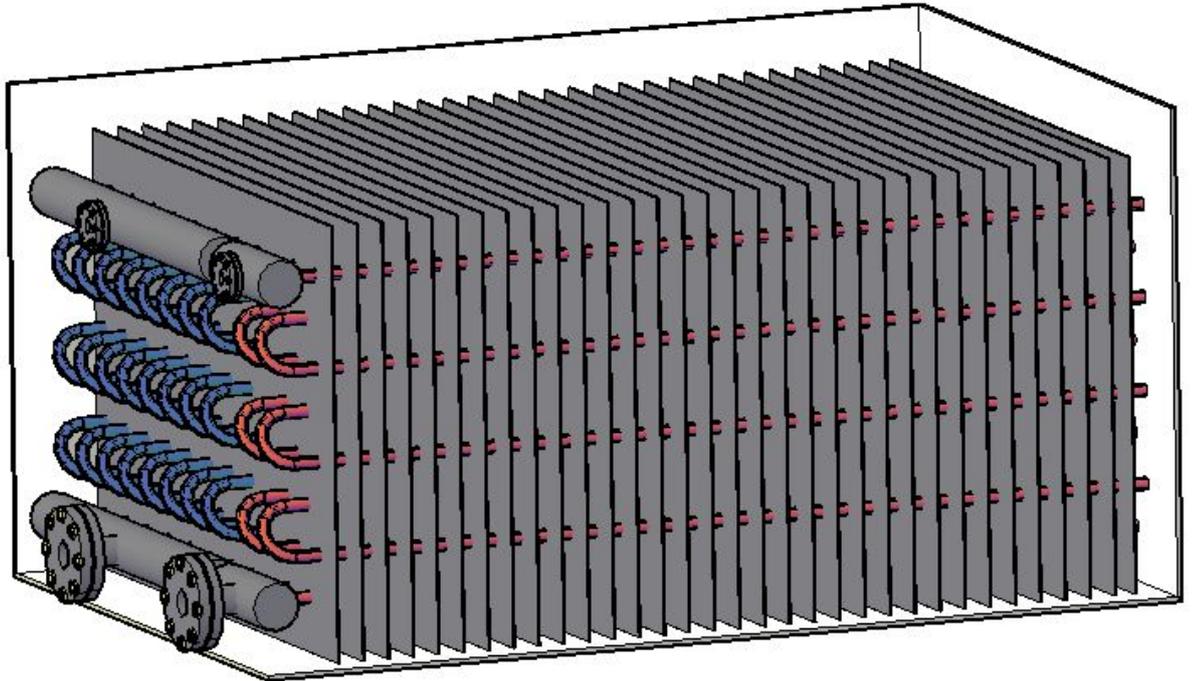
- Marca: ARGENFRIO
- Modelo: TFA
- Construidos con tubos de aluminio sin costura de Ø3/4" (19,05mm x 1,5 mm) y aletas del mismo material, separadas a 8 mm.
- Dimensiones:
 - Largo: 1700 mm útil, 2100 mm total.
 - Alto: 848 mm útil, 1.100 mm total.
 - Ancho: 1260 mm útil, 1500 mm total.
- Caída de presión: 25 mmca.

1.2. Sala de Empaque

La unidad de transferencia de calor se dimensiona teniendo en cuenta una capacidad de 215000 kcal/h para la etapa de deshumidificación, 27000 kcal/h para la etapa de calentamiento y flujo másico de aire de 21600 kg/h.

- Marca: ARGENFRIO
- Modelo: TFA
- Construidos con tubos de aluminio sin costura de Ø3/4" (19,05mm x 1,5 mm) y aletas del mismo material, separadas a 8 mm.
- Dimensiones:
 - Largo: 1700 mm útil, 2100 mm total.
 - Alto: 1058 mm útil, 1300 mm total.
 - Ancho: 1360 mm útil, 1600 mm total.
- Caída de presión: 27 mmca.

En la siguiente figura se puede apreciar el diseño de las baterías aletadas, para ambas salas. En los dos equipos, se destinan las últimas dos hileras para la calefacción del aire.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Eliminación de condensado en cielorrasos pertenecientes
a las áreas de faena de planta avícola

MEMORIAS DE CÁLCULOS

Proyecto N°: PFC 1510C

Autores: Bordin, Mauricio
Pecina, Jorge Nahuel

Tutor: Ing. Díaz Abal, Oscar Alberto

**Dirección de
Proyectos:**
Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Anibal

AÑO 2016

Índice

1. Relevamiento de datos.....	4
1.1 Sala de Trozado.....	4
1.2 Sala de Empaque.....	5
2. Sala de Trozado.....	7
2.1 Soluciones propuestas.....	7
2.2 Con evaporador.....	8
2.2.1 Con recirculación.....	8
2.2.2 Sin recirculación.....	10
2.3 Sin evaporador.....	12
2.3.1 Con recirculación.....	12
2.3.2 Sin recirculación.....	14
2.4 Conclusión.....	16
2.5 Selección de filtros.....	16
2.6 Selección de baterías aletadas.....	17
2.7 Bandeja y cañería de condensado.....	18
2.8 Cálculo de conductos de aire.....	18
2.9 Aislación.....	21
2.10 Selección de ventilador.....	23
3. Sala de Empaque.....	25
3.1 Soluciones propuestas.....	25
3.2 Con evaporador.....	26
3.2.1 Con recirculación.....	26
3.2.2 Sin recirculación.....	28
3.3 Sin evaporador.....	30
3.3.1 Con recirculación.....	30
3.3.2 Sin recirculación.....	32
3.4 Conclusión.....	34
3.5 Selección de filtros.....	34
3.6 Selección de baterías aletadas.....	35
3.7 Bandeja y cañería de condensado.....	36
3.8 Cálculo de conductos de aire.....	36
3.9 Aislación.....	38
3.10 Selección de ventilador.....	39
4. Remaches y ménsulas.....	41

5. Sensores y controladores.....	43
5.1 Sensores de medición.....	43
5.2 Controlador Lógico Programable.....	45
5.3 Actuadores.....	46
5.3.1 Línea de deshumidificación.....	46
5.3.2 Línea de calentamiento.....	46
5.3.3 Válvulas piloto.....	47
6. Análisis de costos.....	47
7. Glosario.....	50
8. Bibliografía.....	51

1. Relevamiento de datos

Se comenzó con una visita al frigorífico donde se recorrieron todas las instalaciones de la planta a modo de conocer el proceso y luego en las salas de Trozado y Empaque se realizaron mediciones de temperatura y humedad relativa del aire ambiente, a la salida y entrada de evaporadores y temperatura en distintos puntos del cielorraso.

1.1 Sala de Trozado

Actualmente esta sala cuenta con dos evaporadores, de los cuales sólo se encuentra en operación uno. A partir de la gráfica de censado de temperatura en la sala (Fig. 1.1), obtenemos el tiempo de funcionamiento del evaporador, el cual fue de 20 minutos/hora.

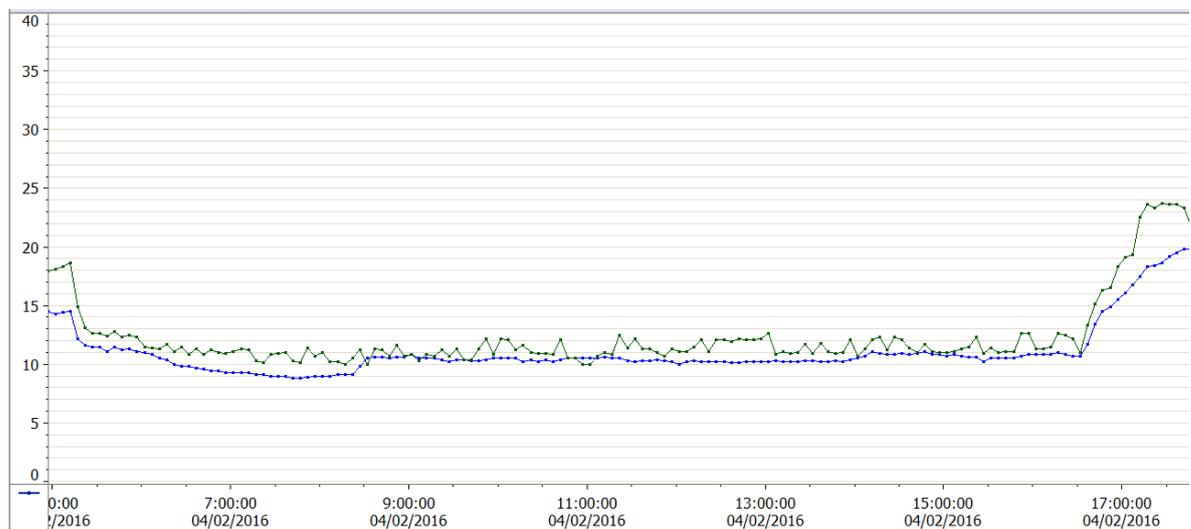


Fig. 1.1 Línea verde, temperatura sala de Trozado

Cada evaporador posee dos ventiladores con una capacidad nominal de 8900m³/h cada uno, y a su vez, los mismos funcionan a una frecuencia de 30Hz.

A partir de estos dos datos obtenemos el caudal real que circula a través del evaporador, que es 3560 m³/h.

Se midieron temperaturas y humedades relativas al ingreso y salida del evaporador, obteniendo:

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Ingreso	9.3	89.4
Salida	1	95

Con estas mediciones, procedemos al cálculo del calor transferido (el generado por el proceso, operarios, ganancia externa, maquinaria, etc.) y el flujo másico de agua condensado (el absorbido en la sala).

$$\dot{Q}_{proceso} = \dot{m}_{aire} \cdot \Delta h = 70000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot \Delta \omega = 12100 \frac{g_{agua}}{h}$$

A su vez, verificamos el calor anterior (considerado real) por medio del cálculo de carga térmica teórico.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 73.000 \frac{KJ}{h}$$

Q_1 : Peridas de calor a traves de la superficie

Q_2 : Calor a extraer del producto

Q_3 : Perdida de calor por renovaciones (No hay renovaciones en estado actual)

Q_4 : Peridas termicas debidas a personas , maquinas , iluminacion , aberturas

1.2 Sala de Empaque

En esta sala se encuentran 4 evaporadores que funcionan en paralelo. Al igual que en la sala de Trozado, mediante la gráfica del censado de temperatura (Fig. 1.2) podemos obtener el tiempo de funcionamiento de los mismos, que fue de 30 minutos por hora.

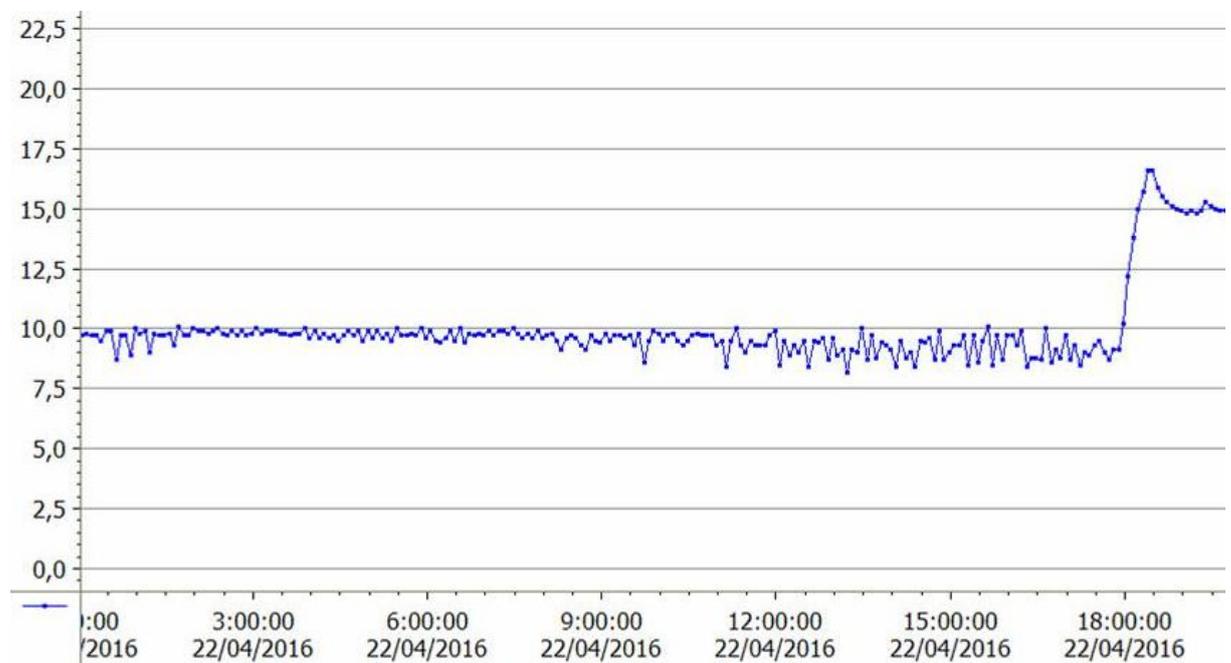


Fig. 1.2 Línea azul, temperatura sala de Trozado

Las medidas que se obtuvieron de temperatura y humedad relativa fueron:

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Ingreso	10.5	89
Salida	5	95

Cabe aclarar que para el cálculo, se considerará como área de trabajo el rayado con líneas rojas en la Fig. 1.3, ya que es en dicha sección donde se desarrollan las actividades de los operarios, siendo el resto de la sala sólo un espacio de tránsito de mercadería.

Con estas mediciones, procedemos al cálculo del calor transferido (el generado por el proceso, operarios, ganancia externa, maquinaria, etc.) y el flujo másico de agua condensado (el absorbido en la sala).

$$\dot{Q}_{proceso} = \dot{m}_{aire} \cdot \Delta h = 208000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot \Delta \omega = 38000 \frac{g_{agua}}{h}$$

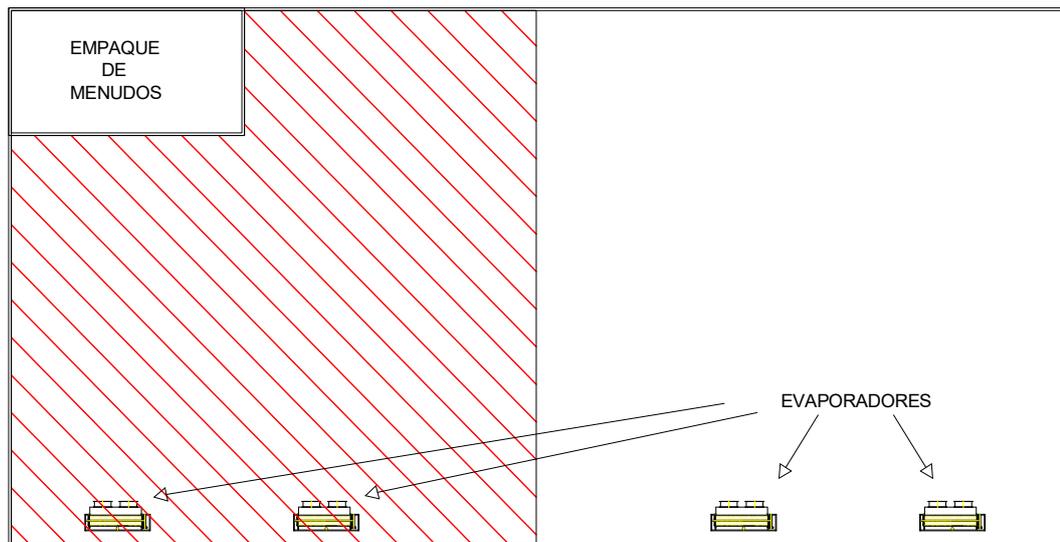


Fig. 1.3 Sala de Empaque. Área de cálculo

A su vez, verificamos el calor anterior (considerado real) por medio del cálculo de carga térmica teórico.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 201000 \frac{KJ}{h}$$

Q_1 : Perdas de calor a traves de la superficie

Q_2 : Calor a extraer del producto

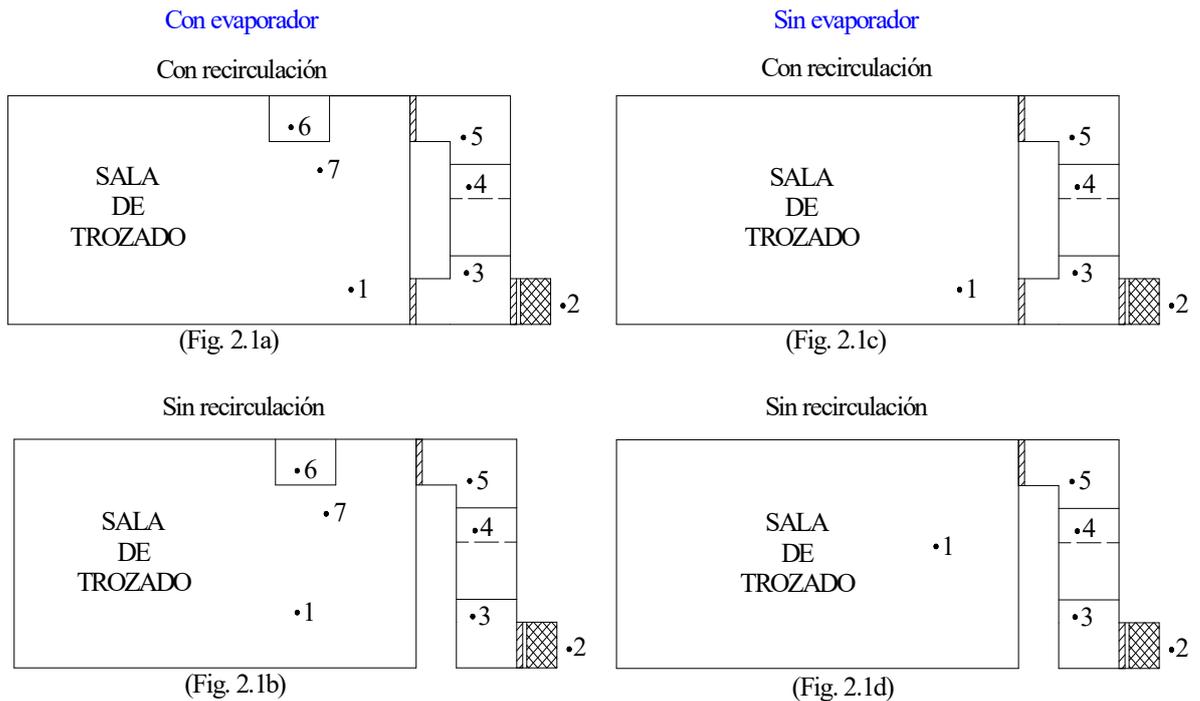
Q_3 : Perdida de calor por renovaciones (No hay renovaciones en estado actual)

Q_4 : Perdidas termicas debidas a personas , maquinas , iluminacion , aberturas

2. Sala de Trozado

2.1 Soluciones propuestas

Para el sistema de renovado de aire, se han considerado 4 propuestas:



De cada una de las cuatro soluciones propuestas, se calcularán:

- \dot{Q}_{3-4} : Flujo de calor necesario para el proceso de enfriamiento y deshumidificación del aire.
- \dot{Q}_{4-5} : Flujo de calor necesario para calentar el aire a las condiciones adecuadas para el ingreso.
- $\dot{m}_{condensado}$: Flujo másico de agua condensada en el proceso de deshumidificación.

Luego se compararán los resultados analizando y seleccionando la mejor propuesta.

2.2 Con evaporador

2.2.1 Con recirculación

Se calculan las propiedades del aire en los puntos 7, 5 y 3, de la Figura 2.1a.

Hipótesis

$$- T_1 = 10^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 4.8^\circ C \quad h = 23.48 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.32 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.808 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- T_6 = 6^\circ C \quad H_r = 95\% \quad T_{rocio} = 5.3^\circ C \quad h = 19.88 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.5 \frac{g_{agua}}{kg}$$

$$- \dot{Q}_{proceso} = 80000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 70000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 12100 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 5000 \frac{m^3}{h} = \frac{5000 \frac{m^3}{h}}{0.808 \frac{m^3}{Kg}} = 6188 \frac{Kg}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = \dot{m}_1$$

$$- \dot{m}_3 = 2 \cdot \dot{m}_2 = 12376 \frac{Kg}{h}$$

$$- \dot{m}_6 = \dot{m}_5$$

$$- \dot{m}_7 = 2 \cdot \dot{m}_5 = 24752 \frac{Kg}{h}$$

- Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{aire}} = 23.48 \frac{KJ}{Kg} - \frac{80000 \frac{KJ}{h}}{24752 \frac{Kg}{h}} = 20.25 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.32 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{12100 \frac{g_{agua}}{h}}{24752 \frac{Kg}{h}} = 4.83 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{24752 \frac{Kg}{h} \cdot 20.25 \frac{KJ}{Kg} - 12376 \frac{Kg}{h} \cdot 19.88 \frac{KJ}{Kg}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 20.62 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{24752 \frac{Kg}{h} \cdot 4.83 \frac{g_{agua}}{Kg} - 12376 \frac{Kg}{h} \cdot 5.5 \frac{g_{agua}}{Kg}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 4.16 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 10.2^\circ C \quad H_r = 54.2\% \quad T_{roci\o} = 1.3^\circ C \quad h = 20.62 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 4.16 \frac{g_{agua}}{kg}$$

- Punto 3

$$\dot{m}_3 \cdot h_3 = \dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2$$

$$h_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2}{\dot{m}_3} = \frac{6188 \frac{Kg}{h} \cdot (23.48 \frac{KJ}{Kg} + 80.74 \frac{KJ}{Kg})}{12376 \frac{Kg}{h}} = 52.1 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_3 \cdot \omega_3 = \dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2$$

$$\omega_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2}{\dot{m}_3} = \frac{6188 \frac{Kg}{h} \cdot (5.32 \frac{g_{agua}}{Kg} + 17.8 \frac{g_{agua}}{Kg})}{12376 \frac{Kg}{h}} = 11.6 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_3 = 22.5^\circ C \quad H_r = 67.7\% \quad T_{roci\o} = 16.2^\circ C \quad h = 52.1 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 11.6 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 500000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 112300 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 92 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

2.2.2 Sin recirculación

Al igual que en el ítem anterior, se calculan las propiedades de los puntos 7 y 5 de la Figura 2.1b

Hipótesis

$$- T_1 = 10^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 4.8^\circ C \quad h = 23.48 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.32 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.808 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- T_6 = 6^\circ C \quad H_r = 95\% \quad T_{rocio} = 5.3^\circ C \quad h = 19.88 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.5 \frac{g_{agua}}{kg}$$

$$- \dot{Q}_{proceso} = 80000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 70000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 12100 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 5000 \frac{m^3}{h} = \frac{5000 \frac{m^3}{h}}{0.808 \frac{m^3}{Kg}} = 6188 \frac{Kg}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

$$- \dot{m}_6 = \dot{m}_5$$

$$- \dot{m}_7 = 2 \cdot \dot{m}_5 = 12376 \frac{Kg}{h}$$

• Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{aire}} = 23.48 \frac{KJ}{Kg} - \frac{80000 \frac{KJ}{h}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 17 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.32 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{12100 \frac{g_{agua}}{h}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 4.34 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 17 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - 6188 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 19.88 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}}{6188 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 14.14 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 4.34 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} - 6188 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 5.5 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}}{6188 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 3.18 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- \quad T_5 = 5.9^\circ \text{C} \quad H_r = 55.2\% \quad T_{\text{rocio}} = -2.1^\circ \text{C} \quad h = 14.14 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 3.18 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

Como se observa, la temperatura de rocío del punto 5 está por debajo de los 0°C, esto significa que en las serpentinas del deshumidificador se producirá hielo, condición no deseada para el intercambiador. Se realizará nuevamente el cálculo aumentando el caudal de ingreso de aire exterior al doble del necesario.

Hipótesis

$$- \quad \dot{m}_2 = 10000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \frac{10000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.808 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}} = 12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$- \quad \dot{m}_6 = 6188 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$- \quad \dot{m}_7 = \dot{m}_5 + \dot{m}_6 = 18564 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Demás condiciones iguales al punto anterior

- Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 23.48 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - \frac{80000 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}}{18564 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 19.17 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.32 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{12100 \frac{g_{agua}}{h}}{18564 \frac{Kg}{h}} = 4.67 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{18564 \frac{Kg}{h} \cdot 19.17 \frac{KJ}{Kg} - 6188 \frac{Kg}{h} \cdot 19.88 \frac{KJ}{Kg}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 18.81 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{18564 \frac{Kg}{h} \cdot 4.67 \frac{g_{agua}}{Kg} - 6188 \frac{Kg}{h} \cdot 5.5 \frac{g_{agua}}{Kg}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 4.25 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 8^\circ C \quad H_r = 63.6\% \quad T_{rocio} = 1.6^\circ C \quad h = 18.81 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 4.25 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 850000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 80000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 168 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

2.3 Sin evaporador

2.3.1 Con recirculación

Se calculan las propiedades del aire en los puntos 5 y 3, de la Figura 2.1c

Hipótesis

$$- T_1 = 10^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 4.8^\circ C \quad h = 23.48 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.32 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.808 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- \dot{Q}_{proceso} = 80000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 70000 \text{ KJ/h.}$$

$$\begin{aligned}
 - \dot{m}_{agua.proceso} &= 12100 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{h} \\
 - \dot{m}_2 &= 5000 \frac{m^3}{h} = \frac{5000 \frac{m^3}{h}}{0.808 \frac{m^3}{Kg}} = 6188 \frac{Kg}{h} \\
 - \dot{m}_2 &= \dot{m}_1 \\
 - \dot{m}_3 &= 2 \cdot \dot{m}_2 = 12376 \frac{Kg}{h}
 \end{aligned}$$

- Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{aire}} = 23.48 \frac{KJ}{Kg} - \frac{80000 \frac{KJ}{h}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 17 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.32 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{Kg} - \frac{12100 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{h}}{12376 \frac{Kg}{h}} = 4.34 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 6.1^\circ C \quad H_r = 74.4\% \quad T_{roci\o} = 1.9^\circ C \quad h = 17 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 4.34 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{kg}$$

- Punto 3

$$\dot{m}_3 \cdot h_3 = \dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2$$

$$h_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2}{\dot{m}_3} = \frac{6188 \frac{Kg}{h} \cdot (23.48 \frac{KJ}{Kg} + 80.74 \frac{KJ}{Kg})}{12376 \frac{Kg}{h}} = 52.1 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_3 \cdot \omega_3 = \dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2$$

$$\omega_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2}{\dot{m}_3} = \frac{6188 \frac{Kg}{h} \cdot (5.32 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{Kg} + 17.8 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{Kg})}{12376 \frac{Kg}{h}} = 11.6 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{Kg}$$

$$- T_3 = 22.5^\circ C \quad H_r = 67.7\% \quad T_{roci\o} = 16.2^\circ C \quad h = 52.1 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 11.6 \frac{\mathcal{G}_{agua}}{kg}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 486100 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 52640 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 90 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

2.3.2 Sin recirculación

Se calculan las propiedades del aire en el punto 5, de la Figura 2.1d.

Hipótesis

$$- T_1 = 10^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 4.8^\circ C \quad h = 23.48 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.32 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.808 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- \dot{Q}_{proceso} = 80000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 70000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 12100 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 5000 \frac{m^3}{h} = \frac{5000 \frac{m^3}{h}}{0.808 \frac{m^3}{Kg}} = 6188 \frac{Kg}{h}$$

- Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{aire}} = 23.48 \frac{KJ}{Kg} - \frac{80000 \frac{KJ}{h}}{6188 \frac{Kg}{h}} = 10.55 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.32 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{12100 \frac{g_{agua}}{h}}{6188 \frac{Kg}{h}} = 3.36 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 2.1^\circ C \quad H_r = 76\% \quad T_{rocio} = -1.4^\circ C \quad h = 10.55 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 3.36 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Podemos observar nuevamente que la temperatura de rocío del punto 5 está por debajo de los 0°C , por lo que se presentará el problema ya comentado de congelado del agua condensado en los serpentines del intercambiador. Se realiza nuevamente el cálculo con un caudal de ingreso del doble del necesario.

Hipótesis

$$- \dot{m}_2 = 10000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \frac{10000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.808 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}} = 12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Demás condiciones iguales al punto anterior

• Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 23.48 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - \frac{80000 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}}{12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 17 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{\text{agua}}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 5.32 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} - \frac{12100 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{h}}}{12376 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 4.34 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- T_5 = 6.1^{\circ}\text{C} \quad H_r = 74.4\% \quad T_{\text{rocío}} = 1.9^{\circ}\text{C} \quad h = 17 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 4.34 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 843300 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 52640 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{condensado}} = 167 \frac{\text{Kg}_{\text{agua}}}{\text{h}}$$

2.4 Conclusión

Volcamos los resultados en la siguiente tabla comparativa:

	CON EVAPORADOR		SIN EVAPORADOR	
	CON RECIRCULADO	SIN RECIRCULADO	CON RECIRCULADO	SIN RECIRCULADO
$\dot{Q}_{ENFRIAMIENTO}$	$500.000 \frac{KJ}{h}$	$850.000 \frac{KJ}{h}$	$486.100 \frac{KJ}{h}$	$843.300 \frac{KJ}{h}$
$\dot{Q}_{CALENTAMIENTO}$	$112.300 \frac{KJ}{h}$	$80.000 \frac{KJ}{h}$	$52.640 \frac{KJ}{h}$	$52.640 \frac{KJ}{h}$
\dot{Q}_{TOTAL}	$612.300 \frac{KJ}{h}$	$930.000 \frac{KJ}{h}$	$538.740 \frac{KJ}{h}$	$895.940 \frac{KJ}{h}$
$\dot{m}_{CONDENSADO}$	$92 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$168 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$90 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$167 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$

Vemos entonces, que para las condiciones planteadas como hipótesis, el menor consumo de potencia para deshumidificar y luego calentar el aire, es sin el evaporador y con recirculado.

2.5 Selección de filtros

Para el retorno del aire al equipo acondicionador se colocan filtros lavables metálicos, con el fin de contener las partículas que puedan ir ensuciando el ventilador o las baterías aletadas.

Se seleccionaron en base al caudal, la caída de presión que generan y la arrestancia exigida por el cliente.

Se seleccionaron filtros de la firma CASIBA, por ser una marca con la que ya ha trabajado la empresa y hay disponibilidad de sus productos en el mercado.

Modelo	Clasificación según normas			
	DIN 24185/2	DIN EN 779	INDICE MERV	ASHRAE 52-1-92
AV-2	EU2	G2	3	65% < Am < 80%
AV-3	EU3	G3	4	80% < Am < 90%

Am: Arrestancia promedio en % según ensayo en peso con polvo sintético.

▪ Cuadro de medidas estándar, caudales y pérdidas de carga inicial

Modelo	Dimensiones (mm)			Caudal (m ³ /h)			Pérdida de carga (Pa)			Peso (kg)
	Ancho	Largo	Espesor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	
AV-2	302	394	48	828	954	1008	21	27	30	1,07
	495	495		1890	2003	2117				2,23
	495	595		2070	2385	2520				2,68
	595	595		2566	2957	3124				3,08
AV-3	495	495	54	1890	2003	2117	23	30	33	4,14
	495	595		2070	2385	2520				4,90
	595	595		2566	2957	3124				5,75

Se colocan dos de estos filtros para obtener un caudal de 5000 m³/h.

Para la aspiración del aire exterior se determina utilizar filtros lavables metálicos, seguidos de filtros absolutos o HEPA. Los primeros están en carácter de pre-filtros, para extender la vida útil de los segundos.

Los filtros metálicos lavables son idénticos a los seleccionados en párrafos anteriores, mientras que los filtros HEPA se seleccionan del catálogo que otorga CASIBA. Estos últimos son de pliegue profundo.

▪ Eficiencias

Según Norma EN 1882	H 11	H 13
Según Norma DIN 24183	EU11	EU13
	95% < Aa < 99,97%	99,99% < Aa < 99,995%

Aa: Eficiencia para partículas de 0,3 micrones, según ensayo de aerosoles DOP bajo norma Mil. STD 282.

▪ Cuadro de medidas estándar, caudales y pérdidas de carga inicial

Eficiencia EN 1822	Modelo	Dimensiones (mm)			Caudal (m3/h)			Pérdida de carga (Pa)			Peso (Kg)
		Ancho	Largo	Espesor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	
H11	H11-12126	305	305	150	365	560	730	165	254	343	3,6
	H11-24126	610	305		781	1189	1545				5,3
	H11-24246	610	610		1698	2598	3396				10,4
	H11-242412	610	610	292	2335	3396	4347				18,1
H13	H13-12126	305	305	150	153	229	314				3,6
	H13-24126	610	305		323	492	662				5,4
	H13-24246	610	610		696	1070	1443				10,5

Al igual que los pre-filtros, se colocan dos en paralelo para obtener un caudal de 5000 m³/h.

2.6 Selección de baterías aletadas

Para el enfriamiento, deshumidificación, y posterior calentamiento del aire que ingresará a la sala, se optó por baterías aletadas. Estas son ampliamente utilizadas en la industria para equipos de enfriamiento por ofrecer una gran superficie de intercambio.

La selección se realiza a partir del calor transferido (calculado en el apartado 2.3.1), el caudal de aire, el fluido refrigerante utilizado y la temperatura de este último.

Se seleccionan baterías aletadas de la marca ARGENFRÍO. Las principales características de estos intercambiadores son:

- Tubos de aluminio sin costura de Ø 3/4" y 1,5mm de espesor de pared.
- Aletas de aluminio separadas a 8mm.
- Dimensiones:
 - Largo: 1.700 mm útil, 2.100 mm total.
 - Alto: 848 mm útil, 1.100 mm total.
 - Ancho: 1.260 mm útil, 1.500 mm total.
- Caída de presión: 25 mmca.

2.7 Bandeja y cañería de condensado

La bandeja de recolección del condensado, que se genera por el paso del aire a través de las baterías aletadas, se realiza de chapa galvanizada de 1,5mm de espesor. Tiene una base de 2100mm x 1500mm, coincidente con las dimensiones totales de las baterías; y una pendiente de aproximadamente 5° para asegurar el escurrimiento del agua.

El caño para la evacuación del agua se ubica en uno de los costados de la bandeja.

El mismo será de PVC de 63mm x 3.2mm de espesor.

CAÑOS SANITARIO PVC			Línea 110 - Desagües Cloacales			TIGRE		
Tubo Sanitario G 50 2.0 mm			Tubo Top G 50 2.9 mm			Tubo Ramat 3.2 mm - Iram		
Código	ø mm	Emb	Código	ø mm	Emb	Código	ø mm	Emb
161	40 x 4m	10	169	40 x 4m	10	144	40 x 4m	10
160	50 x 4m	5	174	50 x 4m	5	150	50 x 4m	5
159	63 x 4m	5	168	63 x 4m	5	143	63 x 4m	5
157	110 x 4m	3	173	110 x 4m	3	149	110 x 4m	3
						151	160 x 4m	1
						155	200 x 4m	1

2.8 Cálculo de conductos de aire

Los ductos de aire se calcularán por el método de la caída de presión constante.

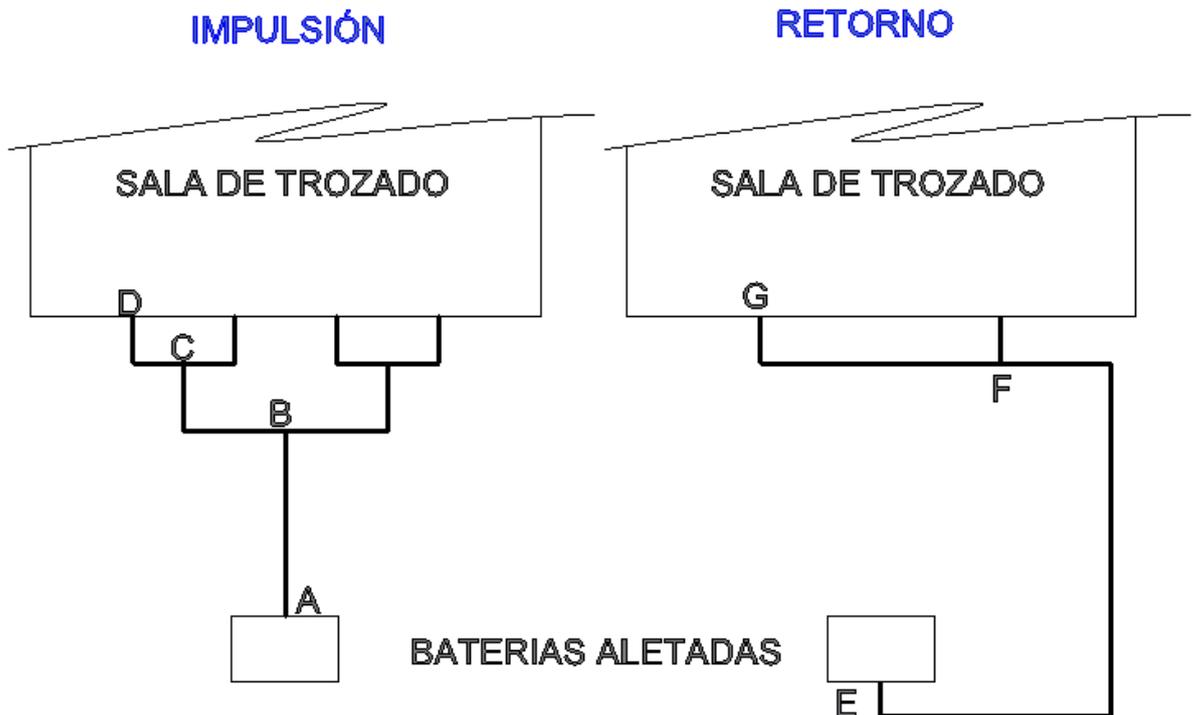


Fig. 2.2 Ductos sala de Trozado

Partiendo del esquema anterior, en el tramo principal AB de impulsión tenemos un caudal de $10000\text{m}^3/\text{h}$ y una velocidad de 10m/s , que se adopta como primera medida de acuerdo a la aplicación y teniendo en cuenta las velocidades máximas permitidas para niveles de sonido compatibles con el funcionamiento del sistema.

En el retorno, tenemos un caudal de $5000\text{m}^3/\text{h}$ en el tramo principal EF y una velocidad de 7 m/s . Con estos dos datos ingresamos en la Fig. 2.3, y obtenemos la pérdida de carga y el diámetro de los conductos.

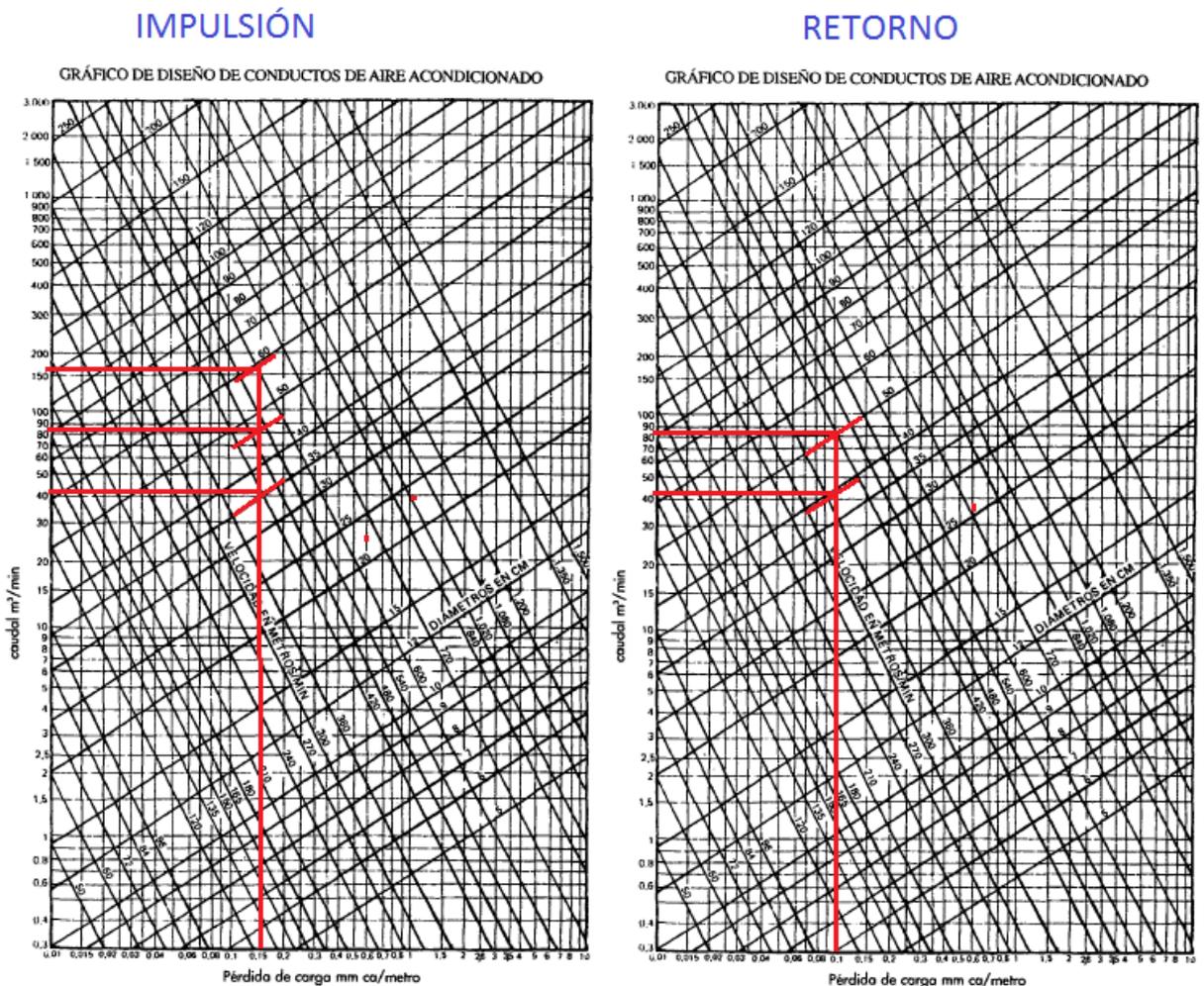


Fig. 2.3 Pérdida de carga vs. Caudal de aire y Sección de conductos

Obtenemos:

IMPULSIÓN

Pérdida de carga: 0.15mmca/m

Diámetro del tramo AB: 60cm

RETORNO

Pérdida de carga: 0.1mmca/m

Diámetro del tramo EF: 50cm

Ahora, como el cálculo es por el método de caída de presión constante, sobre la recta vertical de pérdida de carga $R = 0.15\text{mmca/m}$, ubicamos los valores de caudal de los tramos BC ($5000\text{m}^3/\text{h}$) y CD

($2500\text{m}^3/\text{h}$), para la impulsión (el resto de los tramos no los representamos ya que el cálculo es simétrico), y del tramo FG ($2500\text{m}^3/\text{h}$) para el retorno.

Obtenemos de esta forma los valores de los diámetros de los conductos:

Diámetro del tramo BC: 45cm

Diámetro del tramo CD: 35cm

Diámetro del tramo FG: 40cm

El procedimiento anterior nos permitió calcular los conductos de sección circular, pero en nuestro caso dispondremos de secciones cuadradas, por lo tanto debemos hallar las dimensiones del conducto cuadrado equivalente al diámetro calculado. Dicha conversión la realizamos con la Fig. 2.4.

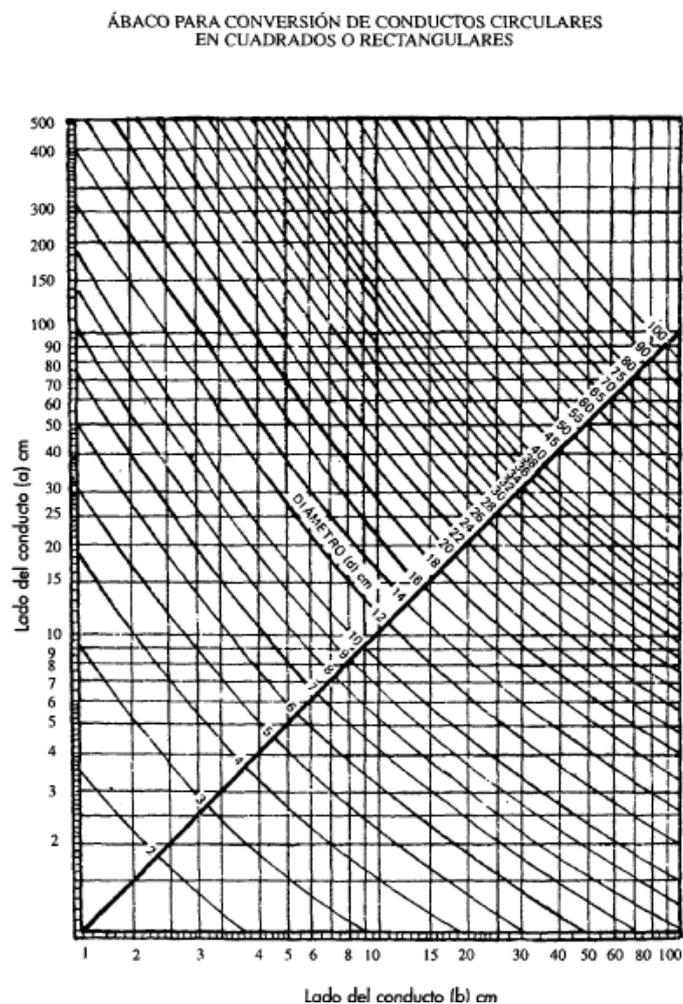


Fig. 2.4 Conversión para conductos circulares y cuadrados

Los resultados de las dimensiones de los ductos se vuelcan en la siguiente tabla:

Tramos	Caudal a transportar (m ³ /min)	Diámetro (cm)	Dimensión cuadrada (cm)
AB	167	60	55 x 55
BC	84	45	40 x 40
CD	42	35	35 x 35
EF	84	50	45 x 45
FG	42	40	35 x 35

2.9 Aislación

Se deben aislar térmicamente los distintos tramos del conducto de aire que conforman el sistema de acondicionamiento. El espesor del aislante térmico de los ductos se determina a partir del cálculo de la transferencia de calor que se genera a través de estos, a raíz de la diferencia de temperaturas existente entre el aire externo e interno. De no realizarse este aislamiento, se produce un aumento de la temperatura del aire acondicionado y posibilidad de generar condensado de agua en el exterior del ducto, por tener la chapa una temperatura menor a la del punto de rocío del aire ambiente.

Se compararon dos materiales aislantes, el poliestireno expandido y la espuma elastomérica.

Siendo:

\dot{Q} : flujo de calor [w]

A: área de transferencia de calor [m²]

d: espesor de aislación [m]

λ : coeficiente de conductividad térmica [w/m·K]

h_e : coeficiente superficial de transmisión de calor [w/m²·K]

t_a : temperatura ambiente [°C] (se toman 24°C)

t_i : temperatura interna [°C] (se toman 6°C)

t_r : temperatura de rocío [°C] (se toman 21,5°C)

La expresión que indica el espesor mínimo a utilizar surge de la ecuación general de transferencia de calor.

$$\frac{\dot{Q}}{A} = \frac{t_a - t_i}{\frac{d}{\lambda} + \frac{1}{h_e}}$$

$$\frac{\dot{Q}}{A} = \frac{t_r - t_i}{\frac{d}{\lambda}} = \frac{t_a - t_r}{\frac{1}{h_e}}$$

$$\frac{d}{\lambda} \div \frac{1}{h_e} = (t_r - t_i) \div (t_a - t_r)$$

$$d = \frac{\lambda}{h_e} \cdot \frac{t_r - t_i}{t_a - t_r}$$

A continuación se muestran en la tabla las características de ambos aislantes y el espesor necesario para cumplir con las condiciones previstas.

	Poliestireno expandido + chapa aluminio	Espuma elastomérica
$\lambda \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$	0,034	0,036
$h_r \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	2,24	9
$d [m]$	0,094	0,025

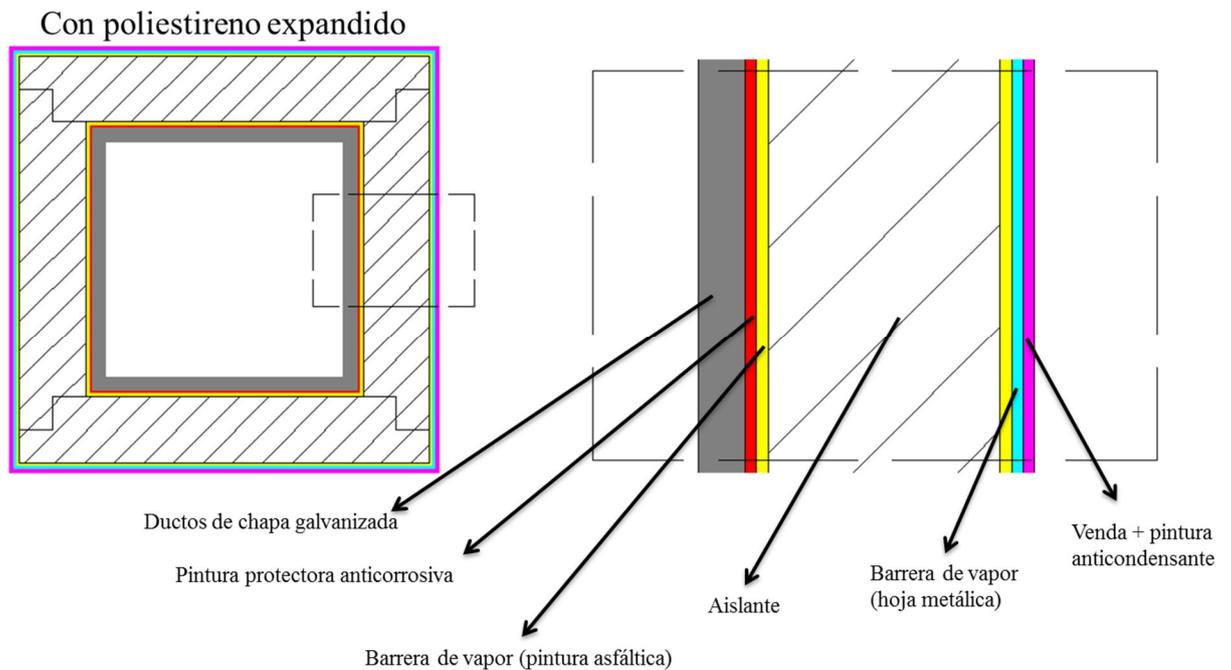


Fig. 2.5 Aislación con poliestireno expandido. Componentes

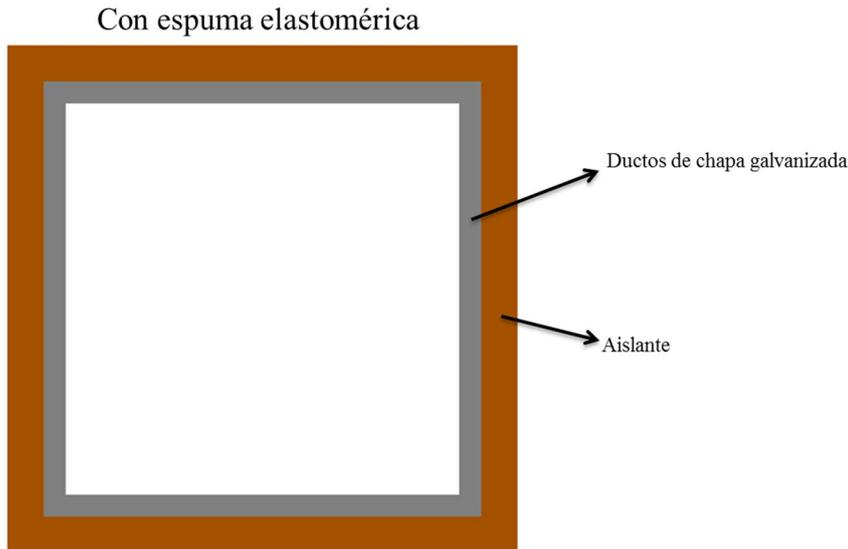


Fig. 2.6
Aislación con
espuma
elastomérica

Se opta por la espuma elastomérica por ser muy simple su montaje, ocupar un espacio reducido de la instalación y aportar una menor carga por peso propio a los conductos.

A partir del catálogo de espumas elastoméricas ARMAFLEX, de la firma ARMACELL, seleccionamos el espesor comercial que sigue al obtenido como mínimo.

Espesor		Planchas (2x0,50m) m ² /caja	Rollos (1m de ancho) m ² /rollo
En mm	En pulgadas		
6	¼"	26 m ²	30 m ²
9	3/8"	18 m ²	15 m ²
13	½"	13 m ²	10 m ²
16	5/8"	11 m ²	10 m ²
19	¾"	9 m ²	8 m ²
25	1"	7 m ²	6 m ²
32	13/16"	5 m ²	4 m ²

2.10 Selección de ventilador

Para la selección del ventilador es necesario determinar cuál es la caída total de presión. Para ello utilizamos la fórmula:

$$H = \Sigma(l + l_{eq}) \cdot R + \Sigma Z \quad (\text{mmca})$$

Donde:

R : Pérdida de presión por metro que se establece como constante en la figura 2.3

Σl : Sumatoria de las longitudes de los tramos del circuito cerrado más largo (m)

Σl_{eq} : Sumatoria de las longitudes equivalentes de las resistencias individuales del circuito cerrado de conductos más largo (m)

ΣZ : Sumatoria de pérdidas de presión en resistencias particulares, rejillas, filtros, baterías, etc. (mmca)

Como en general las caídas de presión en los conductos son pequeñas respecto a las otras resistencias representadas en Z , podemos suponer que:

$$\Sigma l_{eq} = \Sigma l$$

Entonces la fórmula para la caída total de presión quedaría:

$$H = 2 \cdot \Sigma l \cdot R + \Sigma Z \quad (\text{mmca})$$

La longitud del circuito más desfavorable está constituida por los tramos:

Tramo AB:	2 m	Tramo EF:	18 m
Tramo BC:	4 m	<u>Tramo FG:</u>	<u>5 m</u>
<u>Tramo CD:</u>	<u>2 m</u>	Longitud (l):	23 m
Longitud (l):	8 m		

Reemplazamos en la ecuación de la caída total de presión:

$$H = 2 \cdot 8m \cdot 0.15 \frac{\text{mmca}}{m} + 2 \cdot 23m \cdot 0.1 \frac{\text{mmca}}{m} + \Sigma Z = 7\text{mmca} + \Sigma Z$$

Ahora debemos adicionar las pérdidas de carga en los distintos elementos.

- Pre-filtro (Toma de aire exterior)	3 mmca
- Filtro absoluto	25 mmca
- Baterías aletadas (enfriamiento y calentamiento)	25 mmca
- Difusor	2 mmca
- Filtro de retorno	<u>3 mmca</u>
	$\Sigma Z = 58 \text{ mmca}$

Entonces, la caída de presión total o presión eficaz del ventilador será:

$$H = 7\text{mmca} + 58\text{mmca} = 65\text{mmca}$$

Seleccionamos entonces un ventilador centrífugo de la firma comercial Bimont S.R.L.

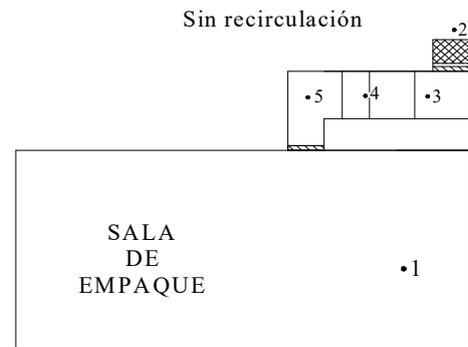
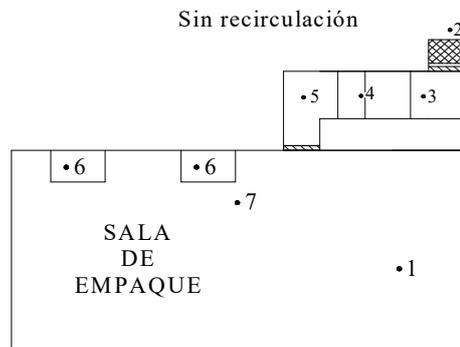
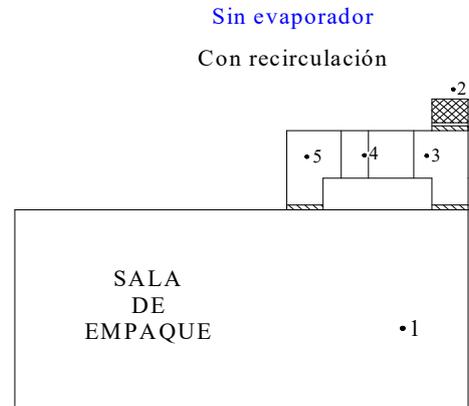
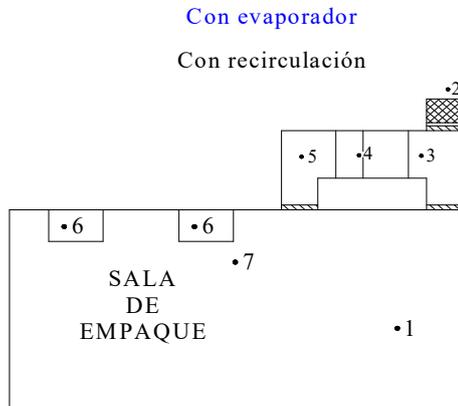
MODELO 8727															
VS (m/s)	Q (m ³ /m)	Ps=12mmc/a		Ps=25mmc/a		Ps=50mmc/a		Ps=75mmc/a		Ps=100mmc/a		Ps=127mmc/a		Ps=152mmc/a	
		(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)	(rpm)	(HP)
4.6	79	950	0.50	1155	1.00										
6.4	110	1170	1.00	1340	1.50	1625	3.00	1895	4.00						
8.2	142	1415	1.50	1550	2.00	1805	4.00	2025	5.50	2235	7.50	2445	7.50		
10	173	1670	3.00	1790	3.00	2005	4.00	2210	7.50	2390	7.50	2565	10.0	2740	12.5
12	205	1930	4.00	2040	4.00	2225	5.50	2410	7.50	2580	10.0	2735	12.5		
13.7	237	2195	5.50	2290	5.50	2465	7.50	2620	10.0						
14.6	252	2325	5.50	2420	7.50	2585	10.0	2735	10.0						

El mismo aporta un caudal máximo de 10380 m³/h y genera una presión estática de hasta 100mmca.

3. Sala de Empaque

3.1 Soluciones propuestas

De la misma forma que se trabajó sobre la sala de Trozado, se analizan las propuestas para renovar el aire dentro de la sala de Empaque y cumplir con las exigencias de SENASA.



De cada una de las cuatro soluciones propuestas, se calcularán:

- \dot{Q}_{3-4} : Flujo de calor necesario para el proceso de enfriamiento y deshumidificación del aire.
- \dot{Q}_{4-5} : Flujo de calor necesario para calentar el aire a las condiciones adecuadas para el ingreso.
- $\dot{m}_{condensado}$: Flujo másico de agua condensada en el proceso de deshumidificación.

Obtenidos estos parámetros, se comparan los resultados y se selecciona la mejor propuesta.

3.2 Con evaporador

3.2.1 Con recirculación

Se calculan las propiedades del aire en los puntos 7, 5 y 3, de la Figura 3.1a.

Hipótesis

$$- T_1 = 11^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 5.77^\circ C \quad h_1 = 25.43 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.69 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.8115 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h_2 = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- T_6 = 6^\circ C \quad H_r = 95\% \quad T_{rocio} = 5.3^\circ C \quad h = 19.88 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.5 \frac{g_{agua}}{kg}$$

$$- \dot{Q}_{proceso} = 210000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 208000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 38000 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 8750 \frac{m^3}{h} = \frac{8750 \frac{m^3}{h}}{0.8115 \frac{m^3}{kg}} = 10782.5 \frac{kg}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = \dot{m}_1$$

$$- \dot{m}_3 = 2 \cdot \dot{m}_2 = 21565 \frac{kg}{h}$$

$$- \dot{m}_6 = \dot{m}_5$$

$$- \dot{m}_7 = 2 \cdot \dot{m}_5 = 43130 \frac{kg}{h}$$

• Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{aire}} = 25.43 \frac{KJ}{kg} - \frac{210000 \frac{KJ}{h}}{43130 \frac{kg}{h}} = 20.56 \frac{KJ}{kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.69 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{38000 \frac{g_{agua}}{h}}{43130 \frac{Kg}{h}} = 4.81 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{43130 \frac{Kg}{h} \cdot 20.56 \frac{KJ}{Kg} - 21565 \frac{Kg}{h} \cdot 19.88 \frac{KJ}{Kg}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 21.24 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{43130 \frac{Kg}{h} \cdot 4.81 \frac{g_{agua}}{Kg} - 21565 \frac{Kg}{h} \cdot 5.5 \frac{g_{agua}}{Kg}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 4.12 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 10.8^\circ C \quad H_r = 51.3\% \quad T_{roci} = 1.15^\circ C \quad h = 21.24 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 4.12 \frac{g_{agua}}{kg}$$

- Punto 3

$$\dot{m}_3 \cdot h_3 = \dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2$$

$$h_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2}{\dot{m}_3} = \frac{10782.5 \frac{Kg}{h} \cdot (25.43 \frac{KJ}{Kg} + 80.74 \frac{KJ}{Kg})}{21565 \frac{Kg}{h}} = 53.1 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_3 \cdot \omega_3 = \dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2$$

$$\omega_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2}{\dot{m}_3} = \frac{10782.5 \frac{Kg}{h} \cdot (5.69 \frac{g_{agua}}{Kg} + 17.8 \frac{g_{agua}}{Kg})}{21565 \frac{Kg}{h}} = 11.7 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_3 = 23.2^\circ C \quad H_r = 65.4\% \quad T_{roci} = 16.4^\circ C \quad h = 53.1 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 11.7 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 900000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 211000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 164 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

3.2.2 Sin recirculación

Al igual que en el ítem anterior, se calculan las propiedades de los puntos 7 y 5 de la Figura 3.1b

Hipótesis

$$- T_1 = 11^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 5.77^\circ C \quad h_1 = 25.43 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.69 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.8115 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h_2 = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- T_6 = 6^\circ C \quad H_r = 95\% \quad T_{rocio} = 5.3^\circ C \quad h = 19.88 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.5 \frac{g_{agua}}{kg}$$

$$- \dot{Q}_{proceso} = 210000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 208000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 38000 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 8750 \frac{m^3}{h} = \frac{8750 \frac{m^3}{h}}{0.8115 \frac{m^3}{Kg}} = 10782.5 \frac{Kg}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = \dot{m}_3$$

$$- \dot{m}_6 = \dot{m}_5$$

$$- \dot{m}_7 = 2 \cdot \dot{m}_5 = 21565 \frac{Kg}{h}$$

• Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{aire}} = 25.43 \frac{KJ}{Kg} - \frac{210000 \frac{KJ}{h}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 15.69 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.69 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{38000 \frac{g_{agua}}{h}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 3.93 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 15.69 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - 10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 19.88 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}}{10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 11.5 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 3.93 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} - 10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot 5.5 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}}{10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 2.36 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- \quad T_5 = 5.54^\circ \text{C} \quad H_r = 42.1\% \quad T_{\text{rocio}} = -5.6^\circ \text{C} \quad h = 11.5 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 2.36 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

Como se observa, la temperatura de rocío del punto 5 está por debajo de los 0°C, esto significa que en las serpentinas del deshumidificador se producirá hielo, condición no deseada para el intercambiador. Se realizará nuevamente el cálculo aumentando el caudal de ingreso de aire exterior al doble del necesario.

Hipótesis

$$- \quad \dot{m}_2 = 17500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \frac{17500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.8115 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}} = 21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$- \quad \dot{m}_6 = 10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$- \quad \dot{m}_7 = \dot{m}_5 + \dot{m}_6 = 32347.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Las demás condiciones son iguales al punto anterior

- Punto 7

$$\dot{Q}_{7-1} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_1 - h_7)$$

$$h_7 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{7-1}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 25.43 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - \frac{210000 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}}{32347.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 18.94 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_1 - \omega_7)$$

$$\omega_7 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.69 \frac{g_{agua}}{Kg} - \frac{38000 \frac{g_{agua}}{h}}{32347.5 \frac{Kg}{h}} = 4.51 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

- Punto 5

$$\dot{m}_7 \cdot h_7 = \dot{m}_5 \cdot h_5 + \dot{m}_6 \cdot h_6$$

$$h_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot h_7 - \dot{m}_6 \cdot h_6}{\dot{m}_5} = \frac{32347.5 \frac{Kg}{h} \cdot 18.94 \frac{KJ}{Kg} - 10782.5 \frac{Kg}{h} \cdot 19.88 \frac{KJ}{Kg}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 18.47 \frac{KJ}{Kg}$$

$$\dot{m}_7 \cdot \omega_7 = \dot{m}_5 \cdot \omega_5 + \dot{m}_6 \cdot \omega_6$$

$$\omega_5 = \frac{\dot{m}_7 \cdot \omega_7 - \dot{m}_6 \cdot \omega_6}{\dot{m}_5} = \frac{32347.5 \frac{Kg}{h} \cdot 4.51 \frac{g_{agua}}{Kg} - 10782.5 \frac{Kg}{h} \cdot 5.5 \frac{g_{agua}}{Kg}}{21565 \frac{Kg}{h}} = 4.02 \frac{g_{agua}}{Kg}$$

$$- T_5 = 8.3^\circ C \quad H_r = 59.1\% \quad T_{roci\o} = 0.81^\circ C \quad h = 18.47 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 4.02 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 1512000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 164000 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 298 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

3.3 Sin evaporador

3.3.1 Con recirculación

Se calculan las propiedades del aire en los puntos 5 y 3, de la Figura 3.1c.

Hipótesis

$$- T_1 = 11^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{roci\o} = 5.77^\circ C \quad h_1 = 25.43 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.69 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.8115 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{roci\o} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- \dot{Q}_{proceso} = 210000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 208000 \text{ KJ/h.}$$

$$\begin{aligned}
 - \dot{m}_{\text{agua.proceso}} &= 38000 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{h}} \\
 - \dot{m}_2 &= 8750 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \frac{8750 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.8115 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}} = 10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \\
 - \dot{m}_2 &= \dot{m}_1 \\
 - \dot{m}_3 &= 2 \cdot \dot{m}_2 = 21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}
 \end{aligned}$$

- Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 25.43 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - \frac{210000 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 15.69 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{\text{agua}}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 5.69 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} - \frac{38000 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{h}}}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 3.93 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- T_5 = 5.8^\circ \text{C} \quad H_r = 68.7\% \quad T_{\text{rocio}} = 0.5^\circ \text{C} \quad h = 15.69 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 3.93 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

- Punto 3

$$\dot{m}_3 \cdot h_3 = \dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2$$

$$h_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2}{\dot{m}_3} = \frac{10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot (25.43 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} + 80.74 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}})}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 53.1 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_3 \cdot \omega_3 = \dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2$$

$$\omega_3 = \frac{\dot{m}_1 \cdot \omega_1 + \dot{m}_2 \cdot \omega_2}{\dot{m}_3} = \frac{10782.5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot (5.69 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} + 17.8 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}})}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 11.7 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- T_3 = 23.2^\circ \text{C} \quad H_r = 65.4\% \quad T_{\text{rocio}} = 16.4^\circ \text{C} \quad h = 52.1 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 11.6 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 922320 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 115560 \frac{KJ}{h}$$

$$\dot{m}_{condensado} = 167 \frac{Kg_{agua}}{h}$$

3.3.2 Sin recirculación

Se calculan las propiedades del aire en el punto 5, de la Figura 3.1d.

Hipótesis

$$- T_1 = 11^\circ C \quad H_r = 70\% \quad T_{rocio} = 5.77^\circ C \quad h_1 = 25.43 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 5.69 \frac{g_{agua}}{kg} \quad v = 0.8115 \frac{m^3}{kg}$$

$$- T_2 = 35^\circ C \quad H_r = 50\% \quad T_{rocio} = 23^\circ C \quad h = 80.74 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 17.8 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Se considera la peor condición del aire exterior.

$$- \dot{Q}_{proceso} = 210000 \frac{KJ}{h} \quad \text{Se afecta por un coeficiente de seguridad a } 208000 \text{ KJ/h.}$$

$$- \dot{m}_{agua.proceso} = 38000 \frac{g_{agua}}{h}$$

$$- \dot{m}_2 = 8750 \frac{m^3}{h} = \frac{8750 \frac{m^3}{h}}{0.8115 \frac{m^3}{kg}} = 10782.5 \frac{kg}{h}$$

- Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{aire} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{aire}} = 25.43 \frac{KJ}{kg} - \frac{210000 \frac{KJ}{h}}{10782.5 \frac{kg}{h}} = 5.95 \frac{KJ}{kg}$$

$$\dot{m}_{agua} = \dot{m}_{aire} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{agua}}{\dot{m}_{aire}} = 5.69 \frac{g_{agua}}{kg} - \frac{38000 \frac{g_{agua}}{h}}{10782.5 \frac{kg}{h}} = 2.16 \frac{g_{agua}}{kg}$$

$$- T_5 = 0.55^\circ C \quad H_r = 54.9\% \quad T_{rocio} = -6.6^\circ C \quad h = 5.95 \frac{KJ}{kg} \quad \omega = 2.16 \frac{g_{agua}}{kg}$$

Podemos observar nuevamente que la temperatura de rocío del punto 5, está por debajo de los 0°C , por lo que se presentará el problema ya comentado de congelado del agua condensado en los serpentines del intercambiador.

Se realiza nuevamente el cálculo con un caudal de ingreso del doble del necesario.

Hipótesis

$$- \dot{m}_2 = 17500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \frac{17500 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.8115 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}} = 21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- Demás condiciones iguales al punto anterior

- Punto 5

$$\dot{Q}_{5-1} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (h_1 - h_5)$$

$$h_5 = h_1 - \frac{\dot{Q}_{5-1}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 25.43 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - \frac{210000 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 15.69 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}$$

$$\dot{m}_{\text{agua}} = \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\omega_1 - \omega_5)$$

$$\omega_5 = \omega_1 - \frac{\dot{m}_{\text{agua}}}{\dot{m}_{\text{aire}}} = 5.69 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}} - \frac{38000 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{h}}}{21565 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}} = 3.93 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{Kg}}$$

$$- T_5 = 5.8^{\circ}\text{C} \quad H_r = 68.7\% \quad T_{\text{rocío}} = 0.5^{\circ}\text{C} \quad h = 15.69 \frac{\text{KJ}}{\text{kg}} \quad \omega = 3.93 \frac{\text{g}_{\text{agua}}}{\text{kg}}$$

Resultados:

$$\dot{Q}_{3-4} = 1523520 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{4-5} = 115560 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{condensado}} = 300 \frac{\text{Kg}_{\text{agua}}}{\text{h}}$$

3.4 Conclusión

Volcamos los resultados en la siguiente tabla comparativa:

	CON EVAPORADOR		SIN EVAPORADOR	
	CON RECIRCULADO	SIN RECIRCULADO	CON RECIRCULADO	SIN RECIRCULADO
$\dot{Q}_{ENFRIAMIENTO}$	$900.000 \frac{KJ}{h}$	$1511200 \frac{KJ}{h}$	$922320 \frac{KJ}{h}$	$1523520 \frac{KJ}{h}$
$\dot{Q}_{CALENTAMIENTO}$	$211000 \frac{KJ}{h}$	$164000 \frac{KJ}{h}$	$115560 \frac{KJ}{h}$	$115560 \frac{KJ}{h}$
\dot{Q}_{TOTAL}	$1111000 \frac{KJ}{h}$	$1675200 \frac{KJ}{h}$	$1037880 \frac{KJ}{h}$	$1639080 \frac{KJ}{h}$
$\dot{m}_{CONDENSADO}$	$164 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$298 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$167 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$	$300 \frac{Kg_{AGUA}}{h}$

Vemos entonces, que para las condiciones planteadas como hipótesis, el menor consumo de potencia para deshumidificar y luego calentar el aire, es sin el evaporador y con recirculado.

3.5 Selección de filtros

Al igual que en la sala de Trozado, se utilizan para el retorno del aire desde la sala al equipo acondicionador, filtros metálicos lavables de la firma CASIBA.

Modelo	Clasificación según normas			
	DIN 24185/2	DIN EN 779	INDICE MERV	ASHRAE 52.1-92
AV-2	EU2	G2	3	65% < Am < 80%
AV-3	EU3	G3	4	80% < Am < 90%

Am: Arrestancia promedio en % según ensayo en peso con polvo sintético.

▪ Cuadro de medidas estándar, caudales y pérdidas de carga inicial

Modelo	Dimensiones (mm)			Caudal (m ³ /h)			Pérdida de carga (Pa)			Peso (kg)
	Ancho	Largo	Espesor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	
AV-2	302	394	48	828	954	1008	21	27	30	1,07
	495	495		1890	2003	2117				2,23
	495	595		2070	2385	2520				2,68
	595	595		2566	2957	3124				3,08
AV-3	495	495	54	1890	2003	2117	23	30	33	4,14
	495	595		2070	2385	2520				4,90
	595	595		2566	2957	3124				5,75

Se puede observar que con 3 filtros de estos se podrían cubrir los 8750 m³/h necesarios, pero por una cuestión de facilidad para la construcción de los ductos, se opta por colocar 4 de estos filtros en paralelo, como se indica la el plano E – E – S – 02.

Para la aspiración del aire exterior se determina utilizar filtros lavables metálicos, seguidos de filtros absolutos o HEPA. Los primeros están en carácter de pre-filtros, para extender la vida útil de los segundos.

Los filtros metálicos lavables son idénticos a los seleccionados en párrafos anteriores, y los filtros HEPA son de pliegue profundo, también de la firma CASIBA.

▪ Eficiencias

Según Norma EN 1882	H 11	H 13
Según Norma DIN 24183	EU11	EU13
	95% < Aa < 99,97%	99,99% < Aa < 99,995%

Aa: Eficiencia para partículas de 0,3 micrones, según ensayo de aerosoles DOP bajo norma Mil. STD 282.

▪ Cuadro de medidas estándar, caudales y pérdidas de carga inicial

Eficiencia EN 1822	Modelo	Dimensiones (mm)			Caudal (m3/h)			Pérdida de carga (Pa)			Peso (Kg)
		Ancho	Largo	Espesor	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	
H11	H11-12126	305	305	150	365	560	730	165	254	343	3,6
	H11-24126	610	305		781	1189	1545				5,3
	H11-24246	610	610		1698	2598	3396				10,4
	H11-242412	610	610	292	2335	3396	4347				18,1
H13	H13-12126	305	305	150	153	229	314				3,6
	H13-24126	610	305		323	492	662				5,4
	H13-24246	610	610		696	1070	1443				10,5

Al igual que los pre-filtros, se colocan 4 en paralelo para obtener un caudal de 8750 m³/h y facilitar la construcción de los ductos posteriores.

3.6 Selección de baterías aletadas

Para el enfriamiento, deshumidificación, y posterior calentamiento del aire que ingresará a la sala, se optaron por baterías aletadas, de la misma manera que para la sala de Trozado.

La selección se realiza a partir del calor transferido (calculado en el apartado 3.3.1), el caudal de aire, el fluido refrigerante utilizado y la temperatura de este último.

Se seleccionan baterías aletadas de la marca ARGENFRÍO. Las principales características de estos intercambiadores son:

- Tubos de aluminio sin costura de Ø 3/4" y 1,5mm de espesor de pared.
- Aletas de aluminio separadas a 8mm.
- Dimensiones:
 - Largo: 1.700 mm útil, 2.100 mm total.
 - Alto: 1058 mm útil, 1.300 mm total.
 - Ancho: 1.360 mm útil, 1.600 mm total.
- Caída de presión: 27 mmca

3.7 Bandeja y cañería de condensado

La bandeja de recolección del condensado, que se genera por el paso del aire a través de las baterías aletadas, se realiza de chapa galvanizada de 1,5mm de espesor. Tiene una base de 2100mm x 1600mm, coincidente con las dimensiones totales de las baterías; y una pendiente de aproximadamente 5° para asegurar el escurrimiento del agua.

El caño para la evacuación del agua se ubica en uno de los costados de la bandeja. Tiene un diámetro de 63mm para evitar que se obstruya el paso del agua, ya sea por suciedad o posibles escarchas desprendidas del equipo acondicionador.

3.8 Cálculo de conductos de aire

Los ductos que conducen el aire se calcularán por el método de la caída de presión constante.

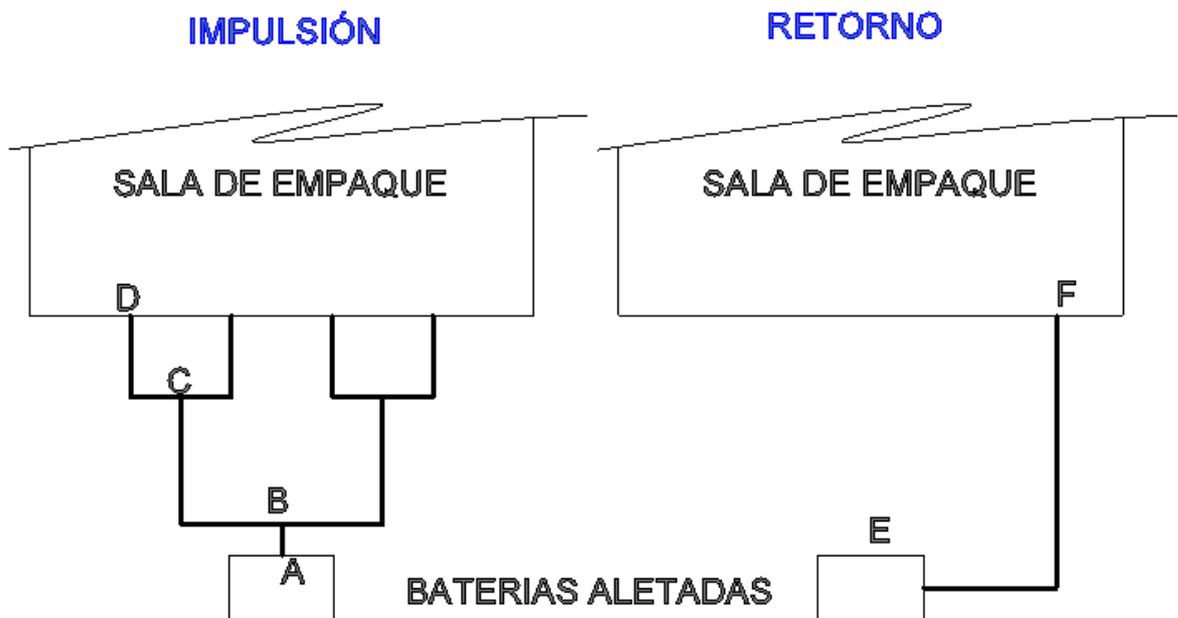


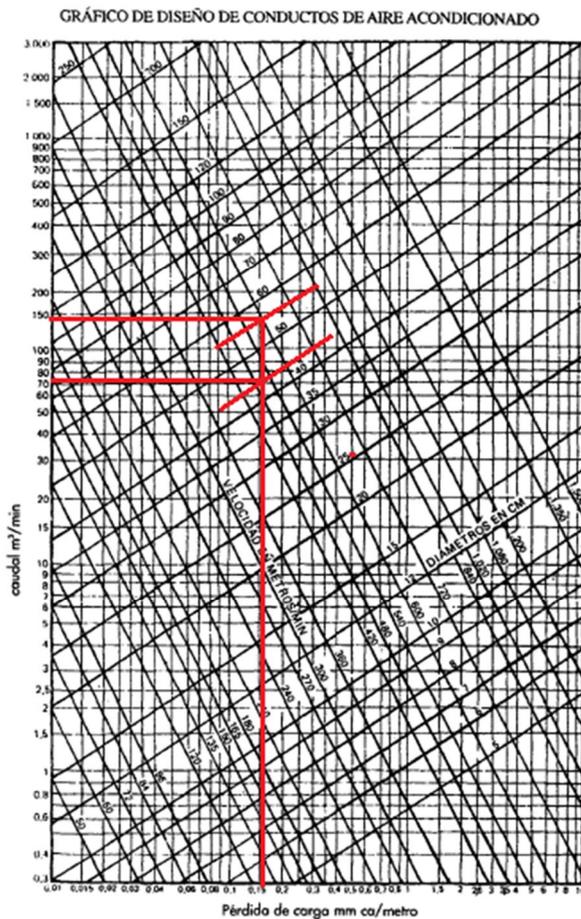
Fig. 3.2 Ductos sala de Empaque

Observando el esquema anterior, el tramo AB es el principal de impulsión y se deberían realizar los cálculos a partir de este, pero es un tramo muy corto y se decidió despreciarlo en el análisis. Se decide partir desde el tramo BC, donde se tiene un caudal de $8750\text{m}^3/\text{h}$ y establecemos una velocidad de 10m/s , de acuerdo a la aplicación y teniendo en cuenta las velocidades máximas permitidas para niveles sonoros compatibles con el funcionamiento del sistema.

En el retorno, tenemos un único tramo, el EF, con un caudal de $8750\text{m}^3/\text{h}$ y una velocidad de 7m/s .

Con estos dos datos ingresamos en la Fig. 3.3, y obtenemos la pérdida de carga y el diámetro de los conductos.

IMPULSIÓN



RETORNO

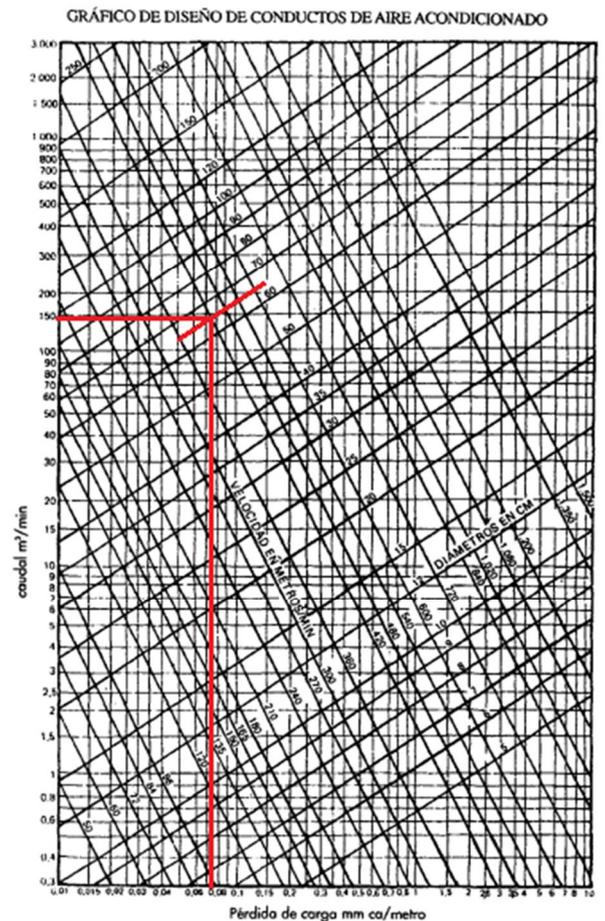


Fig. 3.3 Pérdida de carga vs. Caudal de aire y Sección de conductos

Obtenemos:

IMPULSIÓN

Pérdida de carga: 0.16 mmca/m

Diámetro del tramo BC: 55cm

RETORNO

Pérdida de carga: 0.075 mmca/m

Diámetro del tramo EF: 65cm

Ahora, como el cálculo es por el método de caída de presión constante, sobre la recta vertical de pérdida de carga $R = 0.16 \text{ mmca/m}$, ubicamos el valor del caudal del tramo CD ($4375 \text{ m}^3/\text{h}$) para la impulsión (el resto de los tramos no los representamos ya que el cálculo es simétrico).

De esta forma, obtenemos el diámetro del ducto del tramo CD, el cual es 45 cm.

El procedimiento anterior nos permitió calcular los conductos de sección circular, pero en nuestro caso dispondremos de secciones cuadradas, por lo tanto debemos hallar las dimensiones del conducto cuadrado equivalente al diámetro calculado. Dicha conversión la realizamos con la Fig. 3.4.

ÁBACO PARA CONVERSIÓN DE CONDUCTOS CIRCULARES EN CUADRADOS O RECTANGULARES

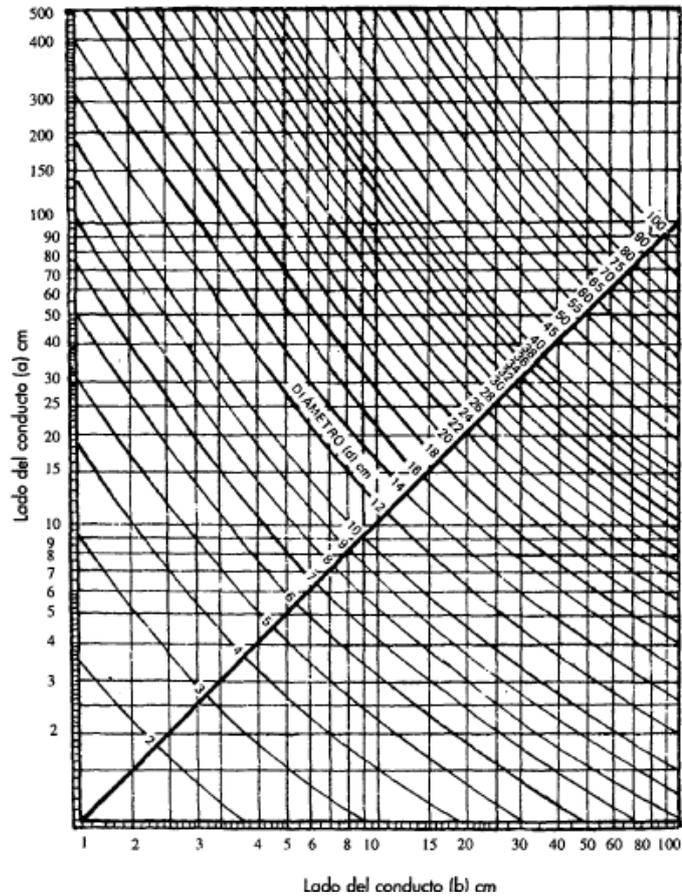


Fig. 3.4 Conversión para conductos circulares y cuadrados

Los resultados de las dimensiones de los ductos se vuelcan en la siguiente tabla:

Tramos	Caudal a Transportar (m ³ /min)	Diámetro (cm)	Dimensión cuadrada (cm)
BC	146	55	50 x 50
CD	73	45	40 x 40
EF	146	65	60 x 60

3.9 Aislación

Se deben aislar térmicamente los distintos tramos del conducto de aire que conforman el sistema de acondicionamiento. El espesor del aislante térmico de los ductos se determina a partir del cálculo de la transferencia de calor que se genera a través de estos, a raíz de la diferencia de temperaturas existente entre el aire externo e interno.

Al igual que en los ductos de la sala de Trozado, se opta por la espuma elastomérica por ser muy simple su montaje, ocupar un espacio reducido de la instalación y aportar una menor carga por peso propio a los conductos.

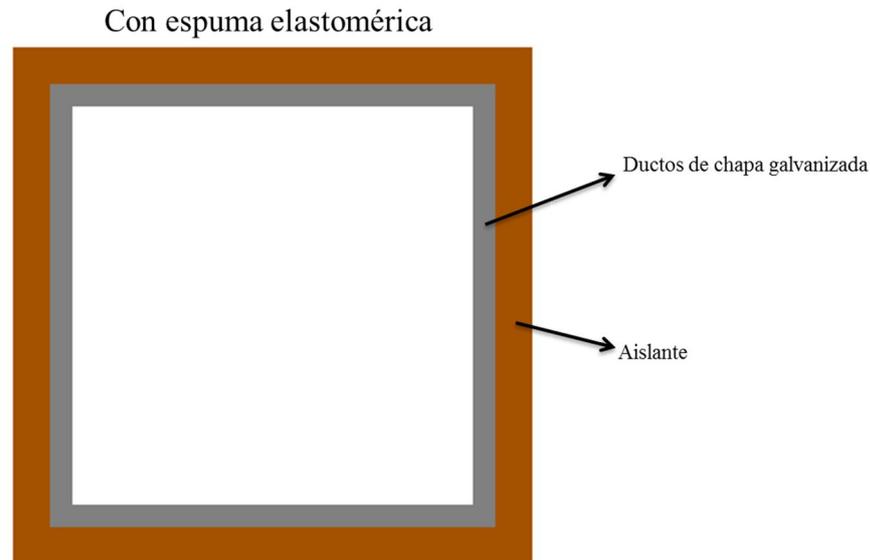


Fig. 3.5 Aislación con espuma elastomérica

A partir del catálogo de espumas elastoméricas ARMAFLEX, de la firma ARMACELL, seleccionamos el espesor comercial que sigue al obtenido como mínimo.

Espesor		Planchas (2x0.50m) m2/caja	Rollos (1m de ancho) m2/rollo
En mm	En pulgadas		
6	¼"	26 m2	30 m2
9	3/8"	18 m2	15 m2
13	½"	13 m2	10 m2
16	5/8"	11 m2	10 m2
19	¾"	9 m2	8 m2
25	1"	7 m2	6 m2
32	13/16"	5 m2	4 m2

3.10 Selección de ventilador

Para la selección del ventilador es necesario determinar cuál es la caída total de presión. Para ello utilizamos la fórmula:

$$H = \Sigma(l + l_{eq}) \cdot R + \Sigma Z \quad (\text{mmca})$$

Donde:

R : Pérdida de presión por metro que se establece como constante en la figura 3.3.

Σl : Sumatoria de las longitudes de los tramos del circuito cerrado más largo (m)

Σl_{eq} : Sumatoria de las longitudes equivalentes de las resistencias individuales del circuito cerrado de conductos más largo (m).

4. Remaches y ménsulas

Se hace una verificación del diámetro y separación de los remaches, como así también de los perfiles ángulo, que se utilizan en la fijación de los ductos. Estos cálculos se realizan de acuerdo al criterio adoptado por Héctor Cosme en el libro “Elementos de máquinas. Métodos modernos de cálculo y diseño”.

Observando el sistema completo de ductos, tanto de la sala de Trozado como la de Empaque, se puede apreciar que el tramo más crítico es el de impulsión en la sala de Trozado. Se analizará este tramo y luego se adoptan las mismas dimensiones para el resto.

Siendo:

P: peso total de la estructura

t: paso entre remaches

Pm: peso por ménsula

d: diámetro remaches

Pr: peso por remache

s: espesor placas o ménsulas

n: número de remaches

M_f: momento flector máximo

S_x: módulo resistente elástico

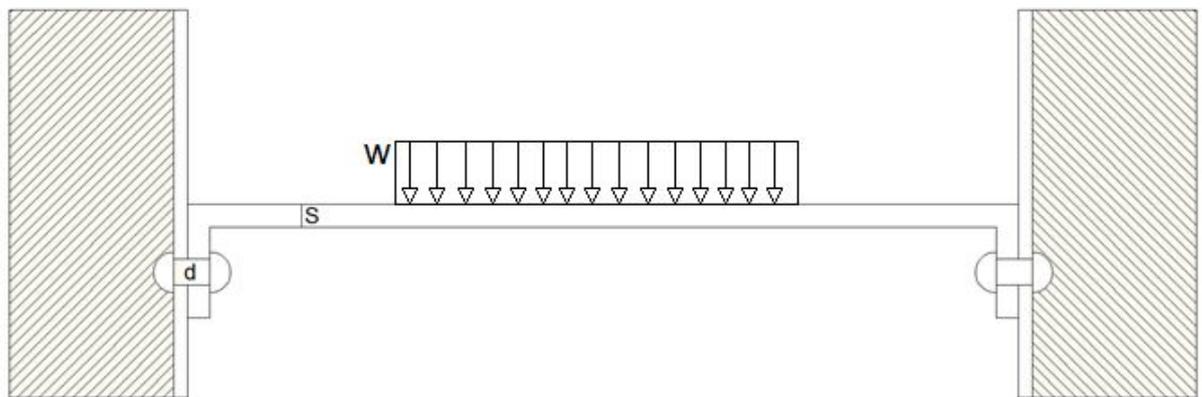


Fig. 4.1 Esquema de carga para ductos de Impulsión en sala de Trozado

Para este caso tenemos un doble empotramiento con una carga distribuida. La verificación que se realiza es al corte sobre los remaches y a la flexión sobre los perfiles ángulo.

Disposición de los apoyos y distribución de las cargas	Momento Flector	Flecha máxima
<p>El diagrama muestra un ducto empotrado en ambos extremos (A y B) con una carga distribuida 'w'. La longitud total es 'l'. La flecha máxima 'Δ' ocurre en el centro (C). La distancia desde el centro hasta los extremos es 'l/2'. La distancia desde el extremo A hasta un punto 'x' es 'x'. La altura del ducto es 'y'.</p>	$M_x = \frac{w}{2} \left(l x - \frac{l^2}{6} - x^2 \right)$ $M_A = M_B = -\frac{w l^2}{12}$ $M_C = \frac{w l^2}{24}$	$\Delta = \frac{w l^4}{384 E' J}$

El peso total del sistema de impulsión (considerando ductos y aislación) es de 350kg. Se dispondrán de 7 pares de ménsulas para la fijación de la estructura, pero para el cálculo de las mismas se supondrá que: cada par resiste toda la carga, cada ménsula está doblemente empotrada, la carga se distribuye por todo el perfil.

Los ángulos preseleccionados son de 1x1x3/16, de acero AISI 1020; mientras que los remaches son de acero inoxidable AISI 304 y su diámetro se establece al finalizar los cálculos.

- Verificación de los perfiles ángulo

$$\sigma_{adm} \geq \frac{M_f}{W_x}$$

$$\sigma_{adm} \geq \frac{\frac{w}{2} \cdot \left(l \cdot x - \frac{l^2}{6} - x^2 \right)}{S_x}$$

$$\begin{aligned} \text{Con} \quad \sigma_{adm} &= 1500 \text{ kg} / \text{cm}^2 & w &= \frac{175 \text{ kg}}{100 \text{ cm}} = 1.75 \text{ kg} / \text{cm} & l &= 100 \text{ cm} \\ x &= 50 \text{ cm} & S_x &= 0.68 \text{ cm}^3 \text{ (para perfil ángulo de 1x1x3/16)} \end{aligned}$$

$$1500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq \frac{\frac{1.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}}{2} \cdot \left[100 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} - \frac{(100 \text{ cm})^2}{6} - (50 \text{ cm})^2 \right]}{0.68 \text{ cm}^3}$$

$$1500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \geq 1072.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \Rightarrow \quad \text{Verifican las dimensiones del perfil seleccionado}$$

- Verificación de remaches al corte

$$P_r \leq \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \tau_{adm}$$

$$\text{Con} \quad P_r = 87.5 \text{ kg}$$

$$\tau_{adm} = \frac{5000 \text{ kg} / \text{cm}^2}{2} = 2500 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$87.5kg \leq \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2500kg / cm^2$$

$$d \geq \sqrt{\frac{87.5kg \cdot 4}{\pi \cdot 2500kg / cm^2}} \Rightarrow d \geq 2.11 mm$$

Se deciden colocar remaches pop de 4.8 mm de diámetro por cuestiones de seguridad y por posibles vibraciones provenientes del ventilador centrífugo.

5. Sensores y controladores

5.1 Sensores de medición

En los puntos donde sólo se requiera censar temperatura, se utilizan sensores RTD tipo Pt100 de la marca ROTRONIC, modelo AC1900, con conexión de 3 hilos y 20 mm de vaina. Los mismos se seleccionaron en base a la aplicación y el rango de temperaturas admisibles, como así también por la precisión que brindan.

El transmisor para estos sensores será de la marca WIKA, el modelo T24.10, con conexión para 3 hilos y salida de 4...20mA. La caja del mismo se obtiene también de la marca WIKA, con el siguiente detalle:

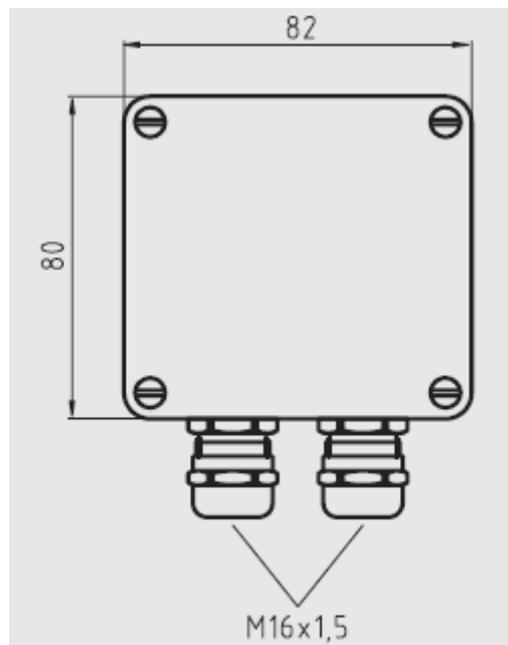


Fig. 5.1 Detalle de caja para transmisor

En donde se desee medir tanto temperatura como humedad relativa, se implementará un sensor XB OEM de la misma firma, el cual brinda dos salidas analógicas.

Specification	XB20	XB3
Power supply / Connections		
Circuit type	2-wire loop powered	3-wire
Supply voltage VDC	10...28 VDC, V min = 10 V + (0.02 x Load*) *Load resistance in ohms	XB31 15...40 VDC / 12...28 VAC XB32 15...40 VDC / 12...28 VAC XB33 5...40 VDC / 5...28 VAC XB34 10...40 VDC / 8...28 VAC XB35 15...40 VDC / 12...28 VAC
Output signal type	4...20 mA	XB31 0...20 mA XB32 4...20 mA XB33 0...1 V XB34 0...5 V XB35 0...10 V
Nominal current consumption	2 x 20 mA	< 50 mA
Electrical connections	Terminal block	
Polarity protection	Protective diode on V+	
Humidity measurement		
Sensor	Hygromer® IN-1	
Measurement range	0...100 %rh	
Measurement accuracy at 23 °C	±1.0 %rh	
Repeatability	0.3 %rh	
Long term stability	< 1 %rh / year	
Temperature measurement		
Sensor (Standard)	Pt100 RTD, IEC 751 1/3 class B	
Measuring range	-100...200 °C (see also environmental limits)	
Measurement accuracy at 23 °C	±0.2 °C	
Repeatability	0.05 °C	
Long term stability	< 0.1 °C / year	

Para prever el recambio del filtro HEPA se utilizan sensores de presión absoluta de la marca ROTRONIC, modelo BF220.

Technical Data	BF220	BF227	Technical Data	BF220	BF227
Device type	Process pressure transmitter		Absolute Pressure Measurement		
Parameters	Absolute pressure		Measurement principle	Piezo-resistive steel sensor	
Housing material	Stainless steel (1.4878)		Measurement range	0...10 bar	
Diaphragm	Stainless steel (1.4404)		Pressure resistance	15 bar	
IP protection	IP65	IP63	Medium	Air and non-aggressive gases	
Mounting position	90° to pressure pipe (max. 30° inclination)		Accuracy at 20°C ±2K (linearity, hysteresis, repeatability, deviation of start and end value of the measurement range)	±0.25 % FS max.	±0.25 % FS max.
Dimensions	137 x 41 x 27 mm	113 x 14 x 27 mm	TK zero	±0.03 %FS/K	
Weight	Approx. 220 g	Approx. 235 g	TK range	±0.03 %FS/K	
Pressure connection	G ½" male thread		Long-term stability	±0.2 % full scale / year	
Seal ring	Viton		Outputs		
Electrical connections	Hirschmann (DIN 43650)	7-pin	Analog	4...20 mA	4...20 mA
Power supply	15...30 VDC	10...28 VDC	Digital	–	RS-485
Range of application	-30...80 °C	-40...80 °C	Permissible load	<750 Ω	<900 Ω
Storage conditions	-30...80 °C	-40...80 °C			
CE / EMC compatibility	EMC Directive 2004/108/EC, EN 61326				

5.2 Controlador Lógico Programable

El Controlador Lógico Programable (PLC) se seleccionó de acuerdo al número de entradas y salidas analógicas y digitales necesarias para el adecuado control y regulación del sistema.

- Por cada sensor de temperatura se necesita una entrada analógica.
- Por cada medidor de temperatura y humedad relativa, dos entradas analógicas.
- Cada medidor de presión requiere de una entrada analógica.
- Se necesita una alarma que nos indique cuando la temperatura del aire, a la salida de las baterías aletadas destinadas a la deshumidificación, descienda de los 0°C.
- Se incluye además, una alarma para informar cuando la temperatura del aire a la salida del equipo acondicionador sea superior a los 8°C.
- Se activa una alarma cuando la diferencia de presión a la entrada y salida del filtro HEPA sea de 500Pa (50mmCA). Esto indica la necesidad de recambio del filtro.

Por cada sala se requerirá un total de 6 entradas analógicas y 3 salidas digitales; por lo que el PLC seleccionado tendrá que tener un mínimo de 12 entradas lógicas y 6 salidas digitales.

Se selecciona de la marca SIEMENS un PLC modelo SIMATIC S7-200 CPU 224, al cual se le pueden acoplar hasta 28 entradas analógicas.

SIMATIC S7-200

Módulos centrales

CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224 XP, CPU 226

Sinopsis CPU 224



- La CPU compacta de alto rendimiento
- Con 24 entradas/salidas a bordo
- Expandible con hasta un máx de 7 módulos de ampliación

Configuración del hardware	SIMATIC PG/PC, PC estándar	SIMATIC PG/PC, PC estándar
Programadoras (PGs)/PCs conectables		
Ampliación de la periferia		
• Entradas/salidas analógicas, máx.	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)	35; máx. 28 entradas y 7 salidas (EM) o máx. 0 entradas y 14 salidas (EM)
• Entradas/salidas digitales, máx.	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)	168; máx. 94 entradas y 74 salidas (CPU+EM)
• Entradas/salidas AS-Interface, máx.	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)	62; Esclavos A/B AS-Interface (CP 243-2)

Fig. 5.2 Detalles PLC CPU 224

Como la gran mayoría de los PLC tradicionales, este no posee el número de entradas analógicas que se necesitan, por lo que se adicionan 3 módulos EM 231 de la firma SIEMENS. Cada uno brinda 4 entradas analógicas. Con esto, se cubren las necesidades del sistema.

Módulo de entradas analógicas A) EM 231	6ES7 231-0HC22-0XA0
para CPU 222/224/224 XP/226; 4 entradas, 0-10 V, resolución 12 bits	

5.3 Actuadores

5.3.1 Línea de deshumidificación

Se regulará el caudal de amoníaco por medio de una válvula pilotada. La misma tiene por características principales, las siguientes:

- Marca: DANFOSS
- Modelos: PM 20 (para Trozado) y PM 25 (para Empaque)
- 1 piloto
- Conexión: 1”

Capacidades nominales

Línea de líquido bombeado

Unidades SI

La tabla de capacidad está basada en los valores nominales, Q_N [kW], Régimen de circulación = 4, $\Delta P = 0.2$ bar

R 717

Tipo	k_v m ³ /h	Temperatura de evaporación T_e							
		-50°C	-40°C	-30°C	-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C
PM 5	1.6	58	57	55	53	51	50	48	46
PM 10	3	109	106	103	100	96	93	89	85
PM 15	4	146	142	137	133	129	124	119	114
PM 20	7	255	248	241	233	225	217	208	199
PM 25	11.5	420	407	395	383	370	356	342	328
PM 32	17.2	628	609	591	572	553	533	512	490
PM 40	30	1095	1063	1031	998	964	929	893	855

5.3.2 Línea de calentamiento

Al igual que la línea de deshumidificación, e regulará el caudal de amoníaco por medio de una válvula pilotada. La misma tiene por características principales, las siguientes:

- Marca: DANFOSS
- Modelo: PM 10 (para ambas salas)
- 1 piloto
- Conexión: 1 ¼ ”

Capacidades nominales

Línea de descarga**Unidades SI**

La tabla de capacidad está basada en los valores nominales, Q_N [kW],
 $T_{liq} = 30^\circ\text{C}$,
 $P_{des} = 12 \text{ bar}$,
 $\Delta P = 0.2 \text{ bar}$,
 $T_{des} = 80^\circ\text{C}$

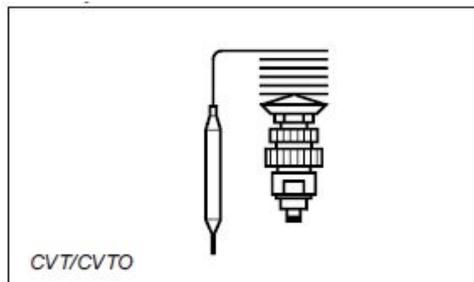
R 717

Tipo	k_v m ³ /h	Temperatura de evaporación T_e							
		-50°C	-40°C	-30°C	-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C
PM 5	1.6	17.5	17.8	18.0	18.3	18.5	18.7	18.8	18.9
PM 10	3	33	33	34	34	35	35	35	35
PM 15	4	44	44	45	46	46	47	47	47
PM 20	7	77	78	79	80	81	82	82	83
PM 25	11.5	126	128	130	131	133	134	135	136
PM 32	17.2	188	191	194	196	199	201	203	203
PM 40	30	328	333	338	343	347	350	353	354
PM 50	43	471	478	485	491	497	502	506	507

5.3.3 Válvulas piloto

Para el cierre y apertura de las válvulas principales de las líneas de deshumidificación seleccionadas en el inciso 5.3.1, se utilizarán válvulas piloto del tipo CVT, de la marca DANFOSS.

Para la apertura y cierre de las válvulas principales de las líneas de calentamiento, se utilizarán válvulas piloto del tipo CVTO, de la marca DANFOSS.



CVT/CVTO es una válvula piloto controlada por la temperatura de su bulbo sensor, independientemente de los cambios de presión en el sistema regulado por la válvula. CVT abre al aumentar la temperatura. CVTO cierra al aumentar la temperatura. Longitud del tubo capilar: 5 m (197 in.).

Datos técnicos, unidades SI

Tipo de válvula	MWP	Valor k_v	Temperatura del bulbo	Rango de temperatura	Código
<i>Abre al aumentar la temperatura</i>					
CVT	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	-40 - 0°C	027B1110
CVT	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	-10 - 25°C	027B1111
CVT	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	20 - 60°C	027B1112
CVT	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	80 - 140°C	027B1116
<i>Cierra al aumentar la temperatura</i>					
CVTO	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	-40 - 0°C	027B1117
CVTO	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	-10 - 25°C	027B1118
CVTO	22 bar g	0.20 m ³ /h	Max. 150°C	20 - 60°C	027B1119

6. Análisis de costos

El proyecto desarrollado no tiene una recuperación directa de la inversión, ya que no se contabilizan las pérdidas ocasionadas por esta problemática. La realización del mismo tiene como objetivo principal el cumplimiento de requisitos exigidos por SENASA.

Se realizó un cómputo y presupuesto de los materiales y el montaje del equipo.

	Modelo / Descripción	Medidas	Marca	Cantidad	Precio (US\$)
Filtros lavables	AV-2	595x595x48 (mm)	Casiba	6	808
Filtros absolutos	H11-24246	610x610x150 (mm)	Casiba	6	1620
Ventilador	ZD – 8727		Bimont	1	1840
	ZD – 8730		Bimont	1	2825
Bateria aletada	TFA	2100x1100x1500 (mm)	Argenfrio	1	21190
	TFA	2100x1300x1600 (mm)	Argenfrio	1	24650
Ductos	Marco de filtros	Plano T - E - S - 02	Novell	1	30
	Reducción	Plano T - E - S - 03	Novell	1	25
	Junta de lona	Plano T - E - S - 04	Novell	1	20
	Junta de lona	Plano T - E - S - 05	Novell	1	20
	Reducción	Plano T - E - S - 06	Novell	1	25
	Bandeja de condensado	Plano T - E - S - 07	Novell	1	35
	Marco de baterías	Plano T - E - S - 08	Novell	1	30
	Reducción	Plano T - E - S - 09	Novell	1	25
	Curva 90°	Plano T - I - S - 02	Novell	1	35
	Reducción	Plano T - I - S - 03	Novell	1	25
	Pantalón	Plano T - I - S - 04	Novell	1	35
	Desvío	Plano T - I - S - 05	Novell	2	70
	Reducción	Plano T - I - S - 06	Novell	2	50
	Pantalón	Plano T - I - S - 07	Novell	2	70
	Desvío	Plano T - I - S - 08	Novell	4	140
	Curva 90°	Plano T - I - S - 09	Novell	4	140
	Tramo recto	Plano T - I - S - 10	Novell	4	15
	Tramo recto	Plano T - R - S - 02	Novell	2	15
	Reducción	Plano T - R - S - 03	Novell	2	20
	Codo 90°	Plano T - R - S - 04	Novell	1	35
	Tramo recto	Plano T - R - S - 05	Novell	1	15
	Tee	Plano T - R - S - 06	Novell	1	35
	Reducción	Plano T - R - S - 07	Novell	1	20
	Tramo recto	Plano T - R - S - 08	Novell	1	20
	Curva 90°	Plano T - R - S - 09	Novell	3	105
	Tramo recto	Plano T - R - S - 10	Novell	2	70
	Tramo recto	Plano T - R - S - 11	Novell	1	35
	Tramo recto	Plano T - R - S - 12	Novell	1	40
	Junta de lona	Plano T - R - S - 13	Novell	1	25
	Reducción	Plano T - R - S - 14	Novell	1	20
	Marco de filtros	Plano E - E - S - 02	Novell	1	30
	Reducción	Plano E - E - S - 03	Novell	1	25
	Junta de lona	Plano E - E - S - 04	Novell	1	20
	Junta de lona	Plano E - E - S - 05	Novell	1	20
	Reducción	Plano E - E - S - 06	Novell	1	25
	Bandeja de condensado	Plano E - E - S - 07	Novell	1	35
	Marco de baterías	Plano E - E - S - 08	Novell	1	40
	Reducción	Plano E - E - S - 09	Novell	1	25
	Pantalón	Plano E - I - S - 02	Novell	1	35
	Desvío	Plano E - I - S - 03	Novell	2	70
	Reducción	Plano E - I - S - 04	Novell	2	70
	Pantalón	Plano E - I - S - 05	Novell	2	70
	Desvío	Plano E - I - S - 06	Novell	4	120
	Curva 90°	Plano E - I - S - 07	Novell	4	140
	Curva 45°	Plano E - I - S - 08	Novell	4	100
	Tramo recto	Plano E - R - S - 02	Novell	1	30
	Reducción	Plano E - R - S - 03	Novell	1	25
	Curva 90°	Plano E - R - S - 04	Novell	1	30
	Tramo recto	Plano E - R - S - 05	Novell	1	25
	Junta de lona	Plano E - R - S - 06	Novell	1	25
Reducción	Plano E - R - S - 07	Novell	1	25	
Soportes	Equipo			320 Kg	567
	Inyección			83 Kg	147
	Retorno			75 Kg	133
PLC	Simatic S7-200 CPU224		Siemens	1	1267
	Módulos EM 235		Siemens	3	2700
Sensores	RTD - AC1900	200 mm	Rotronic	4	960
	Presión - BF220		Rotronic	4	1492
	Temp. y humedad XB OEM		Rotronic	2	1060
Válvulas	PM 20	1"	Danfoss	1	1000
	PM 25	1"	Danfoss	1	1163
	PM 10	1 1/4"	Danfoss	2	1900
	CVT		Danfoss	2	992
	CVTO		Danfoss	2	992
TOTAL MATERIALES					69537

	IMPORTE (U\$S)	
Mano de Obra	23358	
Materiales	69537	
TOTAL	92895	\$ 1272661

Se analizó posteriormente el porcentaje del precio de venta por kilogramo que debe destinarse de los productos que representan los mayores ingresos (pollo entero, pata y muslo, fillet, CMS y alas) para amortizar dicha inversión en un período razonable, como pueden ser 6 meses o un año, para este tipo de instalación.

En la siguiente tabla se observan los de productos contemplados para este análisis y su producción.

Producto	Kg vendidos en 6 meses	Porcentaje del total de la producción	Precio en \$/Kg (al 13/06/2016)	Total \$
Pollo entero	12700800	70	20	254016000
Pata y muslo	2503872	13,8	22	55085184
Fillet	1360800	7,5	38	51710400
CMS	816480	4,5	10	8164800
Alas	598752	3,3	22	13172544
TOTAL	17980704			382148928

A continuación se puede apreciar el porcentaje que hay que destinar del precio de venta por kilogramo de cada producto, durante el período considerado.

Producto	\$ aportados para inversión	\$/Kg de producto	Porcentaje del precio por Kg
Pollo entero	890863	0,0666	0,333 %
Pata y muslo	181100	0,0733	
Fillet	98377	0,1266	
CMS	59051	0,0333	
Alas	43270	0,0733	
TOTAL	1272661		

Observamos que, considerando un período de 6 meses, se debe destinar un 0,333% del precio de venta por kilogramo para cubrir la inversión.

7. Glosario

- ARRESTANCIA: Es el porcentaje en peso que retiene el filtro del total del polvo que le es arrojado.
- HEPA: del inglés "High Efficiency Particle Arresting", o "recogedor de partículas de alta eficiencia". Son filtros que poseen la cualidad de filtrar partículas del orden de la décima del micrón, incluyendo las esporas de moho, el polvo, los ácaros del polvo, la caspa de mascotas y otros alérgenos irritantes del aire.
- ESPUMA ELASTOMÉRICA: Es un aislamiento térmico flexible, a base de caucho sintético, de estructura celular cerrada.
- SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- AISI: del inglés "American Iron and Steel Institute" (Instituto Americano del Hierro y el Acero).
- RTD: del inglés "Resistance temperature detector". Es un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.
- Pt 100: tipo de RTD. Contiene una resistencia de platino cuyo valor a 0°C es de 100 Ω .
- PLC: del inglés "Programmable Logic Controller". Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.
- CVT/CVTO: es una válvula piloto controlada por la temperatura de su bulbo sensor, independientemente de los cambios de presión en el sistema regulado por la válvula.
 - CVT abre al aumentar la temperatura.
 - CVTO cierra al aumentar la temperatura.

8. Bibliografía

- Héctor Cosme. “Elementos de máquinas. Métodos modernos de cálculo y diseño”.
- José Alarcón Creus. “Tratado práctico de refrigeración automática”. 12° edición.
- Díaz Dorado y otros. “Balance térmico y sistemas de aire acondicionado y calefacción”. Librería técnica CP67.
- Morán y Shapiro. “Fundamentos de termodinámica técnica”.
- G. Niemann. “Tratado teórico práctico de elementos de máquinas”. Primera edición.
- Rudolf Plank. “El empleo del frío en la industria de la alimentación”.
- Néstor Pedro Quadri. “Instalaciones de aire acondicionado y calefacción”. 8° edición.
- Ing. José Fernando Salazar Valdez. “Diseño de equipos de transferencia de calor”.
- <http://www.sc.edu.es/nmw migaj/CartaPsy.htm> (13/06/2016)
- <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2> (13/06/2016)
- Decreto 4238/68 de SENASA

Software utilizado

- CYTSoft Psychrometric Chart 2.2
- PsycPro
- Autocad 2014

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

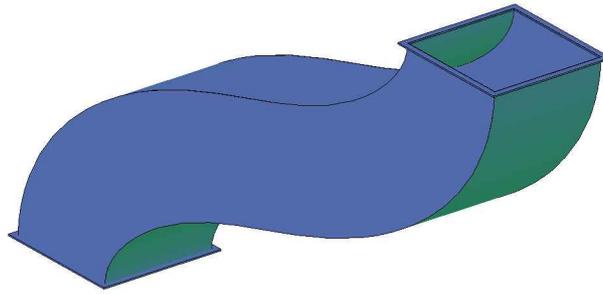
D

E

F

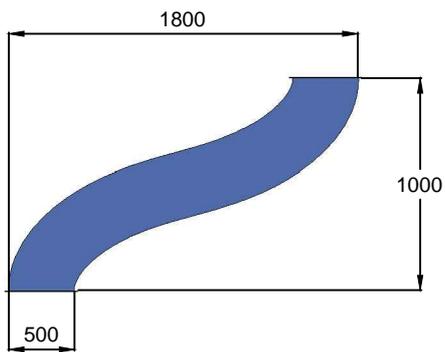
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - I - S - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

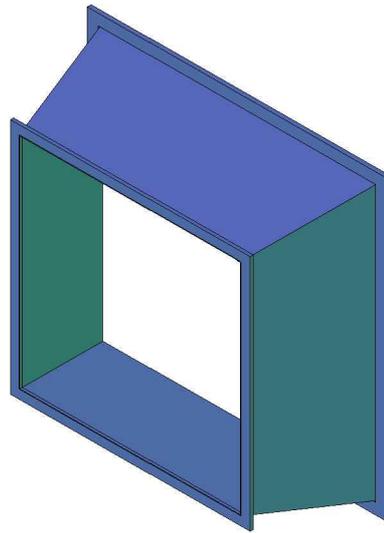
D

E

F

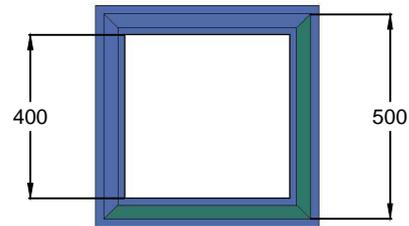
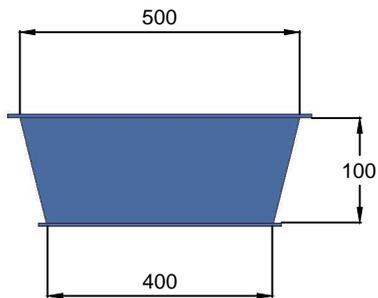
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - I - S - 04	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

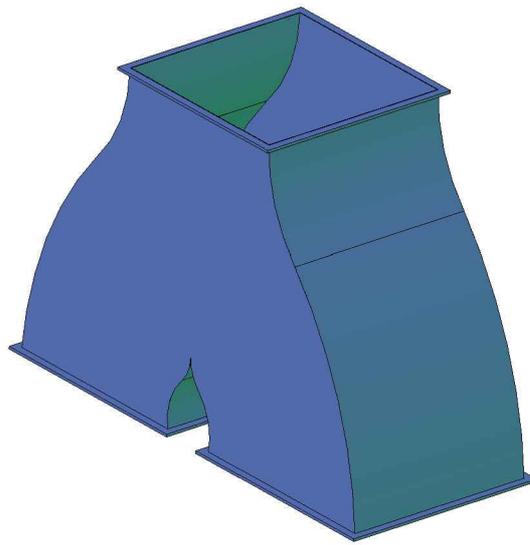
D

E

F

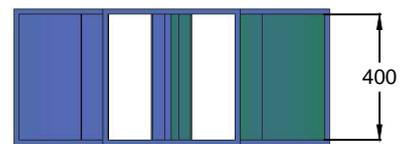
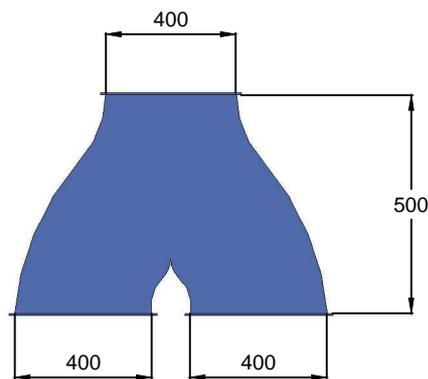
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - I - S - 05	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

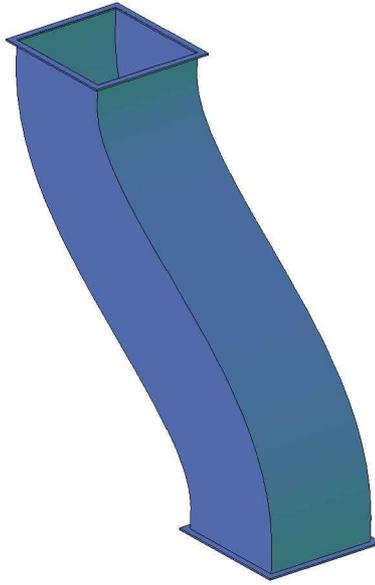
D

E

F

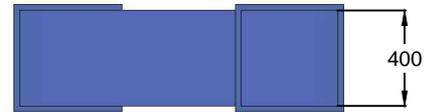
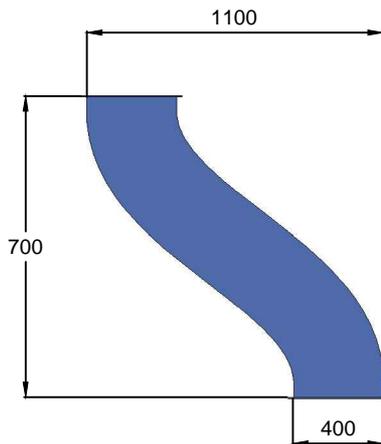
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - I - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

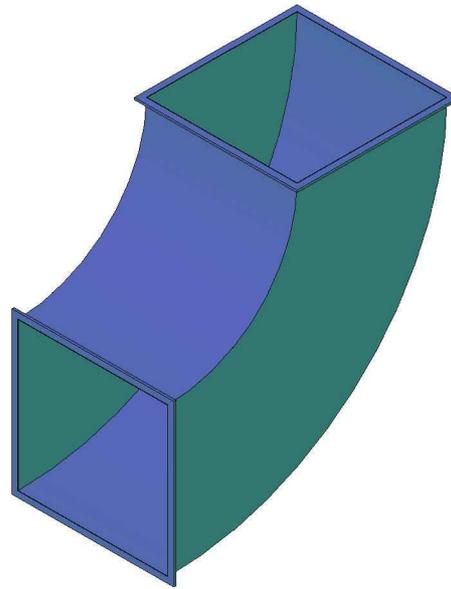
D

E

F

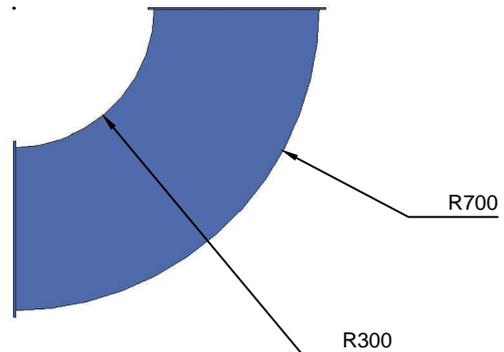
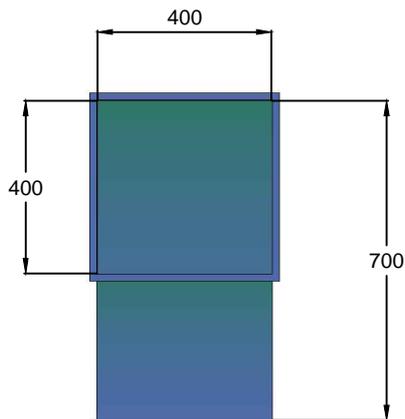
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - I - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

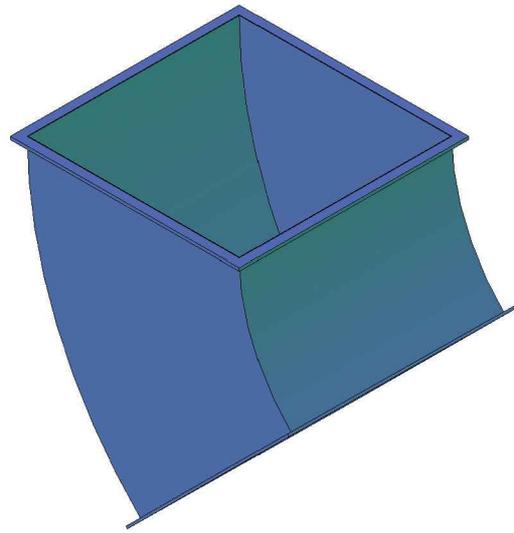
D

E

F

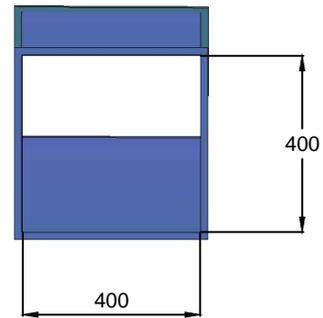
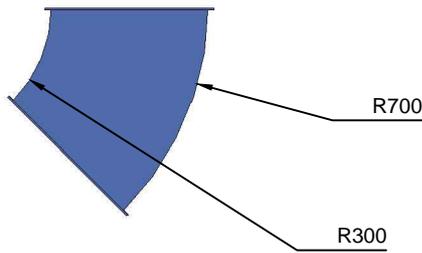
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

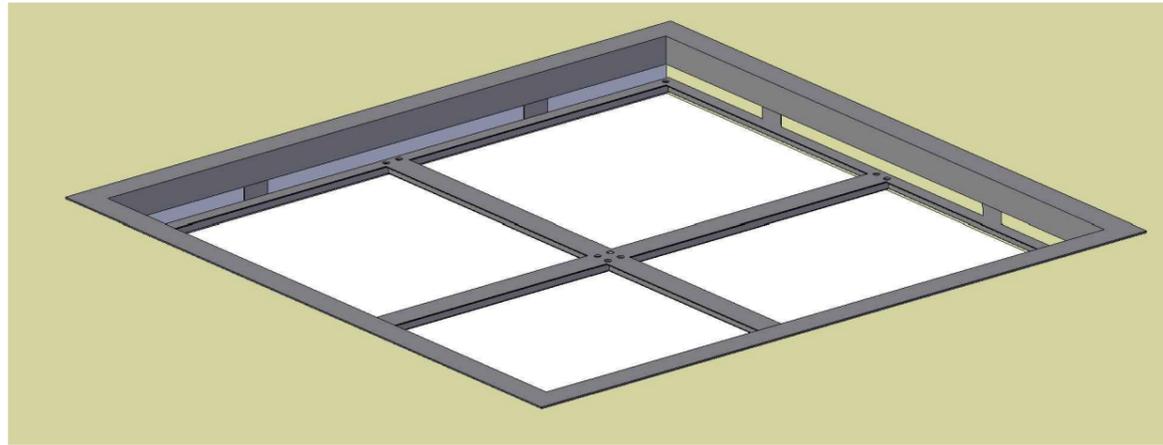


MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

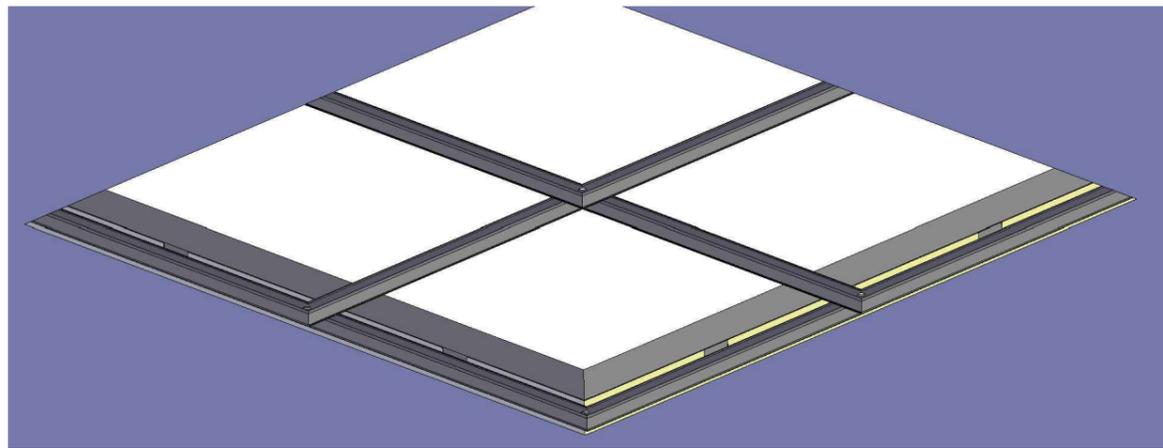
MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - I - S - 08	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

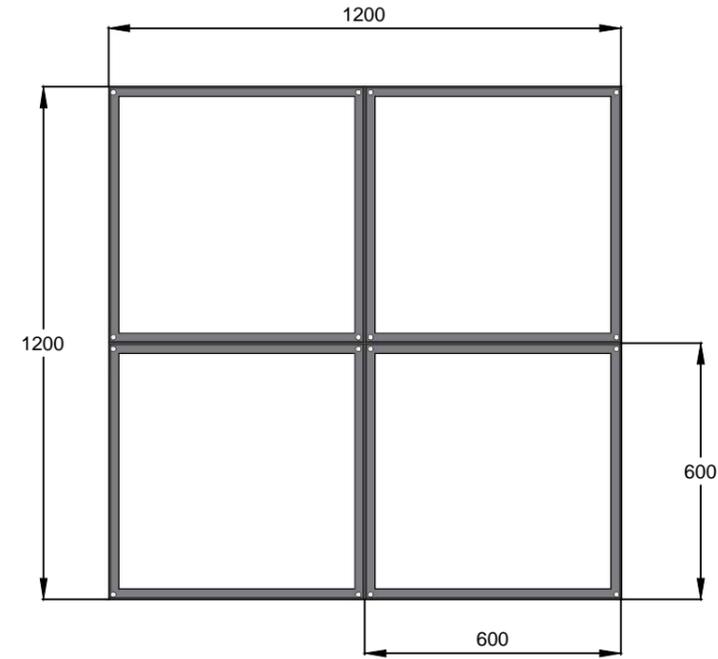
VISTA SOBRE EL PANEL DEL TECHO



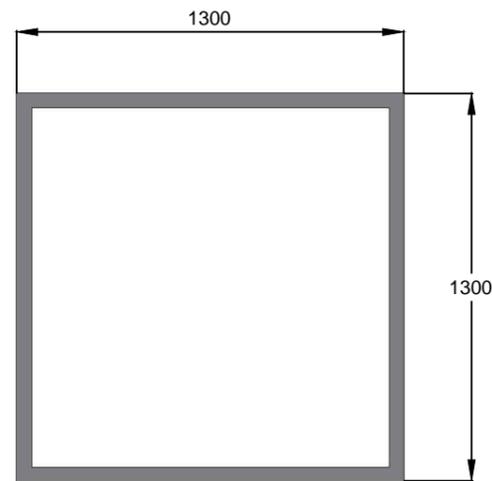
VISTA DESDE INTERIOR DE SALA DE EMPAQUE



MARCO INFERIOR

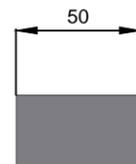


MARCO SUPERIOR

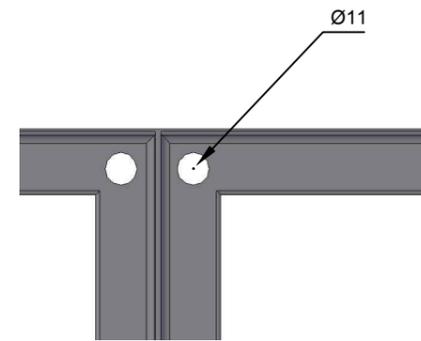


ÁNGULO 2" x 3/16"

PLANCHUELA DE UNIÓN



PLANCHUELA 1" x 3/16"
CANTIDAD 8



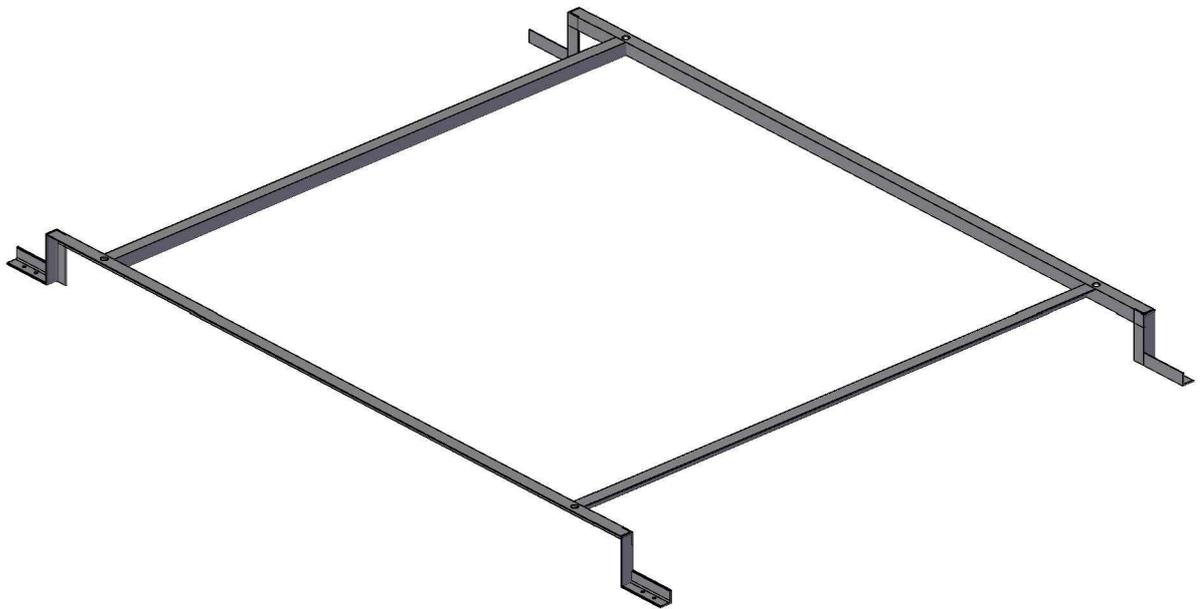
MATERIAL: AISI 304
MEDIDAS EN MM

	Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	Rev	30/05/16	BM		
	Apr		PJN		
PROYECTO:				1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:				E - R - M - 01	INGENIERIA ELECTROMECÁNICA

A

B

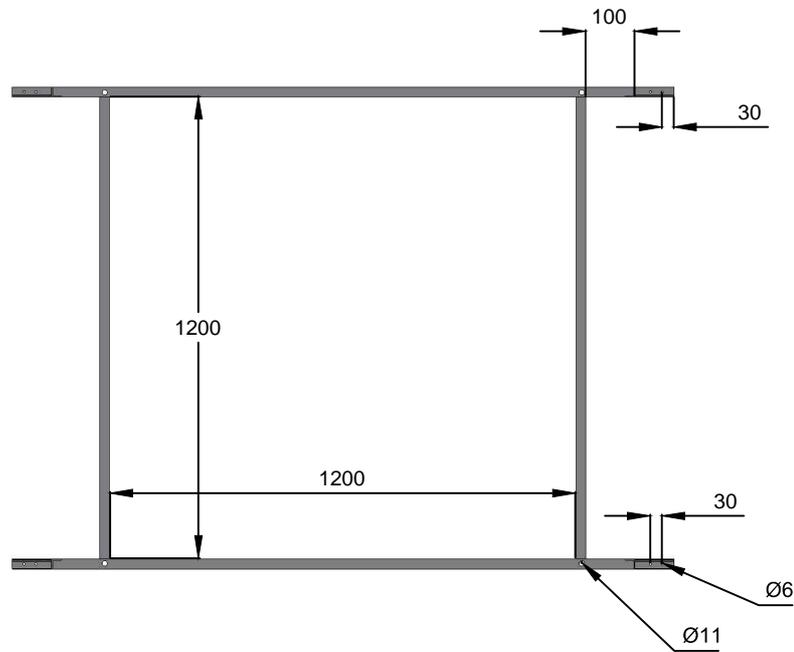
C



VISTA SUPERIOR

D

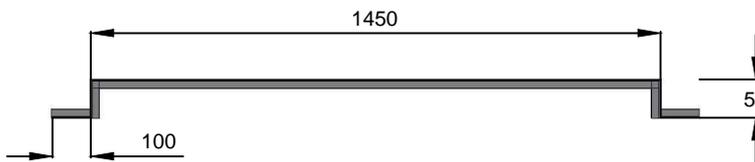
E



VISTA LATERAL

F

G



HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

MEDIDAS EN MM

H

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - R - M - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

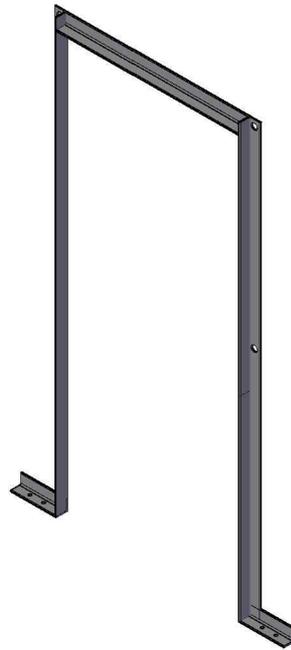
D

E

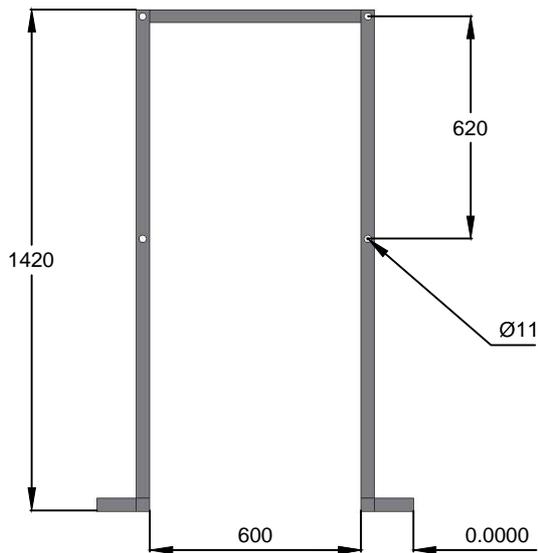
F

G

H



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

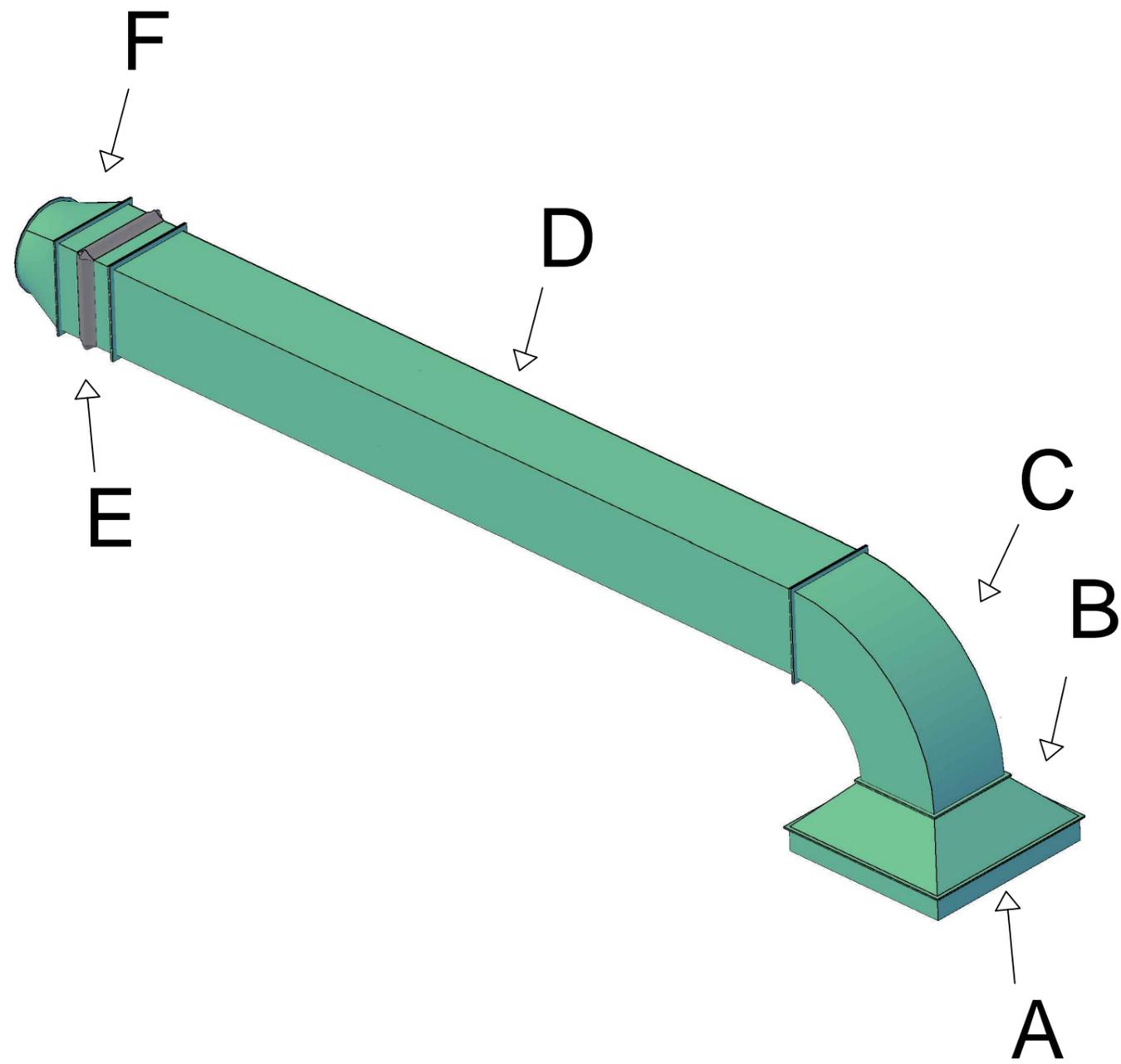


HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 2

MEDIDAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - R - M - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



REFERENCIAS

	Plano / Anexo
A - Tramo recto	E - R - S - 02
B - Reducción	E - R - S - 03
C - Codo 90°	E - R - S - 04
D - Tramo recto	E - R - S - 05
E - Junta de lona	E - R - S - 06
F - Reducción	E - R - S - 07

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM	Ing. De Carli, Anibal	
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL	
TITULO:	E - R - S - 01		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

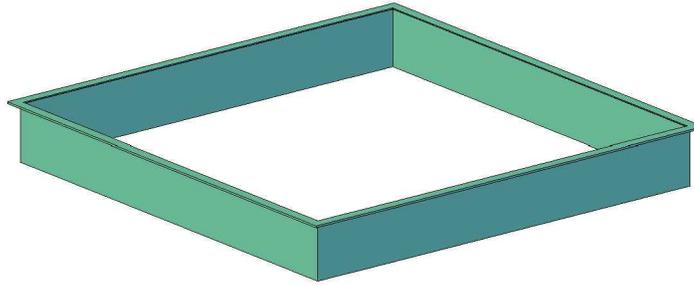
D

E

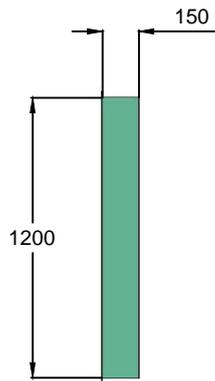
F

G

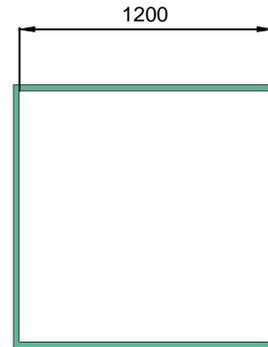
H



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - R - S - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

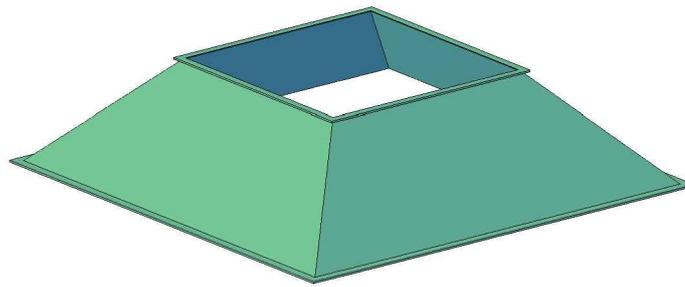
D

E

F

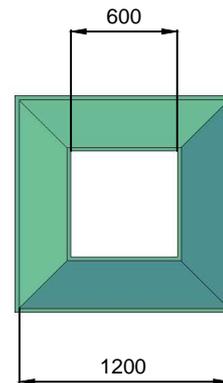
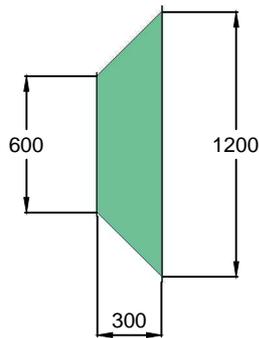
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN		
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - R - S - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

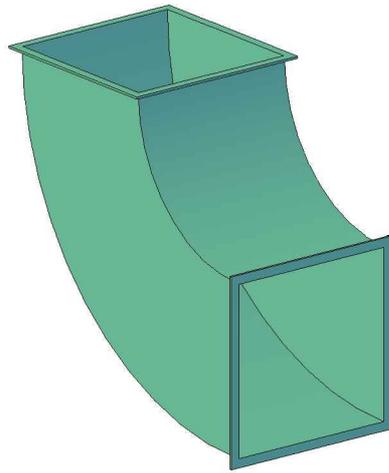
D

E

F

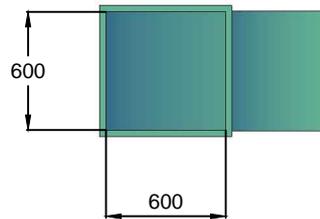
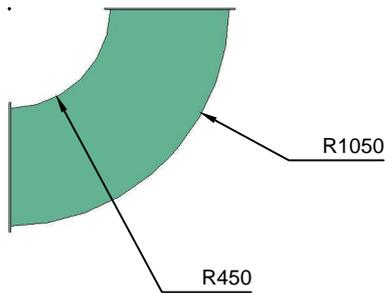
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	Dib	BM		
	Rev	PJN		
	Apr			
H	PROYECTO:			PROYECTO FINAL
	1510C			
H	TITULO:			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA
	E - R - S - 04			

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

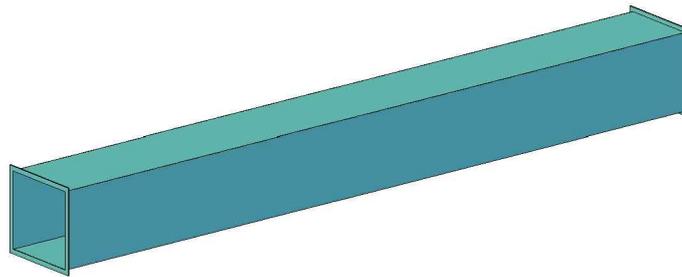
D

E

F

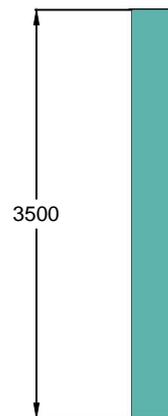
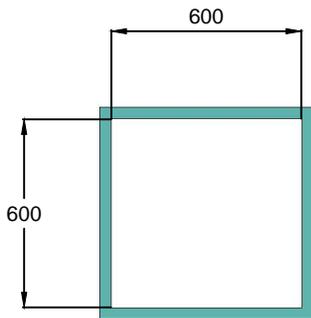
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			E - R - S - 05	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

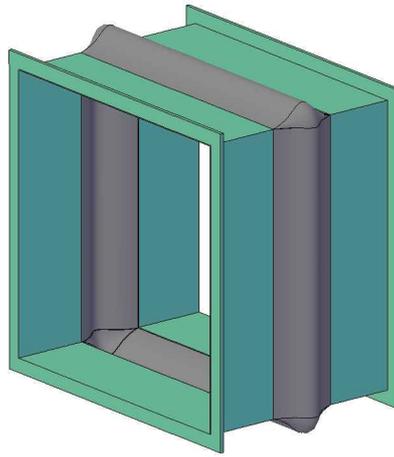
D

E

F

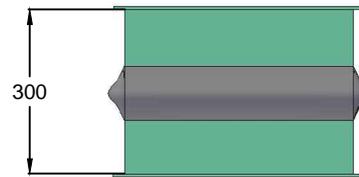
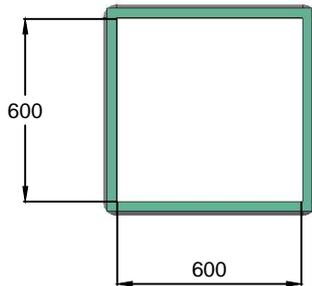
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM
 LONGITUD COMERCIAL
 MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - R - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

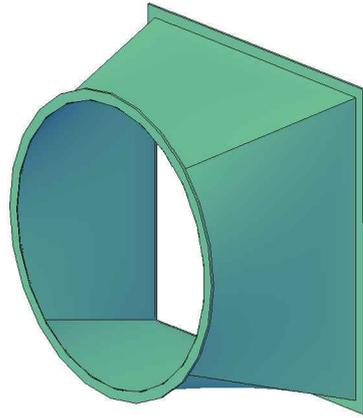
D

E

F

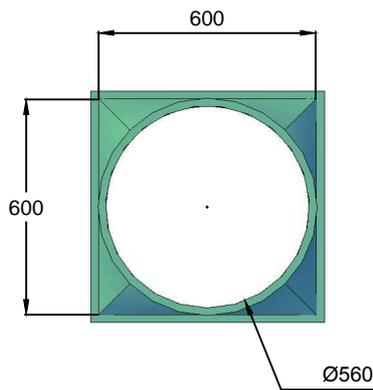
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

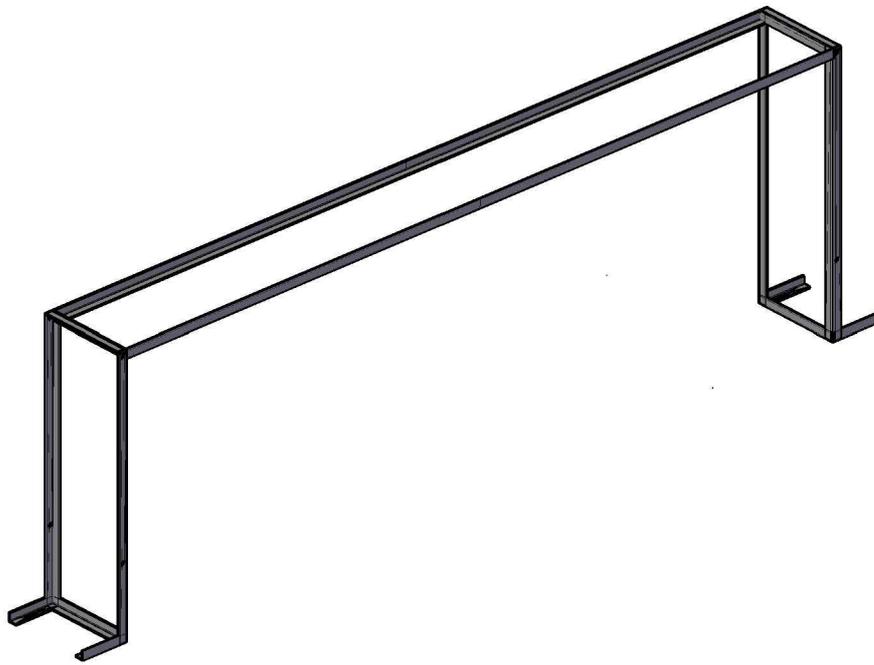
MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - R - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

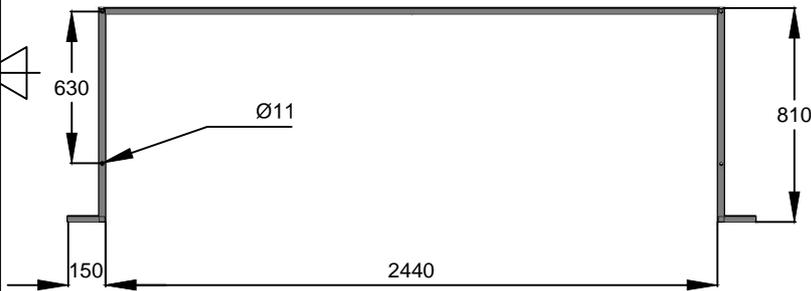
C



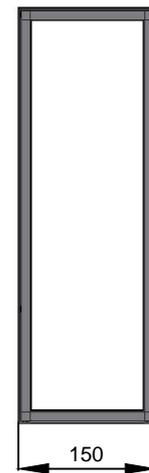
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

D



VISTA SUPERIOR



E

F



HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

MEDIDAS EN MM

G

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - E - M - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

H

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

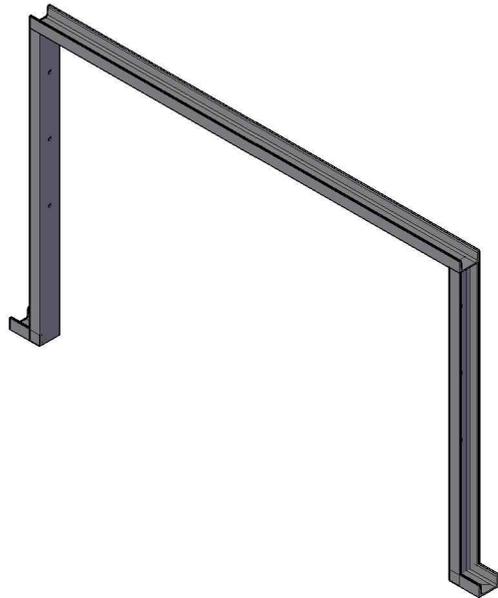
D

E

F

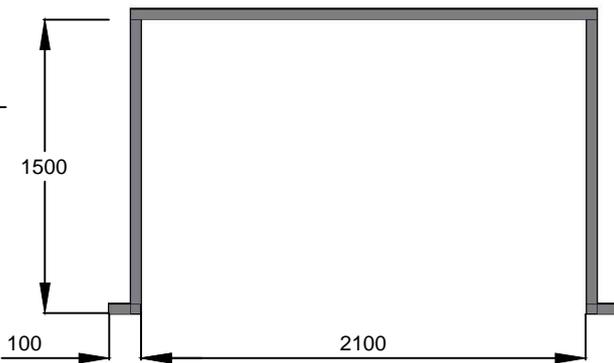
G

H

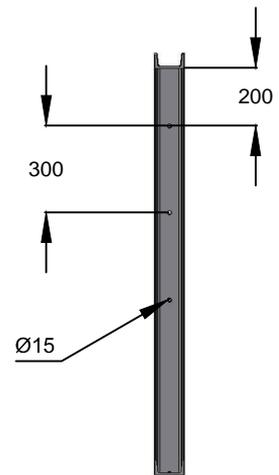


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



UPN 100

CANTIDAD 2

MEDIDAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal
Apr			
PROYECTO:		1510C	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
TITULO:		E - E - M - 02	PROYECTO FINAL
			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

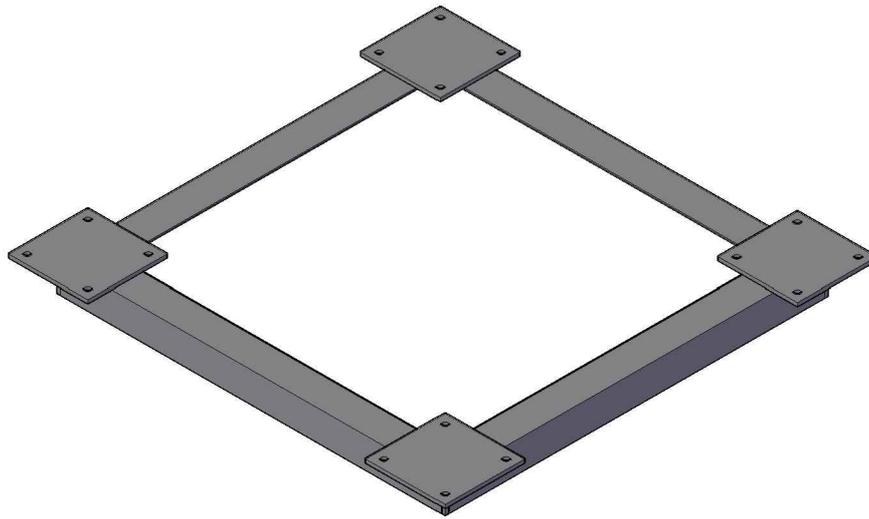
D

E

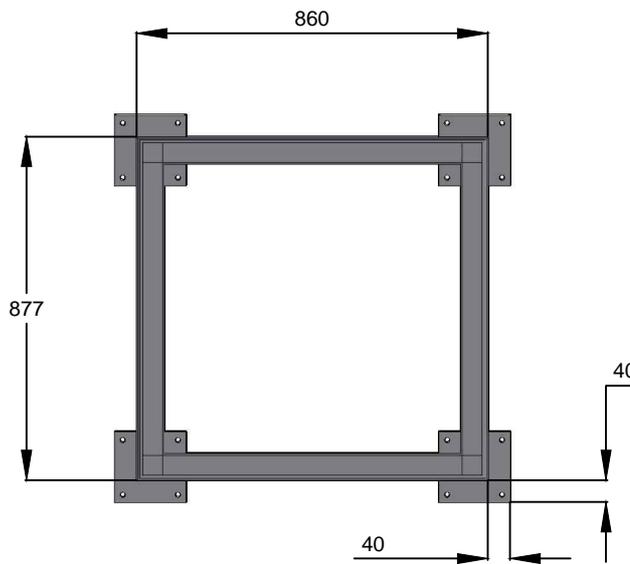
F

G

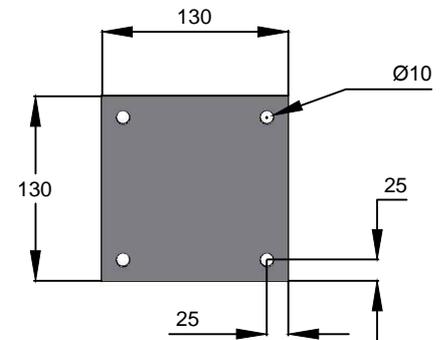
H



VISTA INFERIOR



VISTA LATERAL



CHAPA 1/4"
CANTIDAD 4

HIERRO ÁNGULO 2" x 1/4"

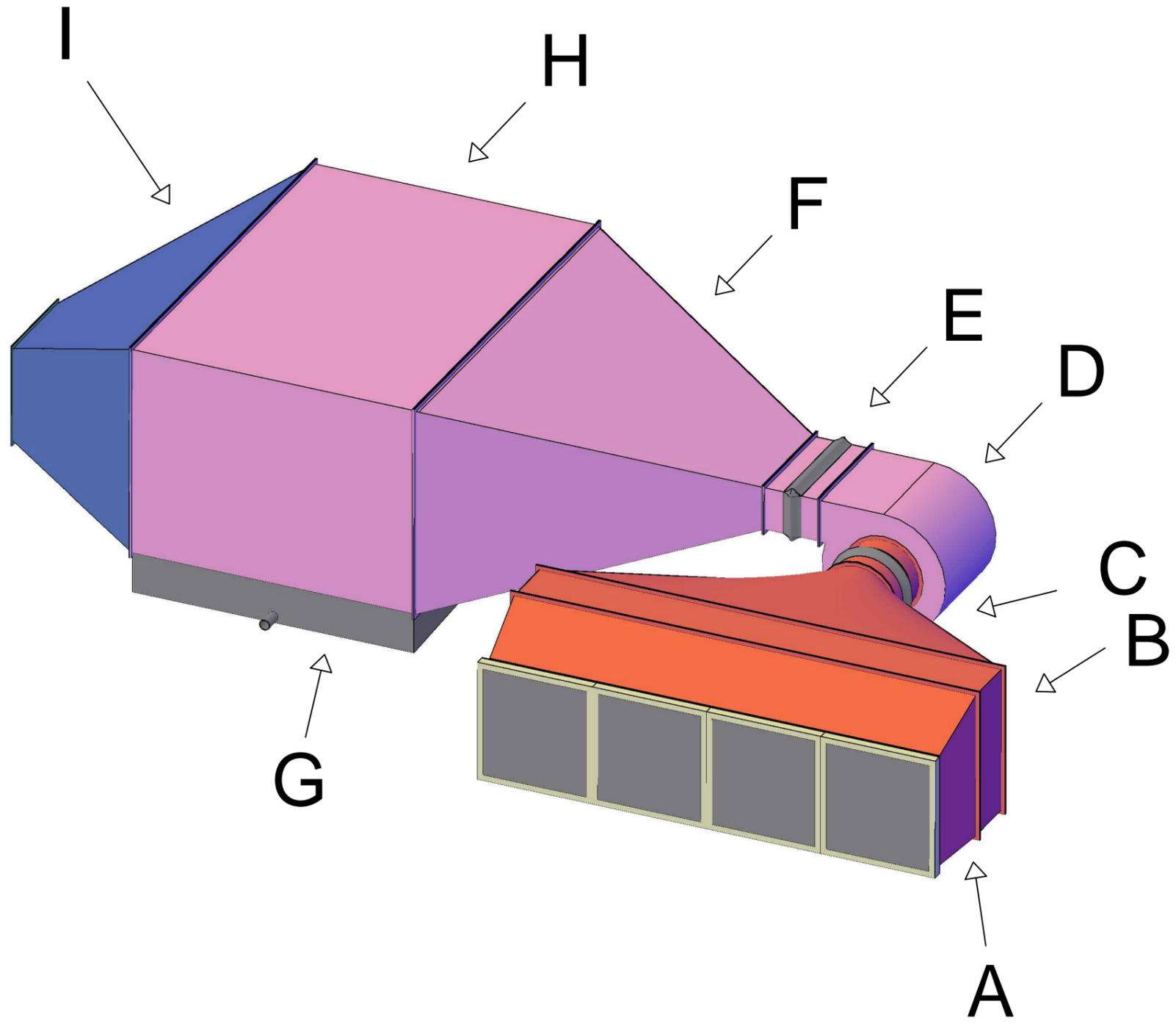
CANTIDAD 1

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			E - E - M - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

REFERENCIAS

Plano / Anexo

A - Marco de filtros	E - E - S - 02
B - Reducción	E - E - S - 03
C - Ventilador centrifugo	Anexo 2
D - Reducción	E - E - S - 04
E - Bandeja de condensado	E - E - S - 05
F - Marco de baterias	E - E - S - 06
G - Reducción	E - E - S - 07



	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM	Ing. De Carli, Anibal	
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL	
TITULO:		E - E - S - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

G

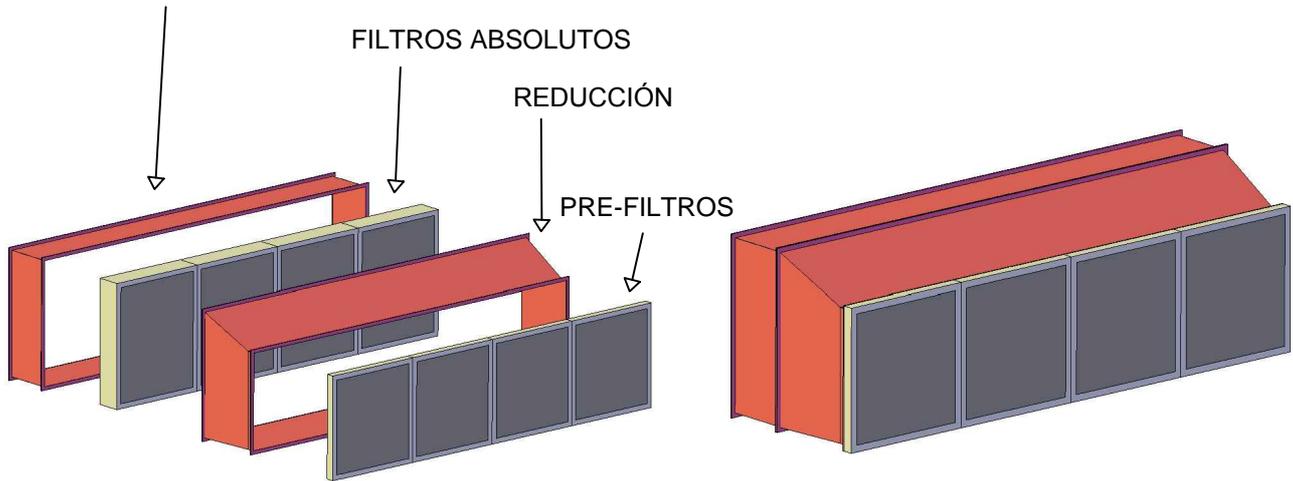
H

MARCO PARA FILTROS

FILTROS ABSOLUTOS

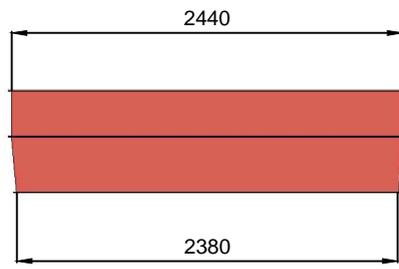
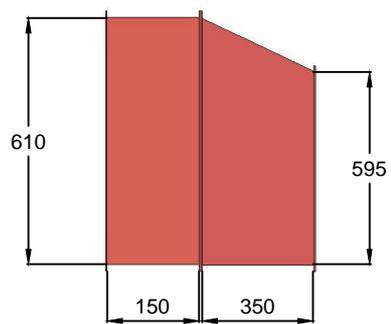
REDUCCIÓN

PRE-FILTROS



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	Dib	BM		
	Rev	PJN		
	Apr			
H	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	E - E - S - 02		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

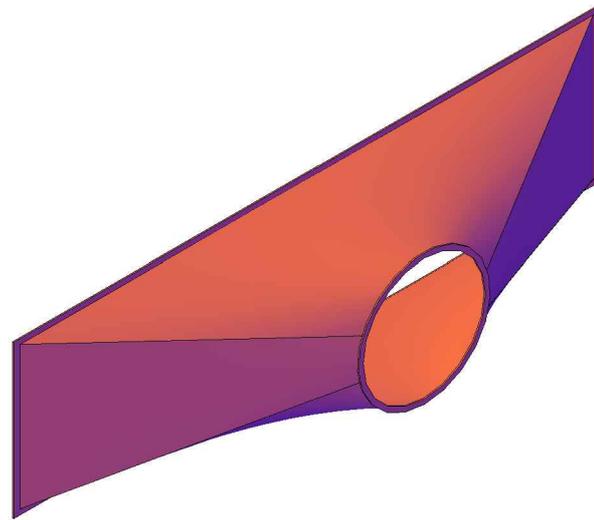
D

E

F

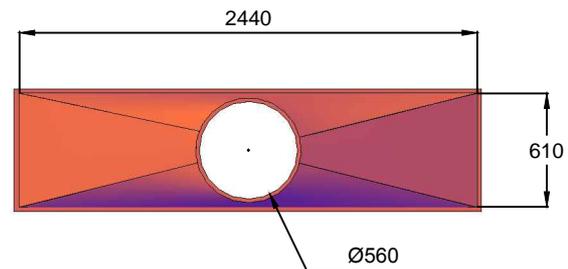
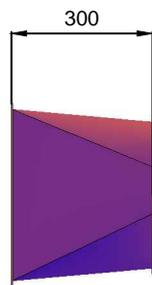
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - E - S - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

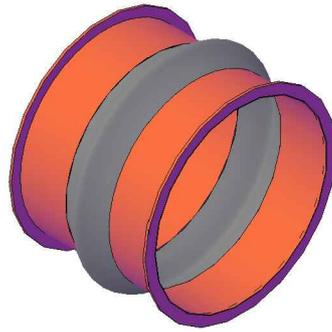
D

E

F

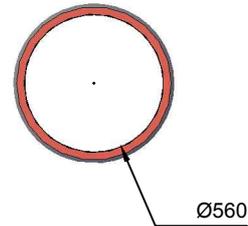
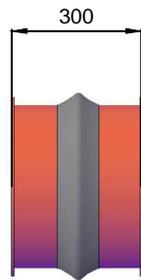
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - E - S - 04	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

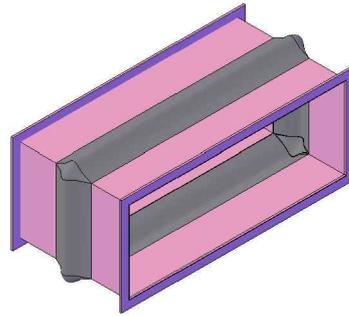
D

E

F

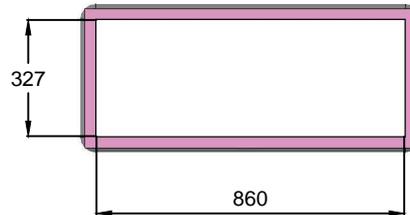
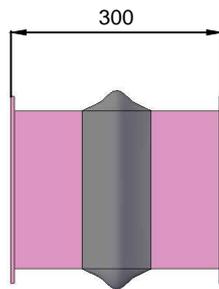
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

		Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	Dib	30/05/16	BM		
	Rev		PJN		
	Apr				
	PROYECTO:				PROYECTO FINAL
	1510C				
	TITULO:				INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA
	E - E - S - 05				

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

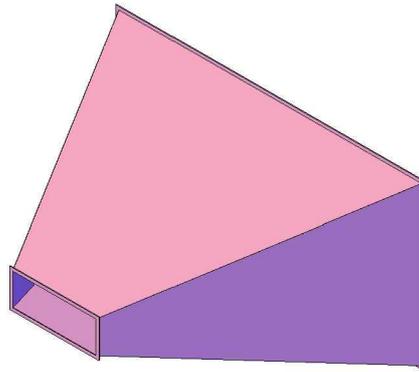
D

E

F

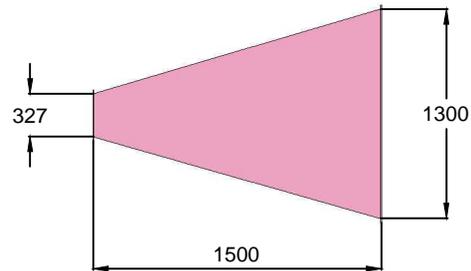
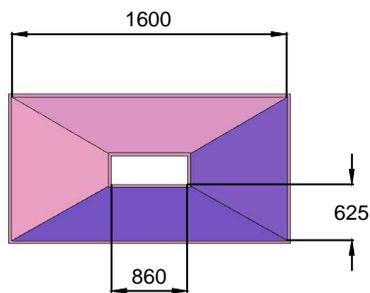
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - E - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

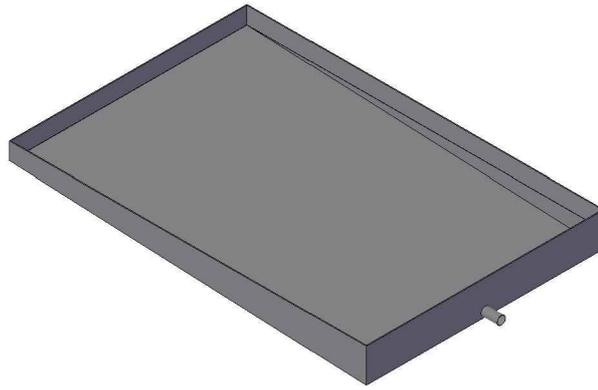
D

E

F

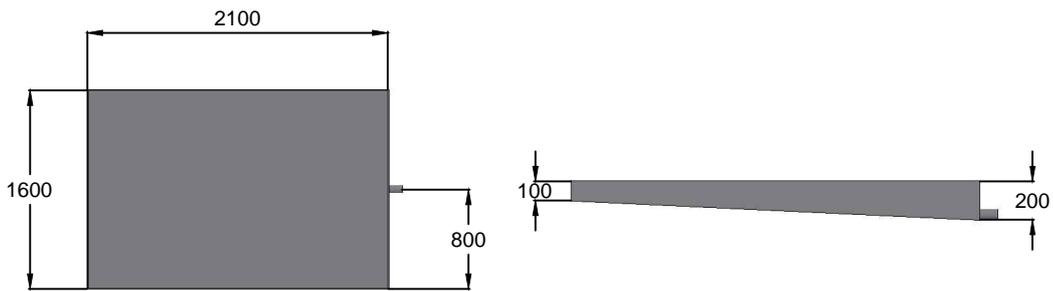
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - E - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

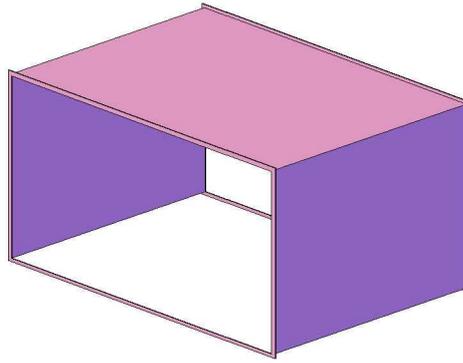
D

E

F

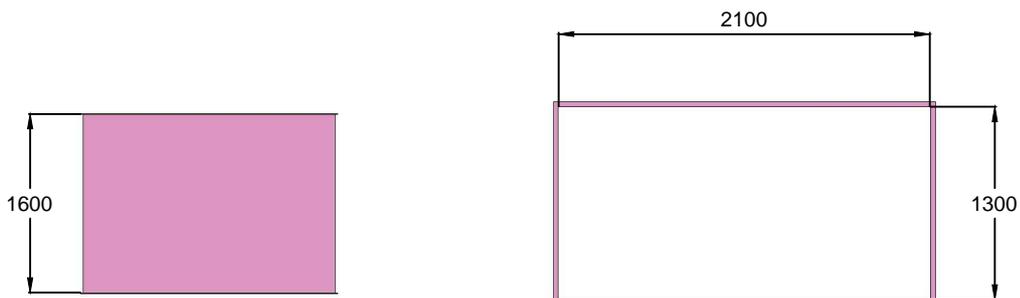
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - E - S - 08	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

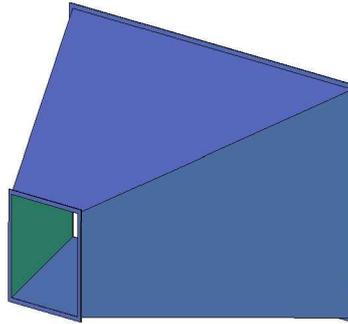
D

E

F

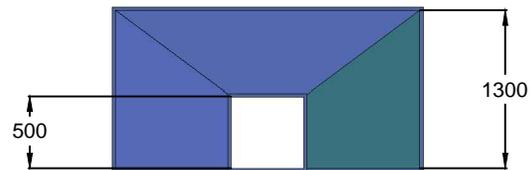
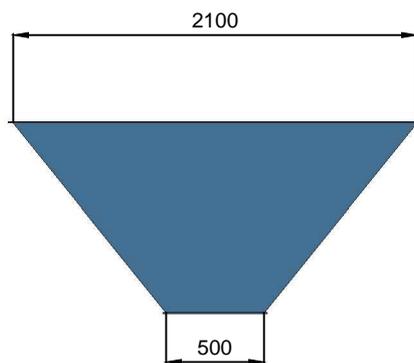
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - E - S - 09	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

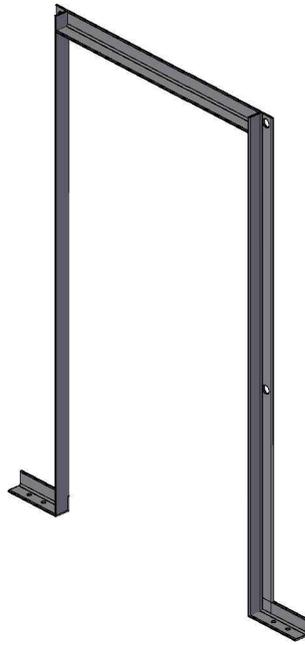
D

E

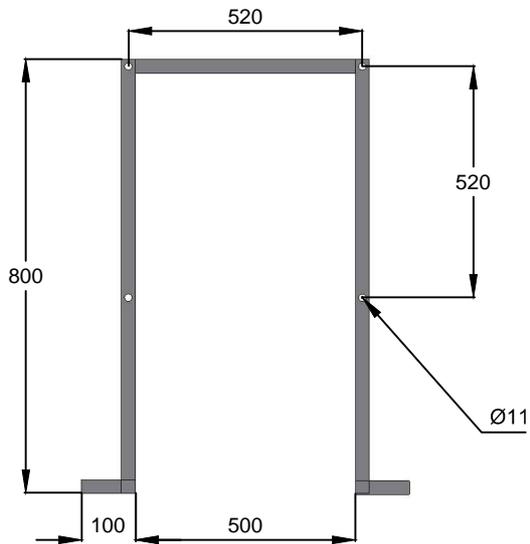
F

G

H



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

MEDIDAS EN MM

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			E - I - M - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

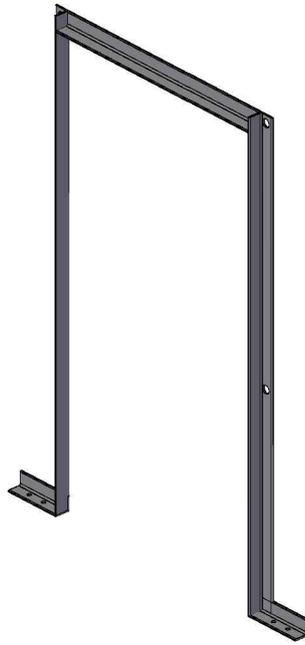
D

E

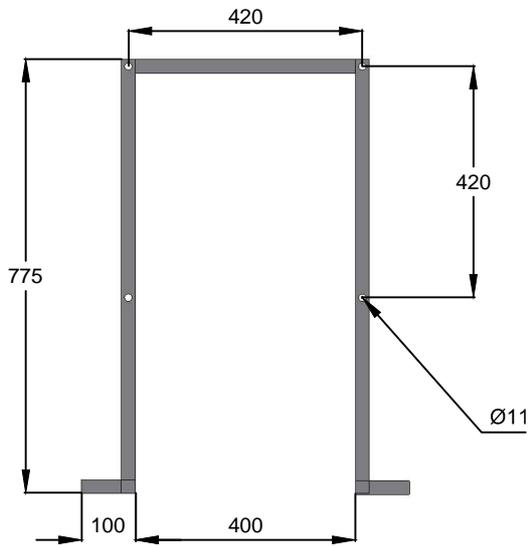
F

G

H



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 2

MEDIDAS EN MM

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			E - I - M - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

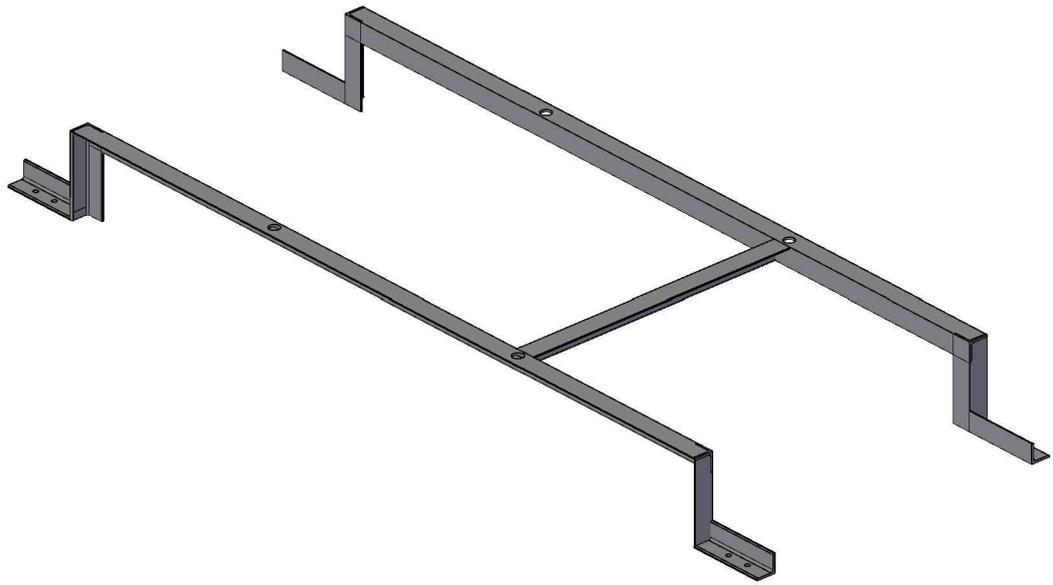
D

E

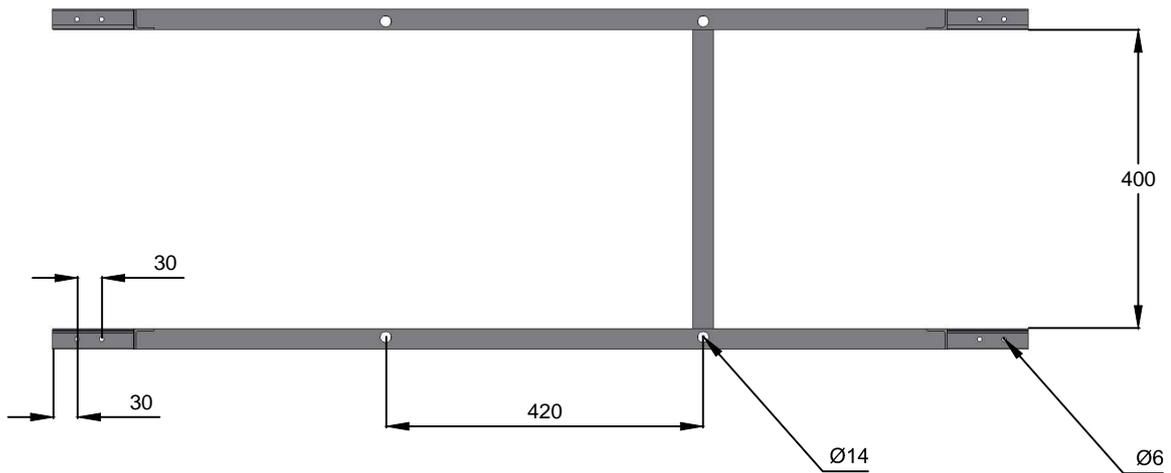
F

G

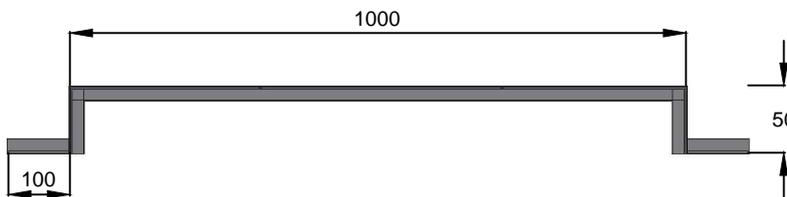
H



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



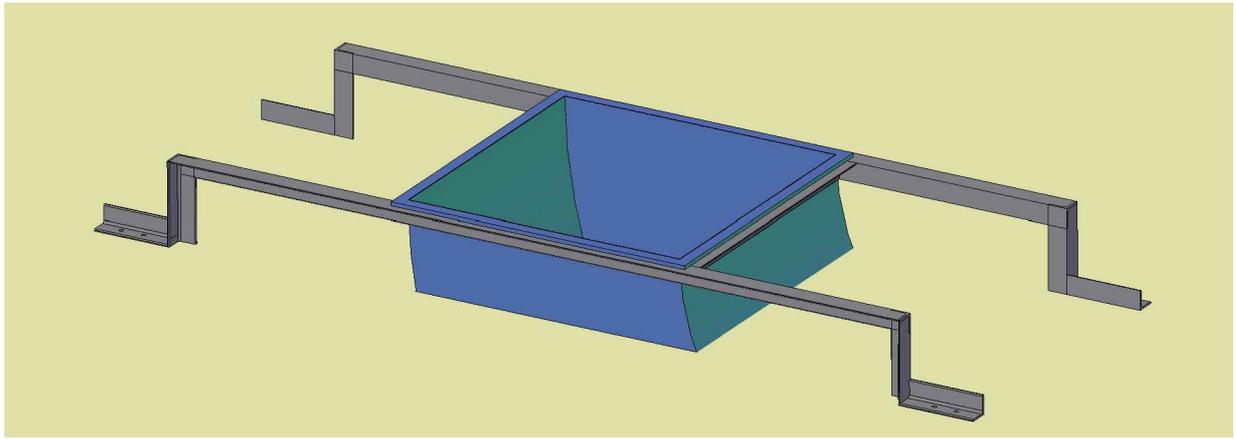
HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

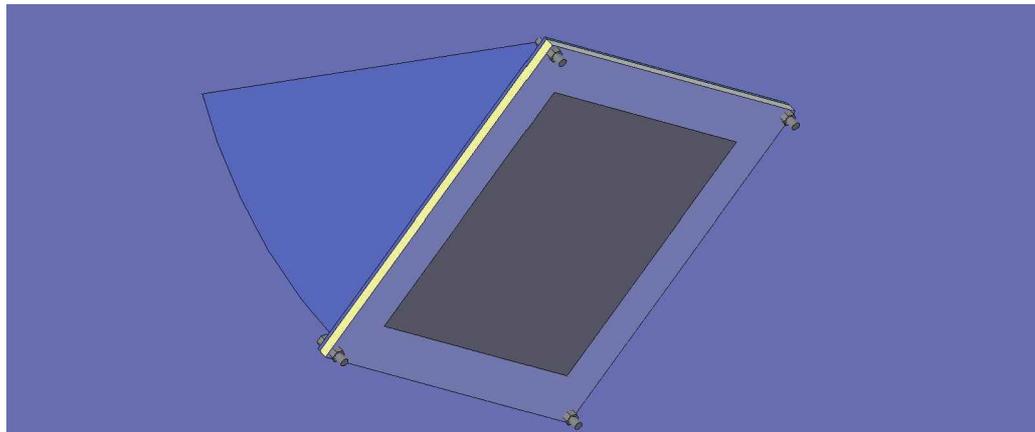
MEDIDAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		E - I - M - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

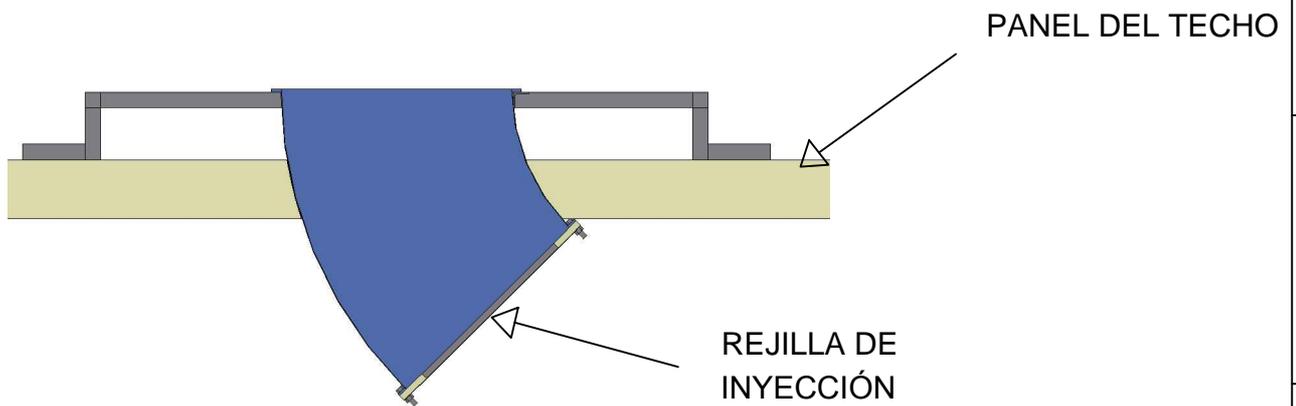
VISTA SOBRE EL PANEL DEL TECHO



VISTA DESDE INTERIOR DE SALA DE EMPAQUE



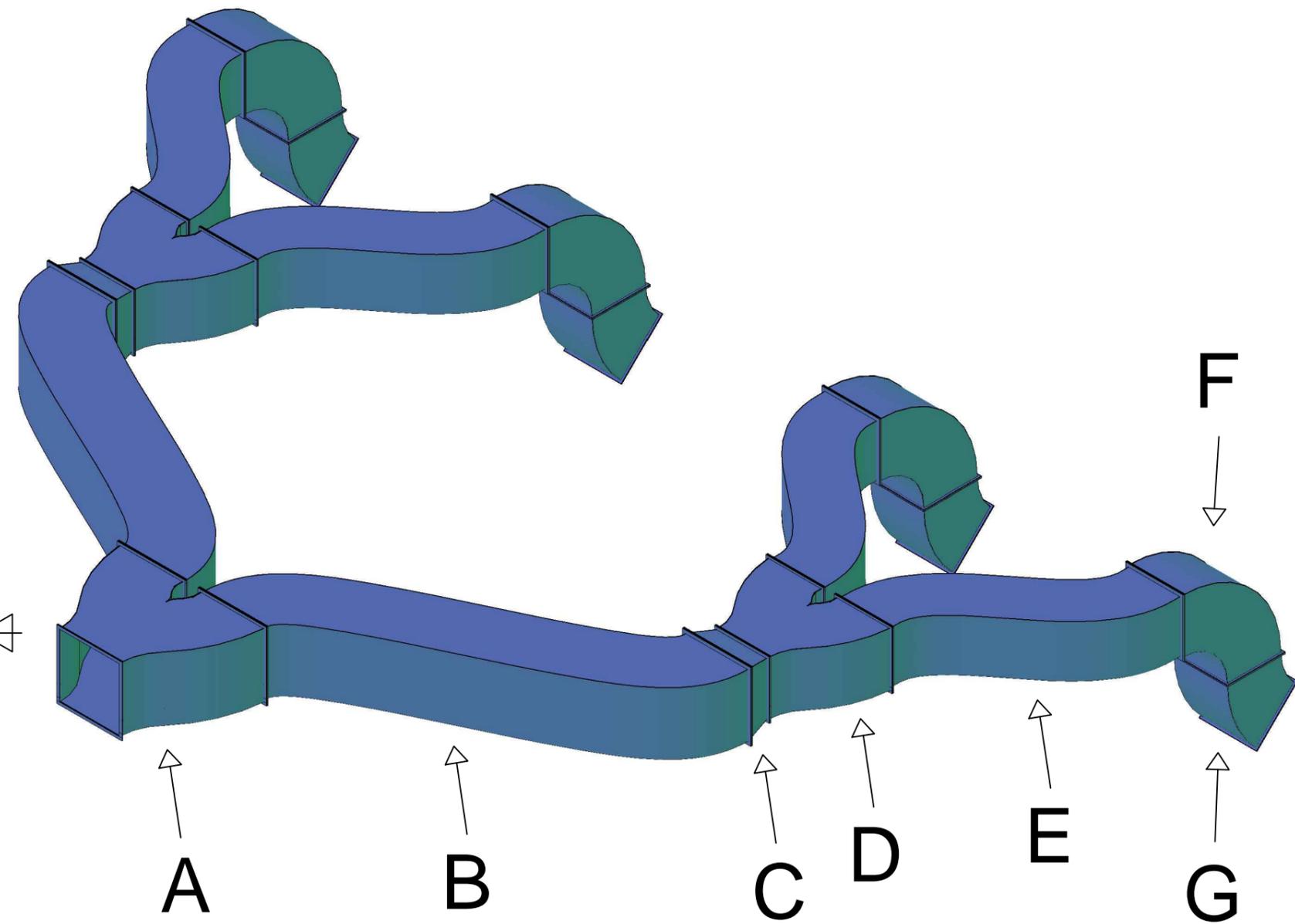
CORTE



	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL	
TITULO:	E - I - M - 04		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A
B
C
D
E
F
G
H



REFERENCIAS

	Plano / Anexo
A - Pantalón	E - I - S - 02
B - Desvío	E - I - S - 03
C - Reducción	E - I - S - 04
D - Pantalón	E - I - S - 05
E - Desvío	E - I - S - 06
F - Curva 90°	E - I - S - 07
G - Curva 45°	E - I - S - 08

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM		
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:		1510C		PROYECTO FINAL
TITULO:		E - I - S - 01		INGENIERIA ELECTROMECÁNICA

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

B

C

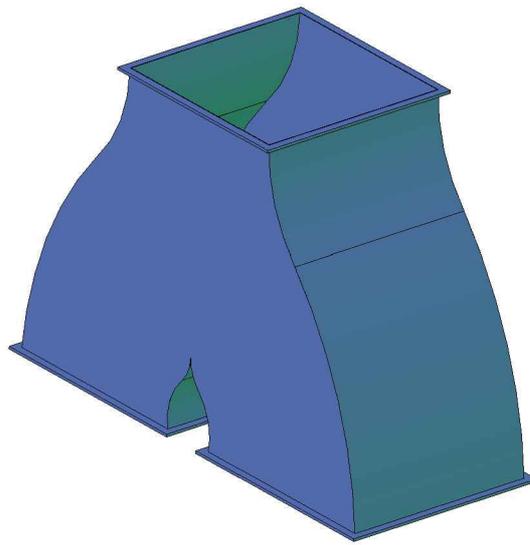
D

E

F

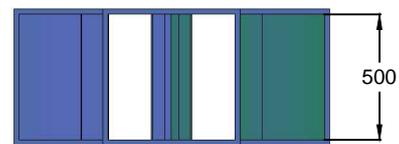
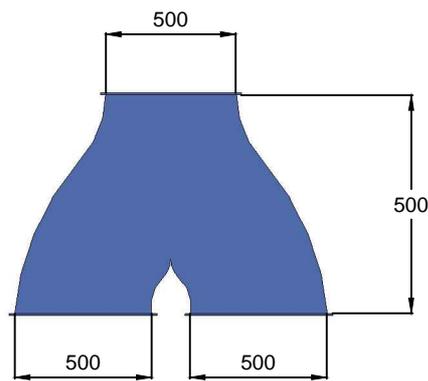
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		E - I - S - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

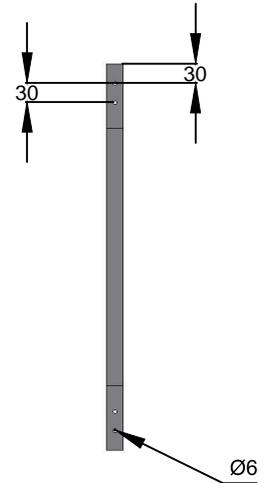
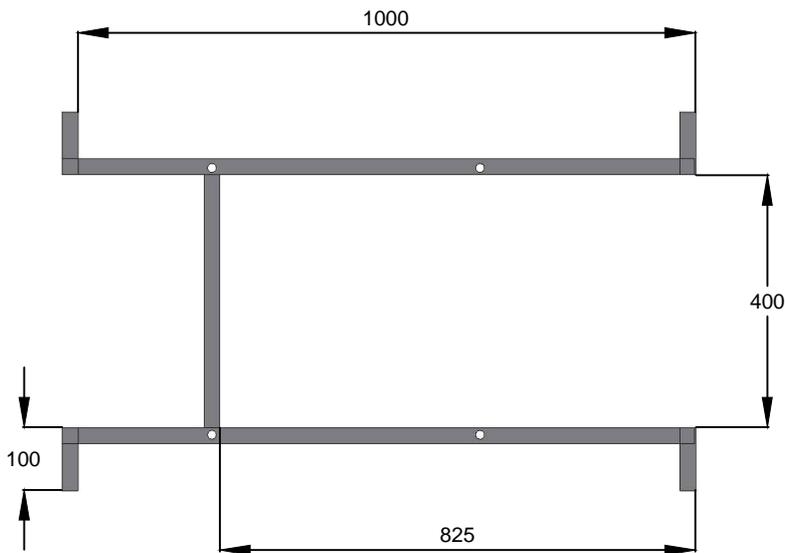
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



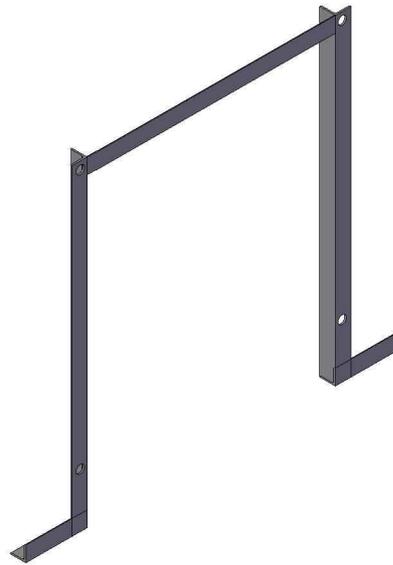
HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"
CANTIDAD 2
MEDIDAS EN MM

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL	
TITULO:	T - R - M - 03		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	

A

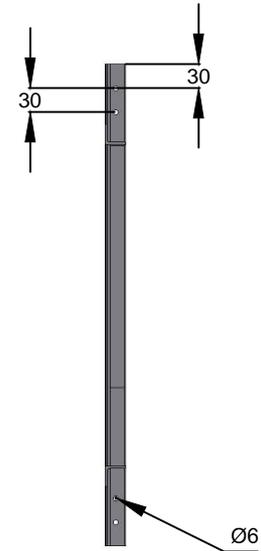
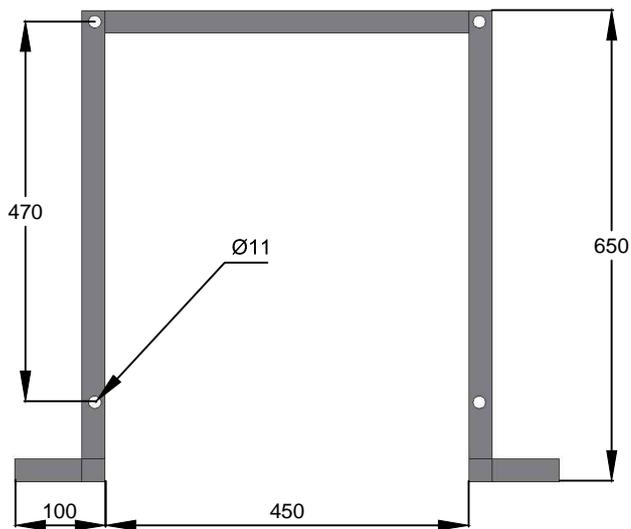
B

C



VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



D

E

F

HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 3

MEDIDAS EN MM

G

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - R - M - 04		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

H

A

B

C

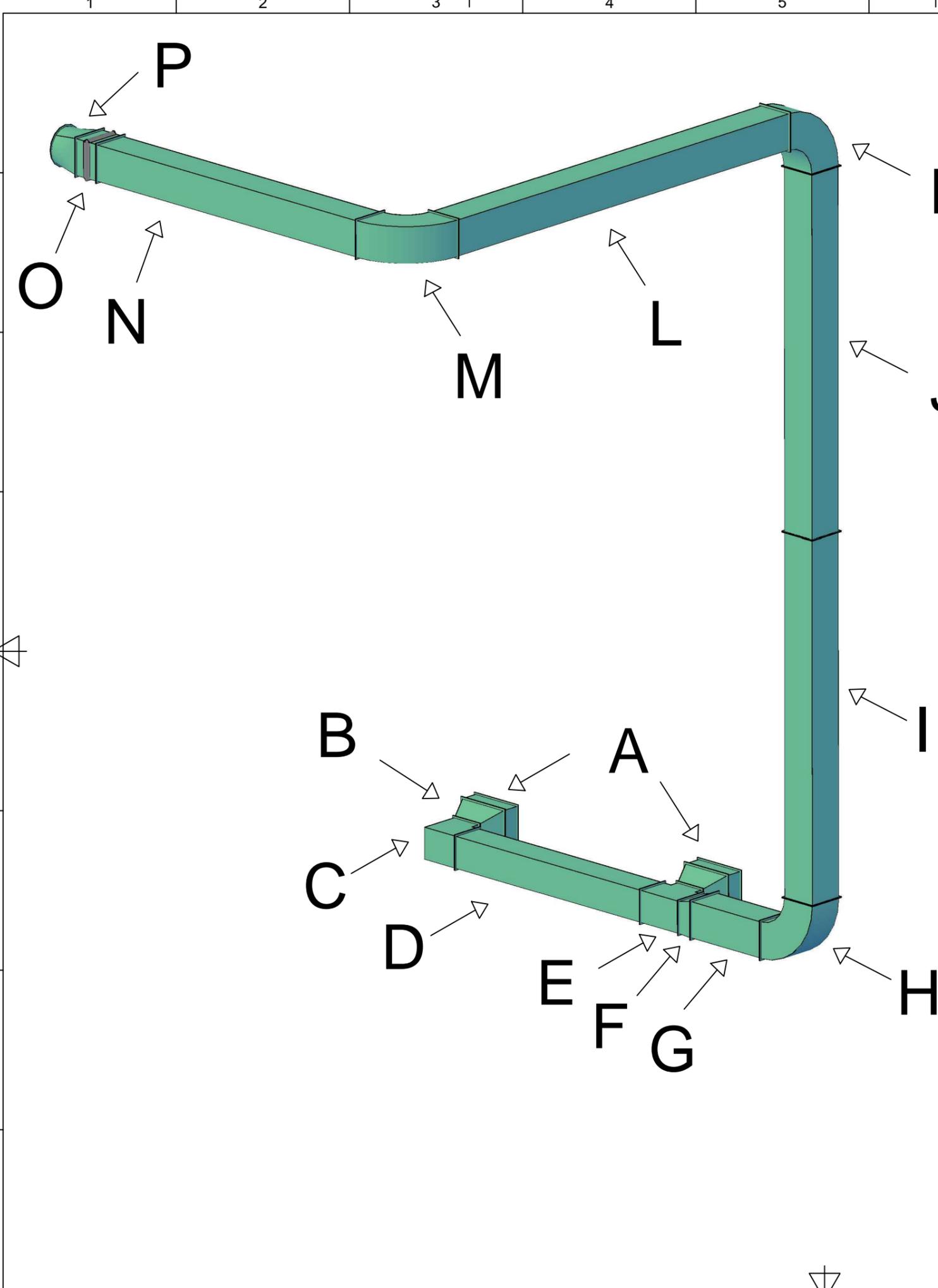
D

E

F

G

H



REFERENCIAS

	Plano / Anexo
A - Tramo recto	T - R - S - 02
B - Reducción	T - R - S - 03
C - Codo 90°	T - R - S - 04
D - Tramo recto	T - R - S - 05
E - Tee	T - R - S - 06
F - Reducción	T - R - S - 07
G - Tramo recto	T - R - S - 08
H - Curva 90°	T - R - S - 09
I - Tramo recto	T - R - S - 10
J - Tramo recto	T - R - S - 10
K - Curva 90°	T - R - S - 09
L - Tramo recto	T - R - S - 11
M - Curva 90°	T - R - S - 09
N - Tramo recto	T - R - S - 12
□ - Junta de lona	T - R - S - 13
N - Reducción	T - R - S - 14

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM		
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			T - R - S - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

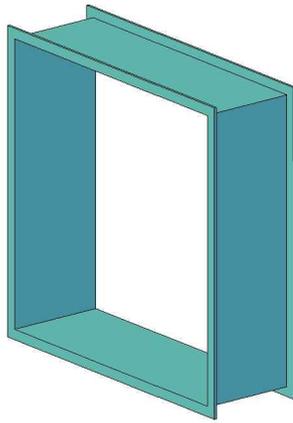
D

E

F

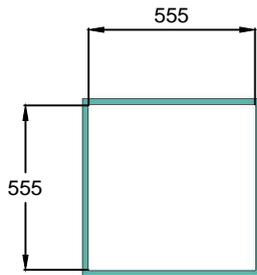
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - R - S - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

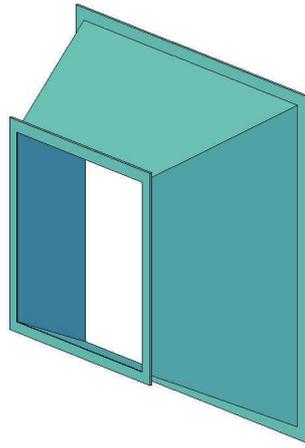
D

E

F

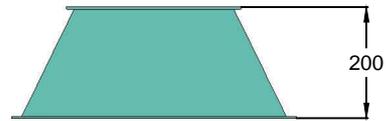
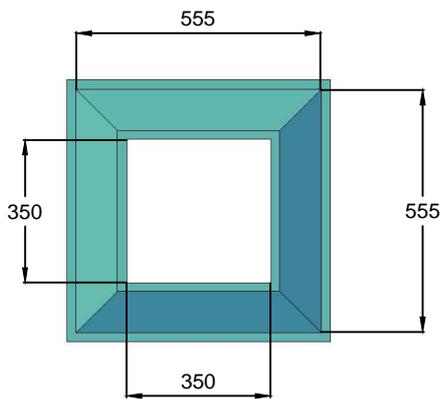
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - R - S - 03		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

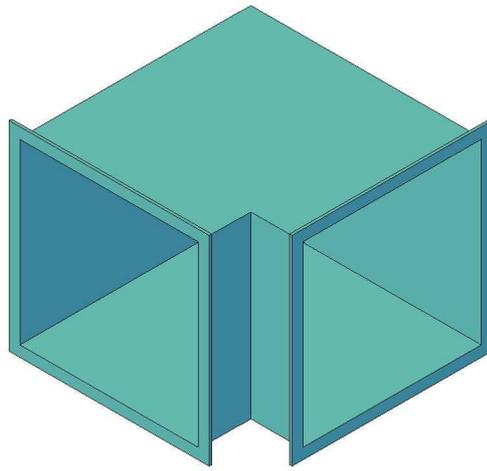
D

E

F

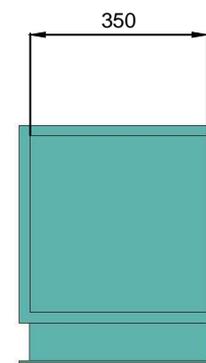
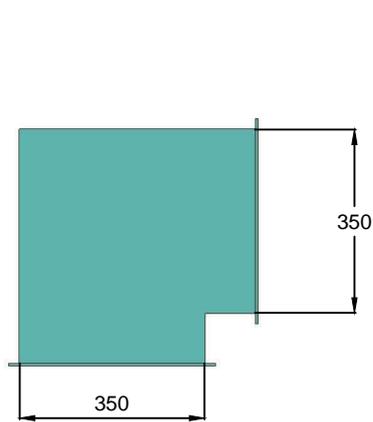
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - R - S - 04		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

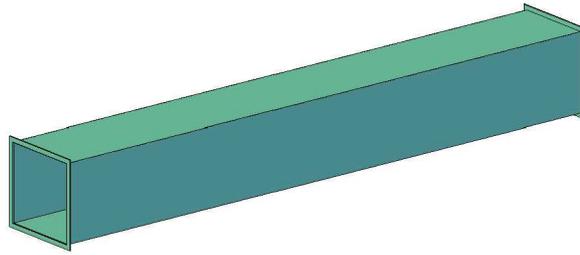
D

E

F

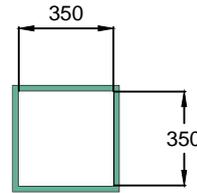
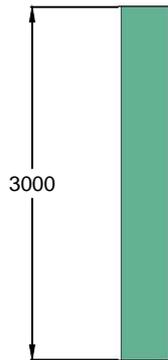
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - R - S - 05	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

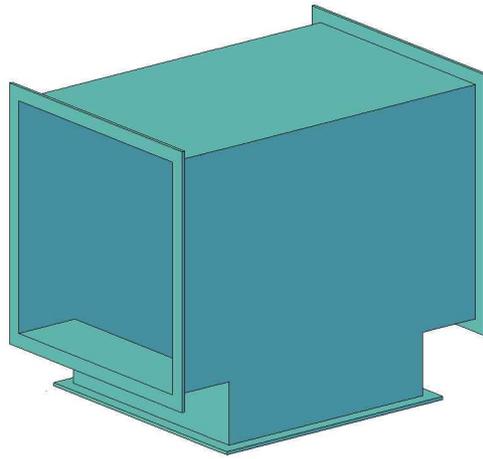
D

E

F

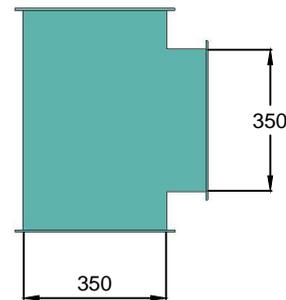
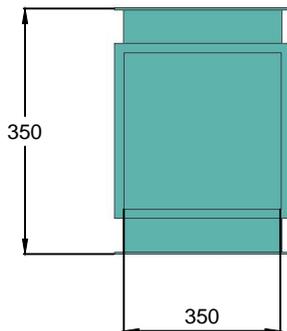
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - R - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

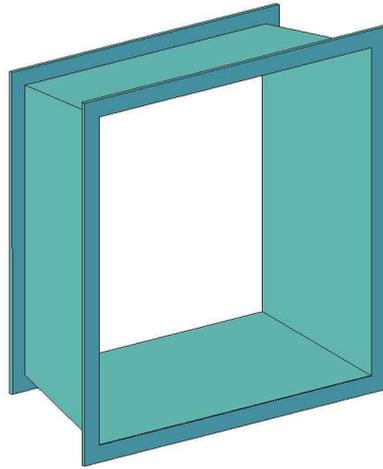
D

E

F

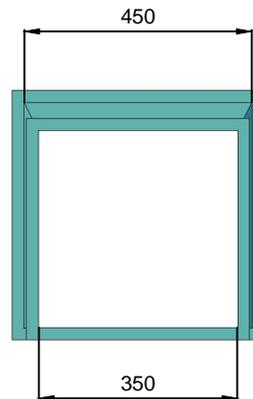
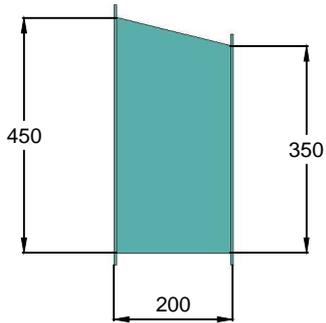
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - R - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

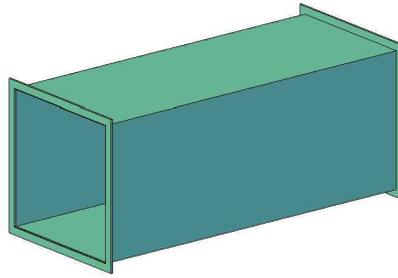
D

E

F

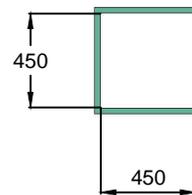
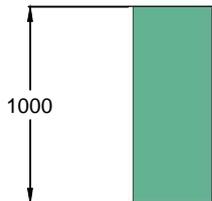
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - R - S - 08	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

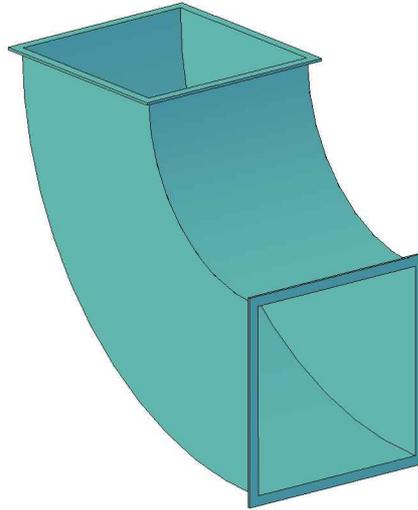
D

E

F

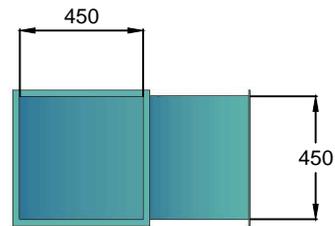
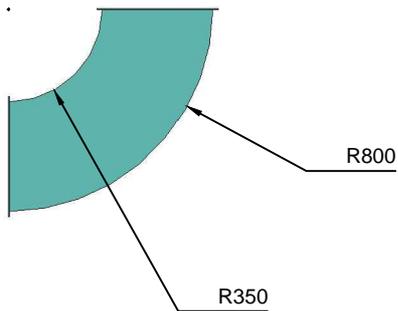
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - R - S - 09		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

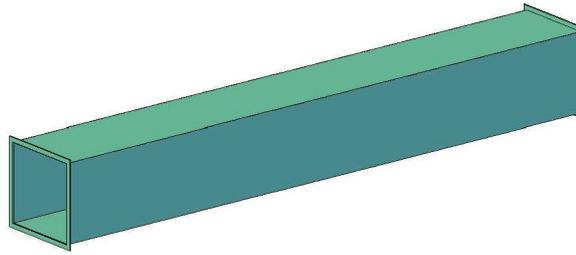
D

E

F

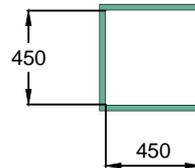
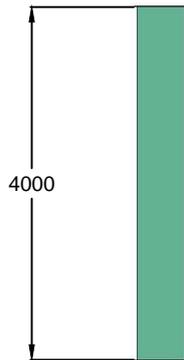
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - R - S - 10	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

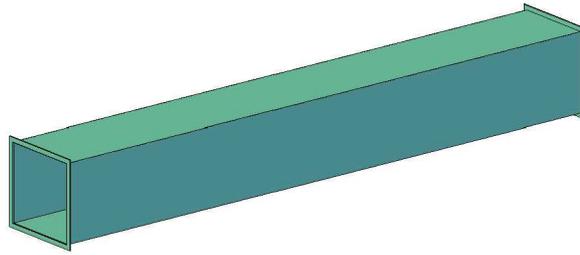
D

E

F

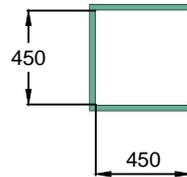
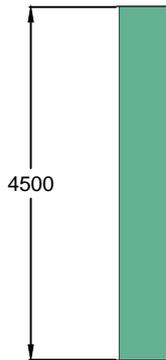
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN		
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - R - S - 11	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

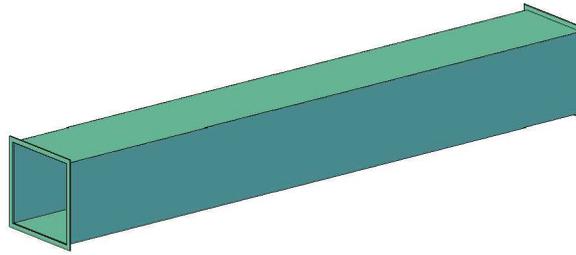
D

E

F

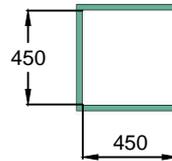
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - R - S - 12	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

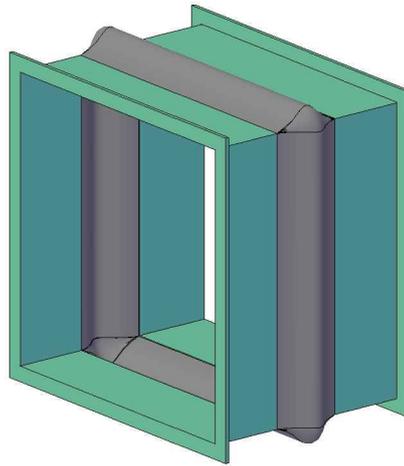
D

E

F

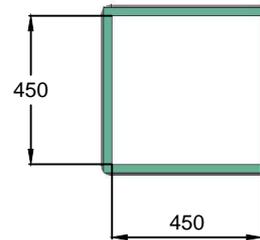
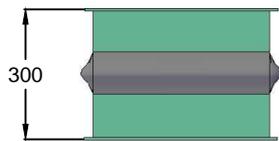
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - R - S - 13	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

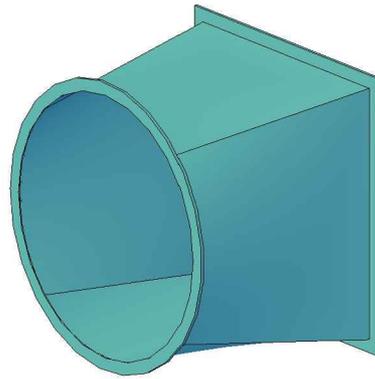
D

E

F

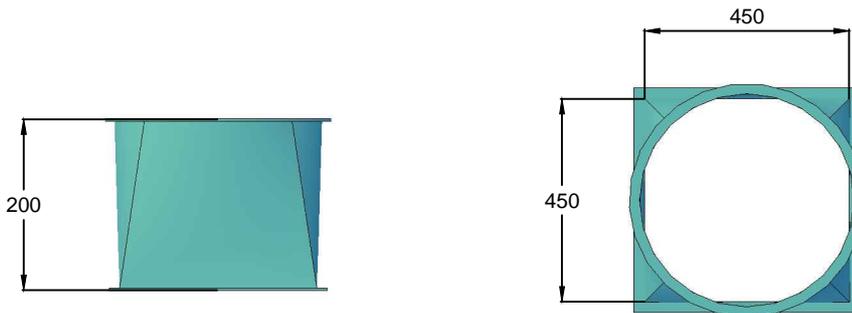
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

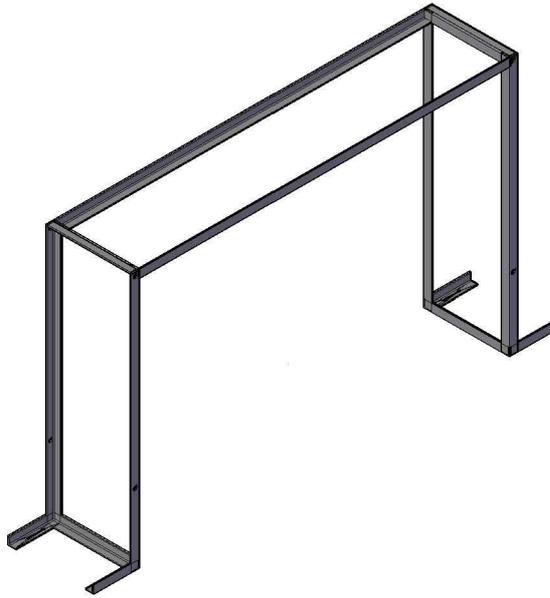
MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - R - S - 14		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

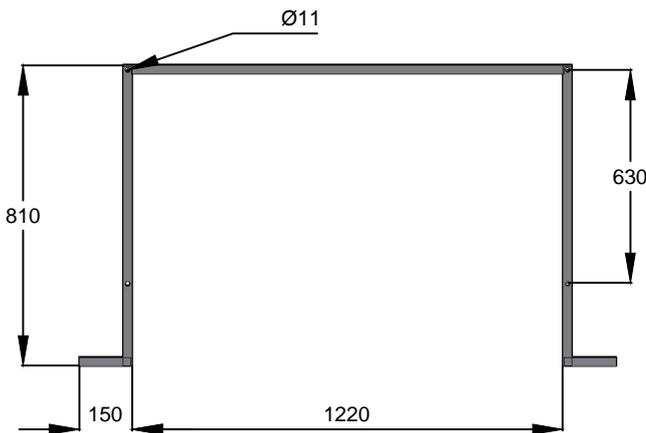
C



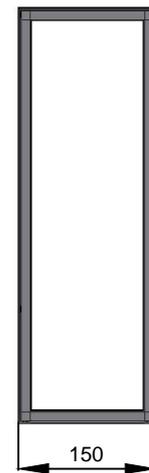
VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

D

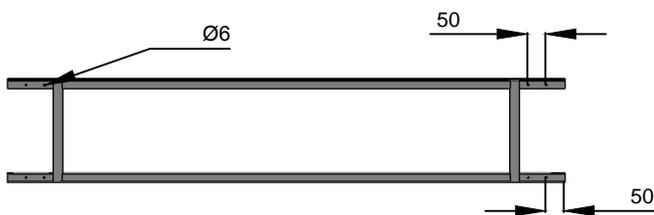


E



F

VISTA SUPERIOR



HIERRO ANGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

MEDIDAS EN MM

G

H

Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal
Apr			
PROYECTO:		1510C	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
TITULO:		T - E - M - 01	PROYECTO FINAL
			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

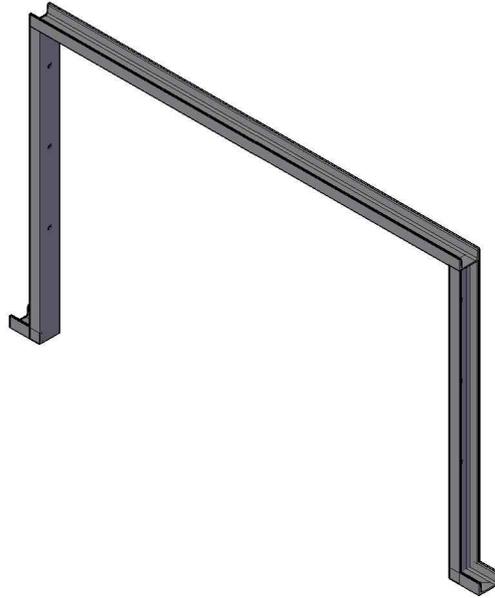
H

A

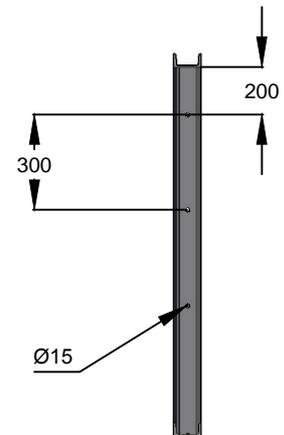
B

C

VISTA FRONTAL

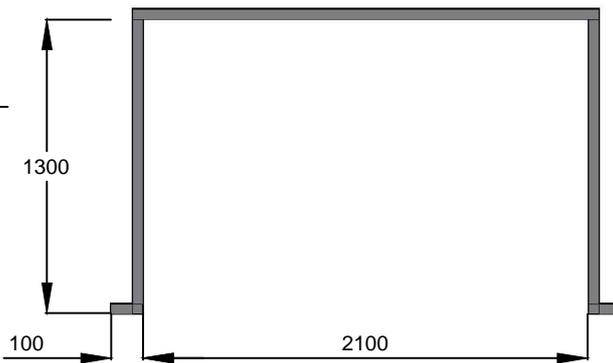


VISTA FRONTAL



D

E



VISTA SUPERIOR



UPN 100

CANTIDAD 2

MEDIDAS EN MM

F

G

H

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - E - M - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

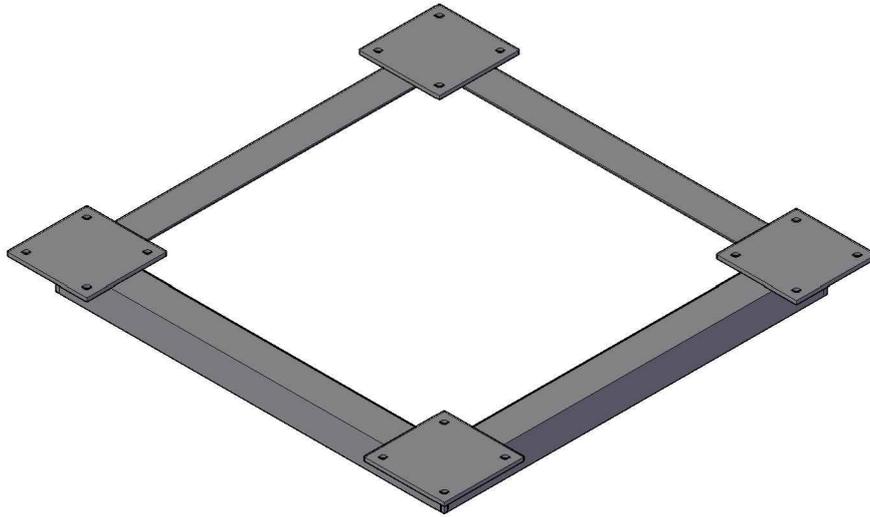
D

E

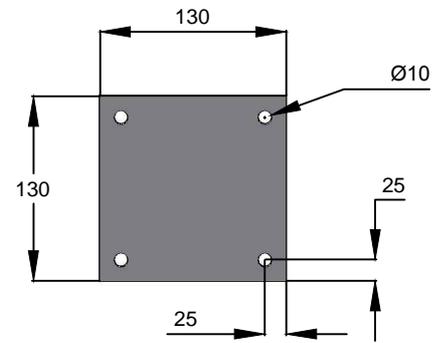
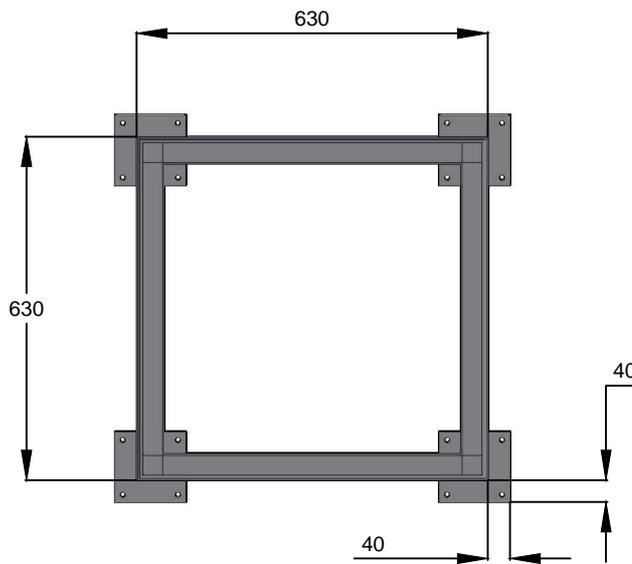
F

G

H



VISTA INFERIOR



CHAPA 1/4"
CANTIDAD 4

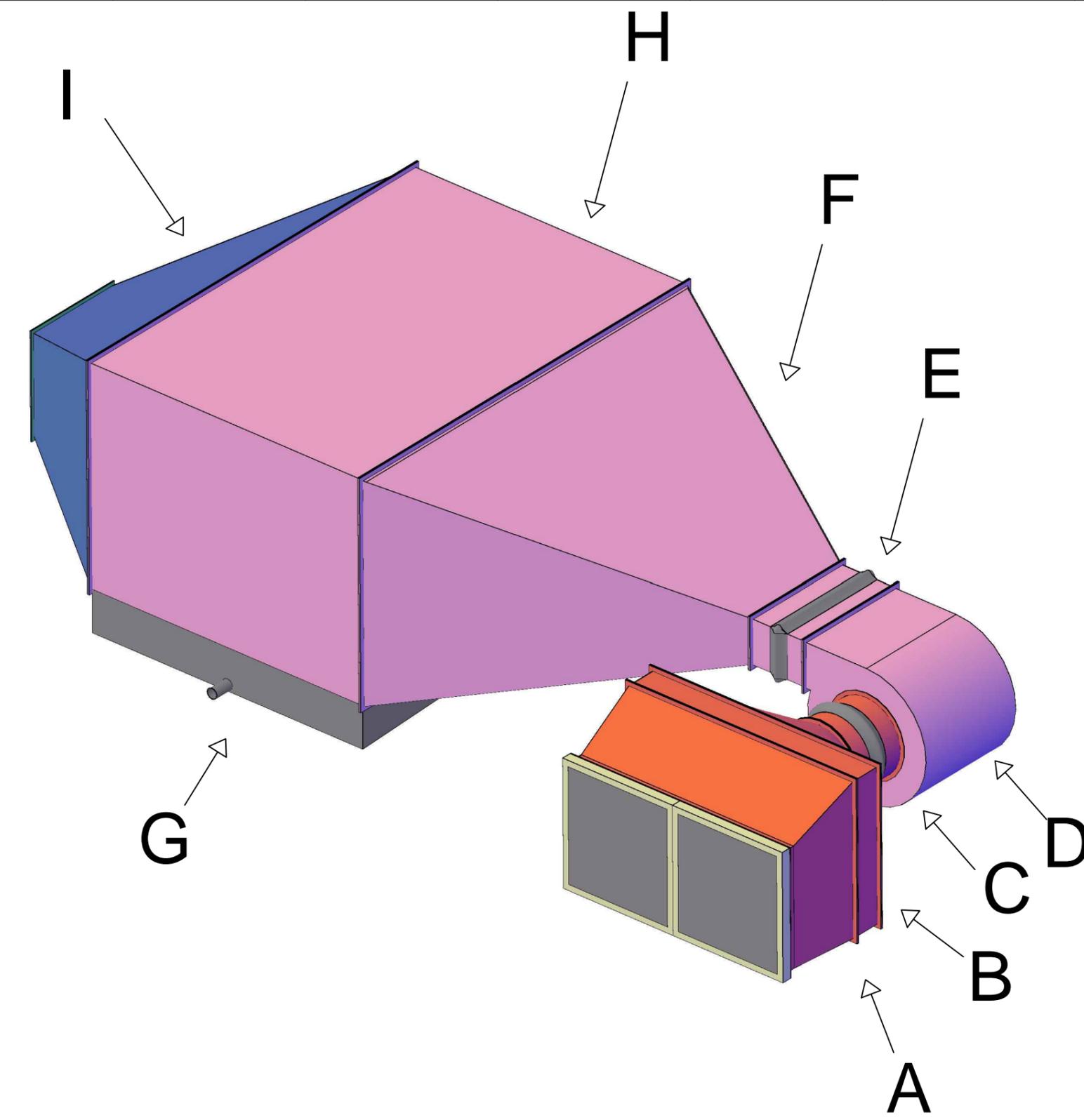
VISTA LATERAL



HIERRO ÁNGULO 2" x 1/4"

CANTIDAD 1

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:			1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:			T - E - M - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



REFERENCIAS

Plano / Anexo	
A - Marco de filtros	T - E - S - 02
B - Reducción	T - E - S - 03
C - Junta de lona	T - E - S - 04
D - Ventilador centrifugo	Anexo 1
E - Junta de lona	T - E - S - 05
F - Reducción	T - E - S - 06
G - Bandeja de condensado	T - E - S - 07
H - Marco de baterias	T - E - S - 08
I - Reducción	T - E - S - 09

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM		
Rev	10/06/16	PJN		
Apr				
PROYECTO:		1510C		PROYECTO FINAL
TITULO:		T - E - S - 01		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

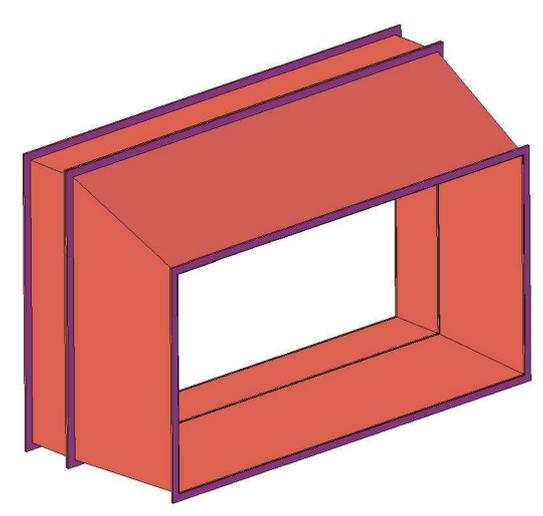
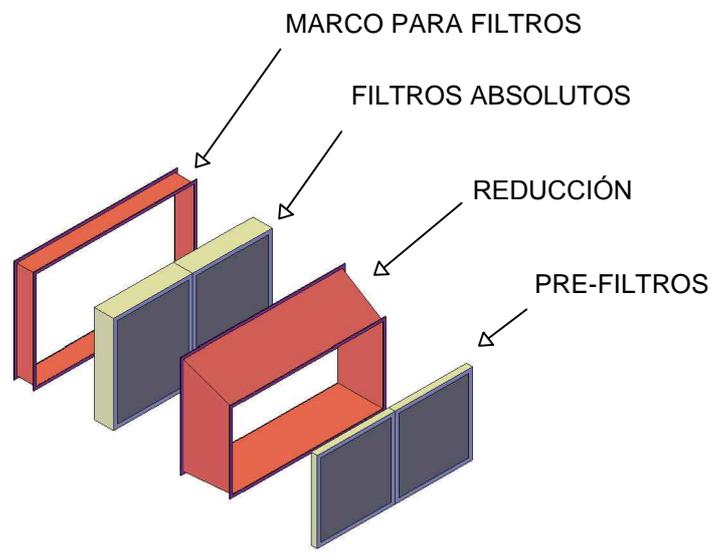
D

E

F

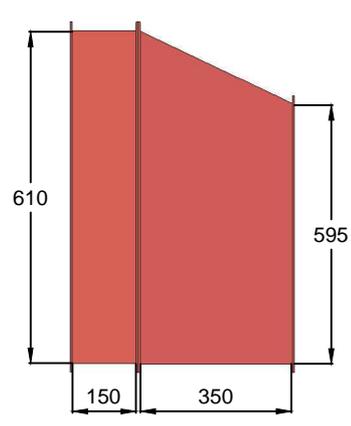
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib 30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev 10/06/16	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr			
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - E - S - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

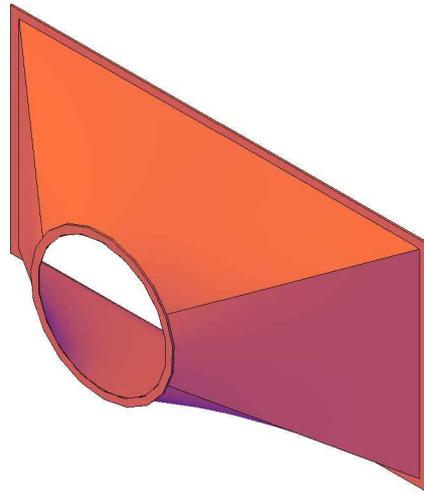
D

E

F

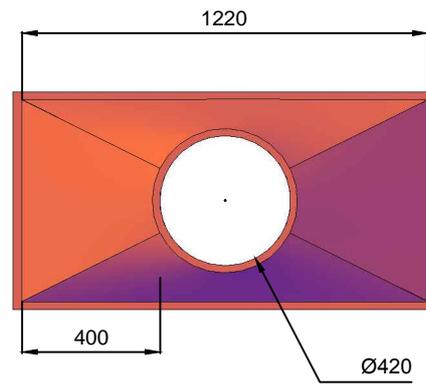
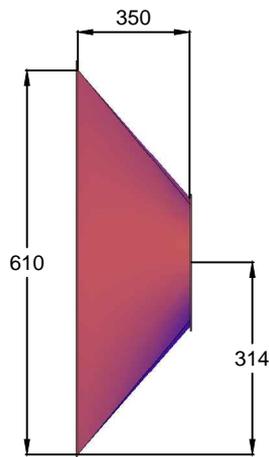
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal
Rev	10/06/16	PJN	
Apr			
PROYECTO:		1510C	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
TÍTULO:		T - E - S - 03	PROYECTO FINAL
			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

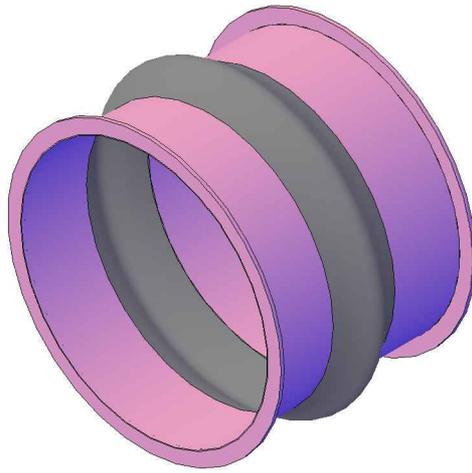
D

E

F

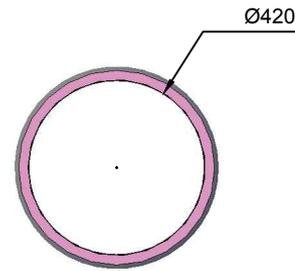
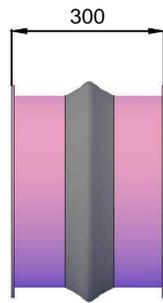
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 1MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)	
Dib	30/05/16			BM
Rev	10/06/16			PJN
Apr				
PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL	
TITULO:	T - E - S - 04		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	

A

B

C

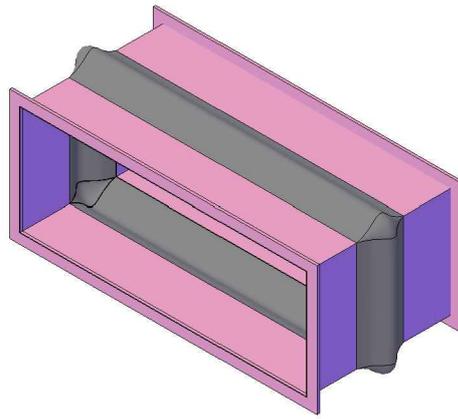
D

E

F

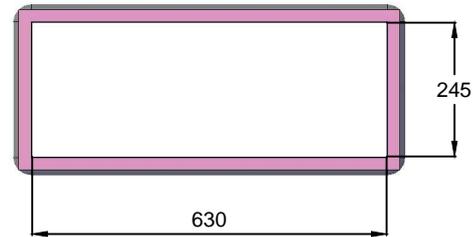
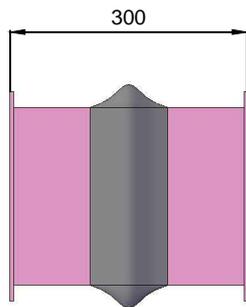
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 1MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib 30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev 10/06/16	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr			
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - E - S - 05	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

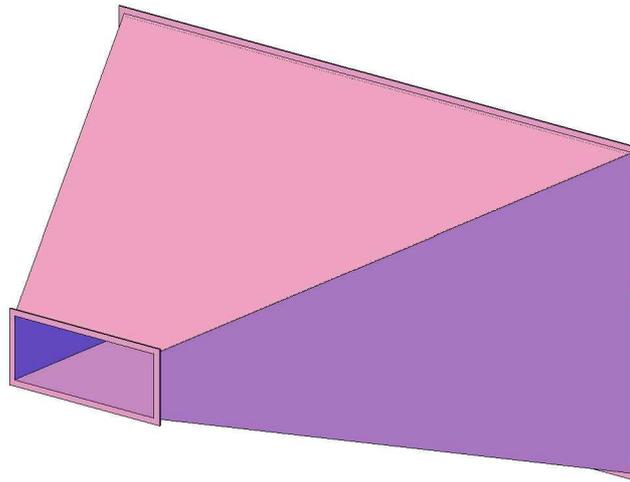
D

E

F

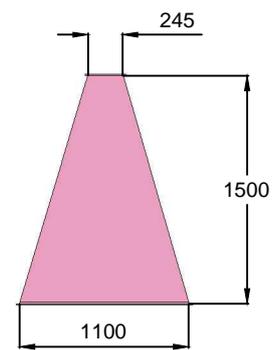
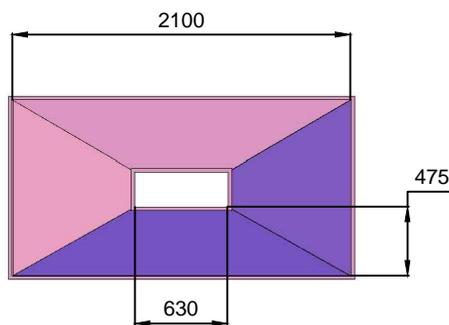
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
10/06/16	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - E - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

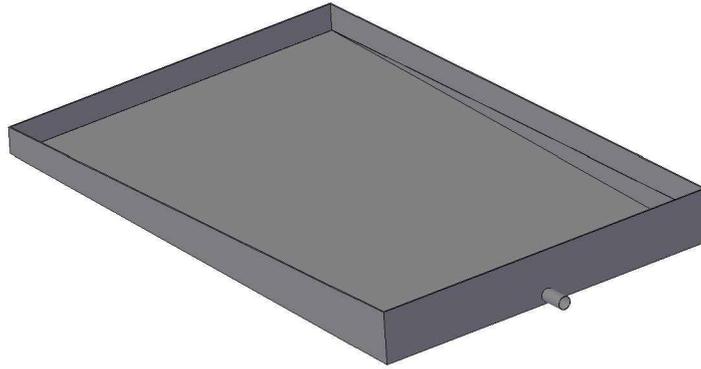
D

E

F

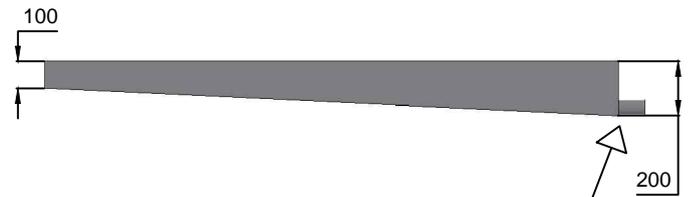
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA LATERAL



NIPLE ROSCADO 2"
GALVANIZADO

MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
ESPEJOR: 1.5MM
BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	10/06/16	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - E - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

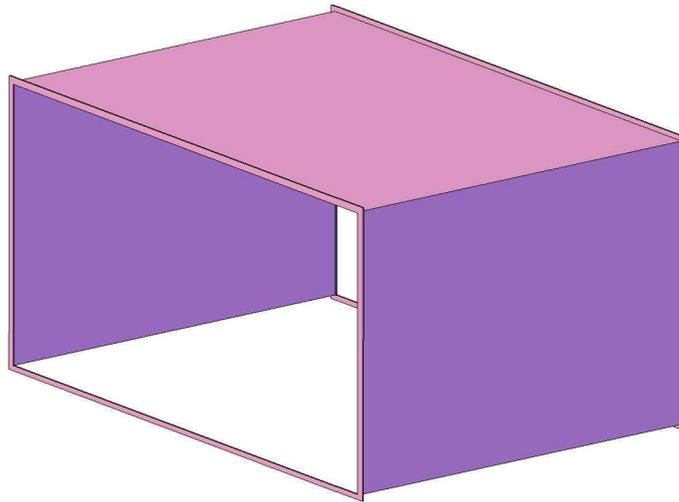
D

E

F

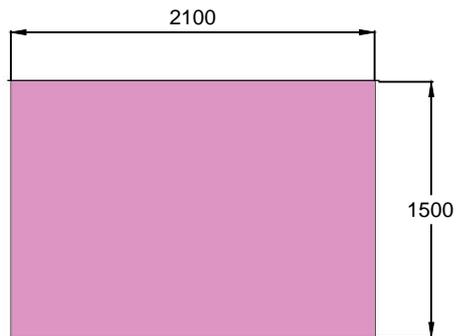
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo
Rev	10/06/16	PJN	Ing. De Carli, Anibal
Apr			
PROYECTO:		1510C	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
TITULO:		T - E - S - 08	PROYECTO FINAL
			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

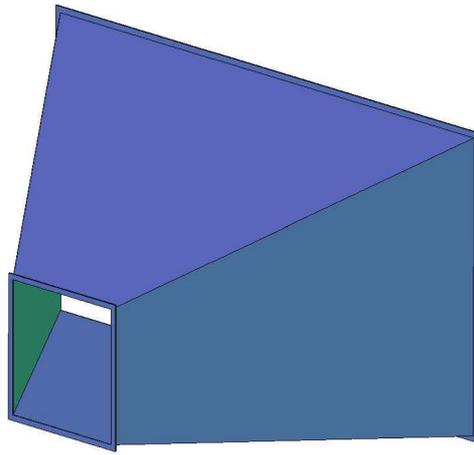
D

E

F

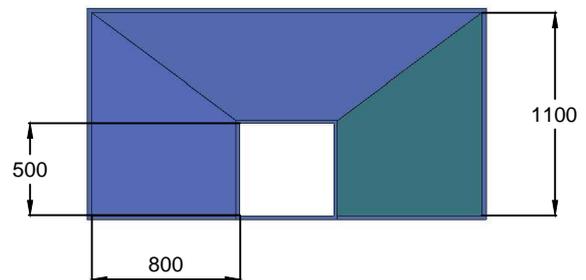
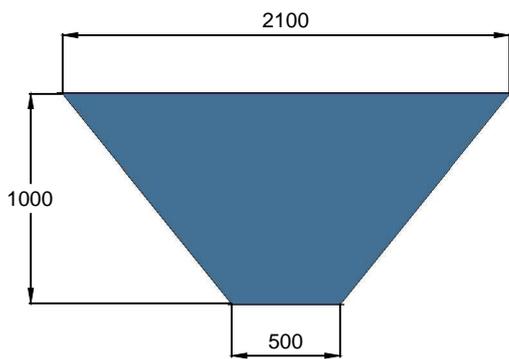
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal
Rev	10/06/16	PJN	
Apr			
PROYECTO:	1510C		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
TITULO:	T - E - S - 09		PROYECTO FINAL
			INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

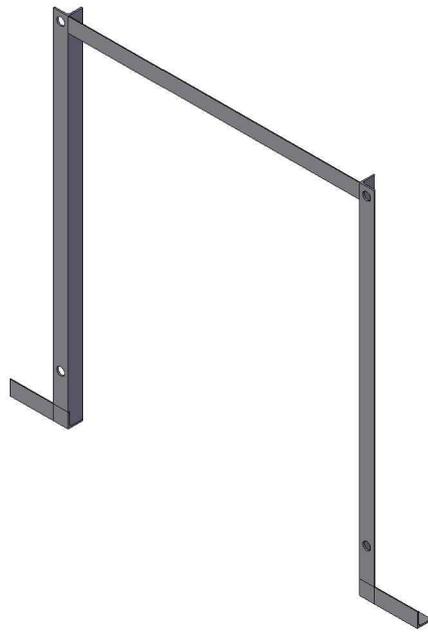
D

E

F

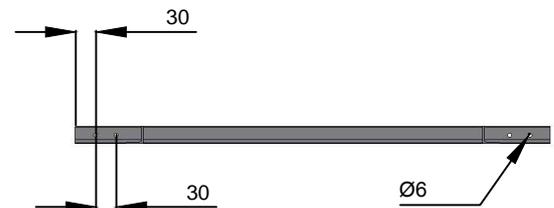
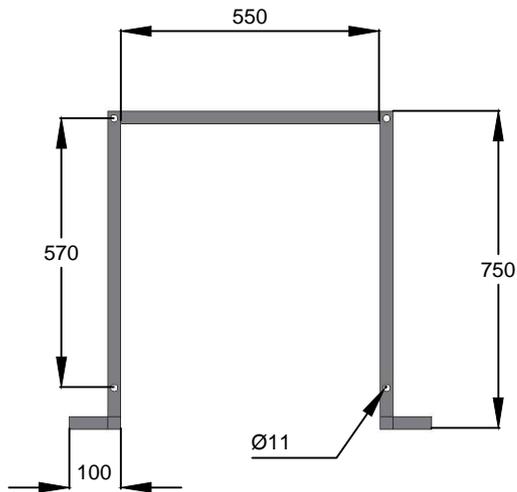
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

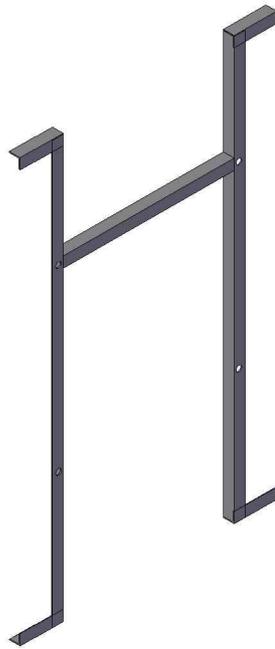
MEDIDAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - M - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

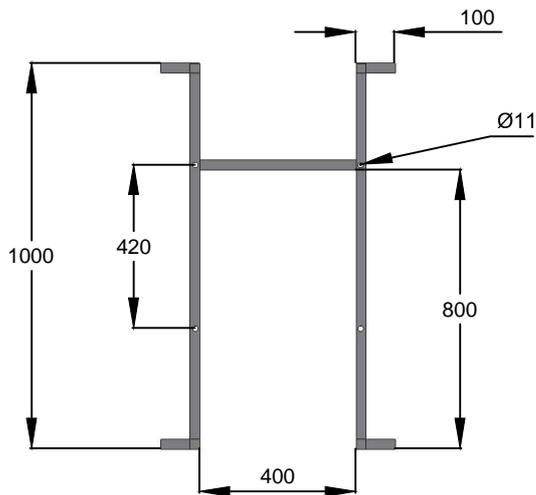


VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR

D

E



F

HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"

CANTIDAD 1

MEDIDAS EN MM

G

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - M - 02	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

H

A

B

C

D

E

F

G

H

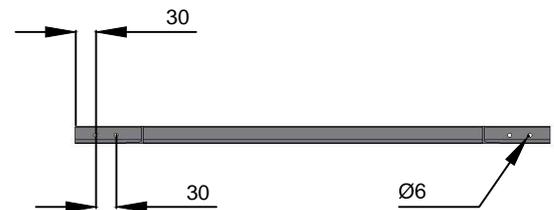
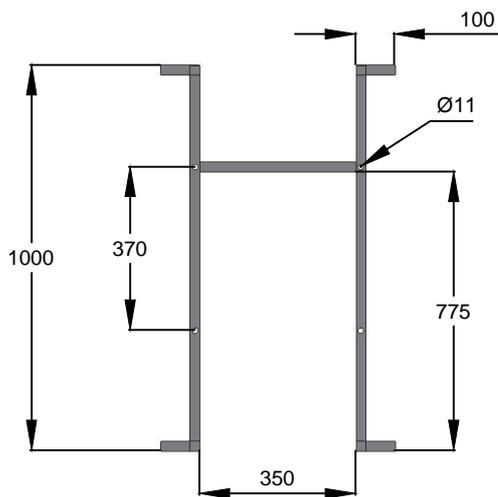
A

B

C

VISTA FRONTAL

VISTA SUPERIOR



D

E

F

HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"
 CANTIDAD 2
 MEDIDAS EN MM

G

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - I - M - 03		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

H

A

B

C

D

E

F

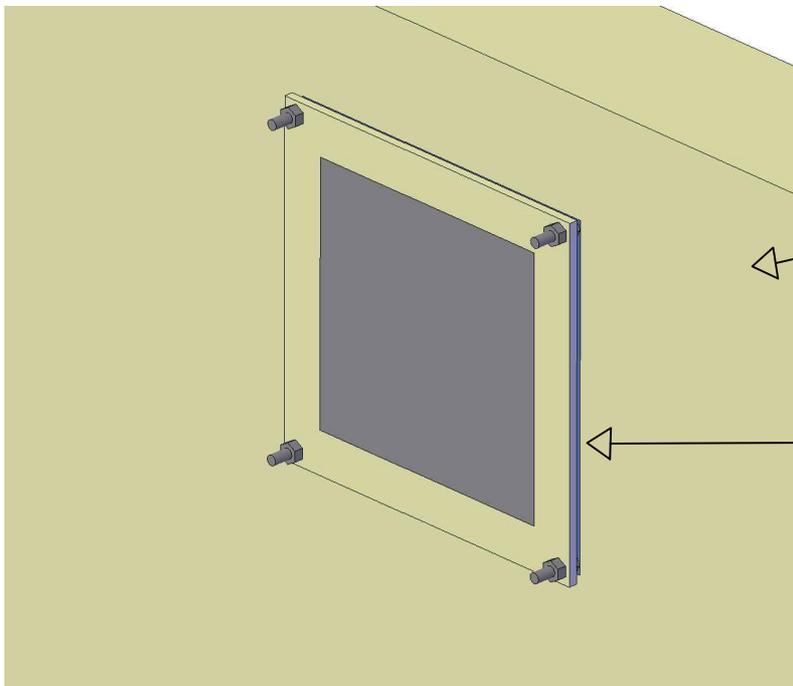
G

H

A

B

C



PANEL DE PARED
DE SALA

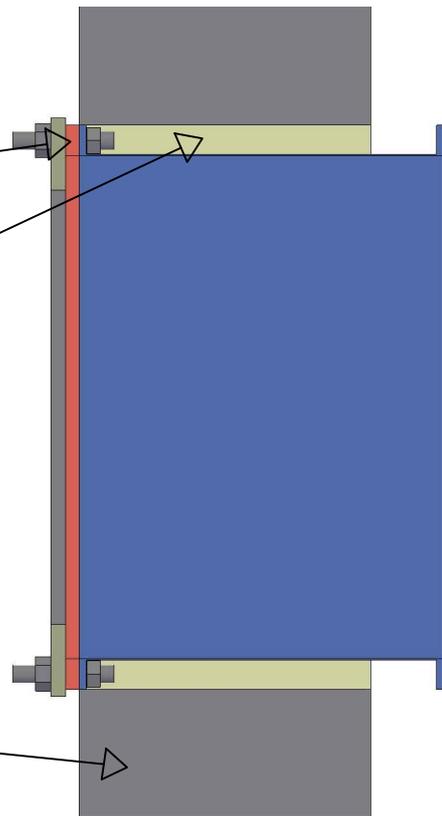
REJILLA DE
INYECCIÓN

CORTE

CINTA DE SELLADO
DE PVC

HUECO SELLADO
CON POLIURETANO
EXPANDIDO

PANEL DE PARED



D

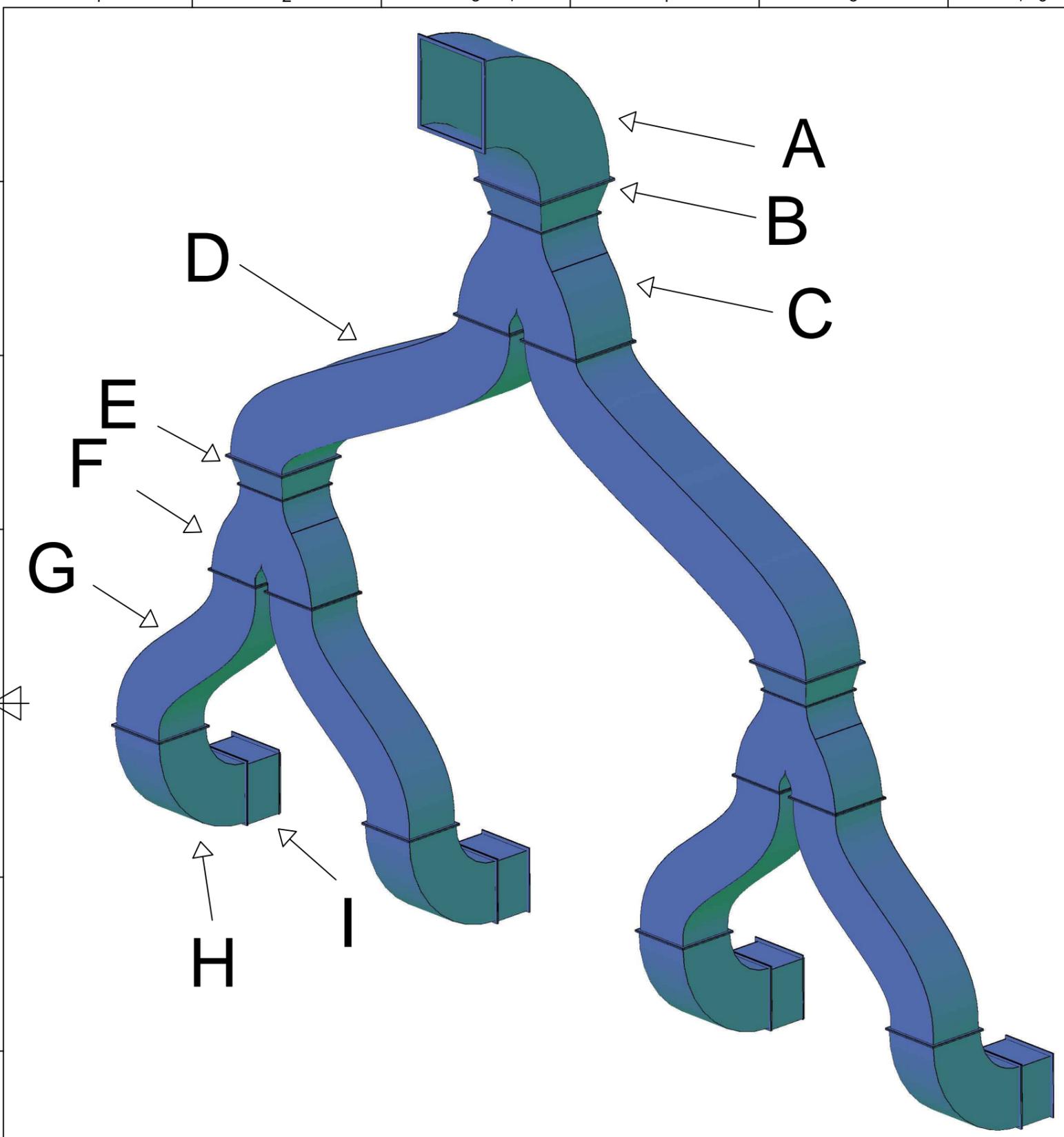
E

F

G

H

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - M - 04	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



REFERENCIAS

Plano/Anexo

A - Curva 90°	T - I - S - 02
B - Reducción	T - I - S - 03
C - Pantalón	T - I - S - 04
D - Desvío	T - I - S - 05
E - Reducción	T - I - S - 06
F - Pantalón	T - I - S - 07
G - Desvío	T - I - S - 08
H - Curva 90°	T - I - S - 09
I - Tramo recto	T - I - S - 10

	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Dib	30/05/16	BM		
Rev		PJN		
Apr				
PROYECTO:		1510C		PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 01		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

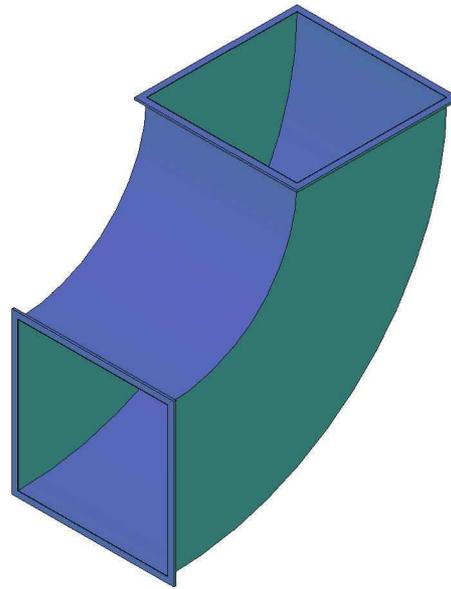
D

E

F

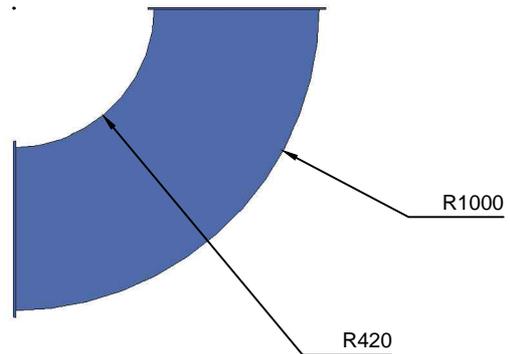
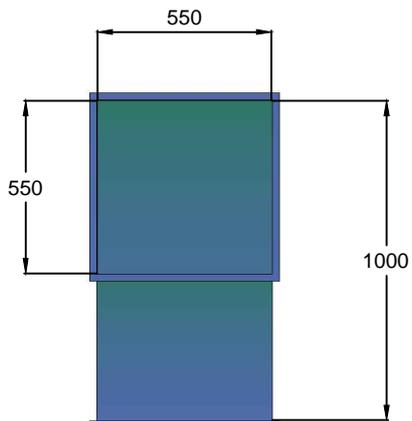
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:	1510C		PROYECTO FINAL
	TITULO:	T - I - S - 02		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

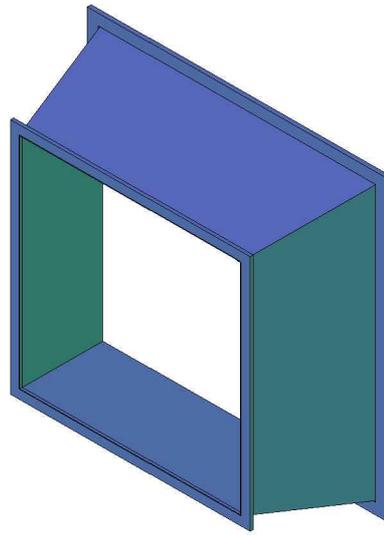
D

E

F

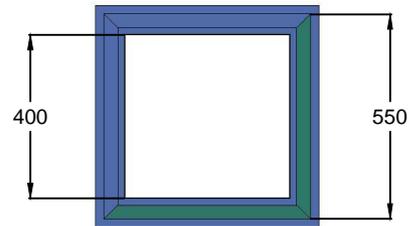
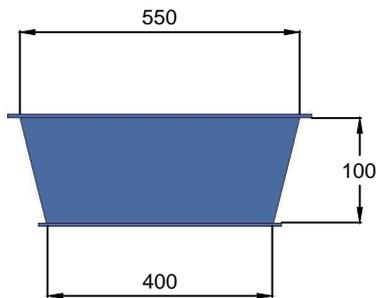
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - S - 03	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

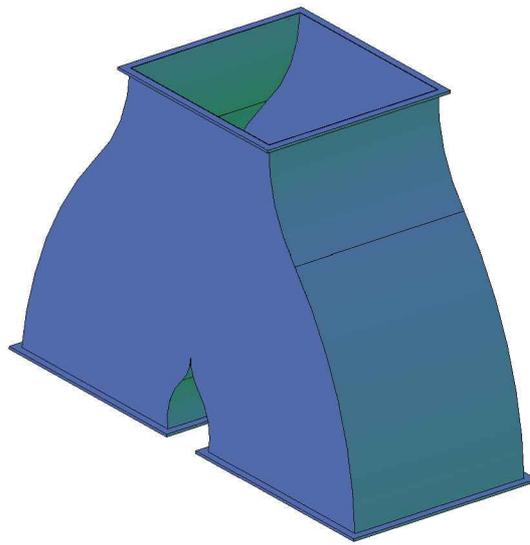
D

E

F

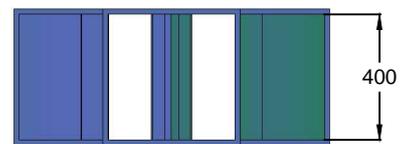
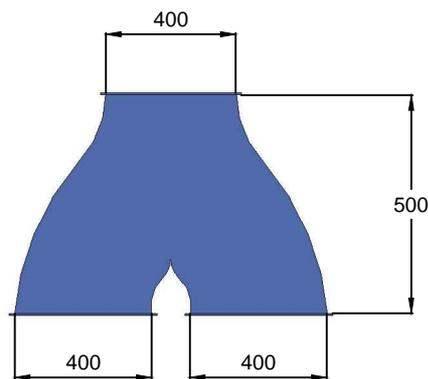
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 04	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

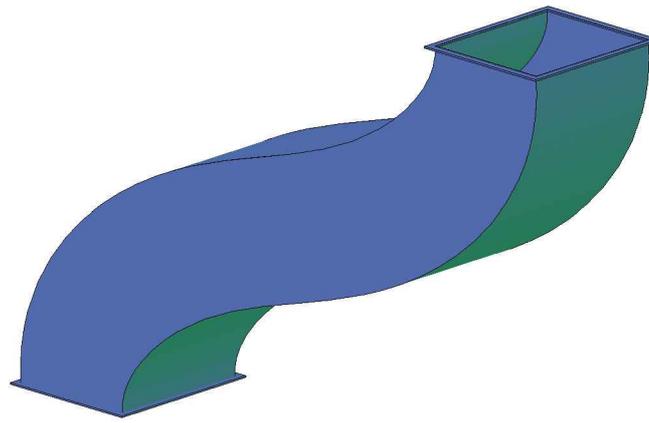
D

E

F

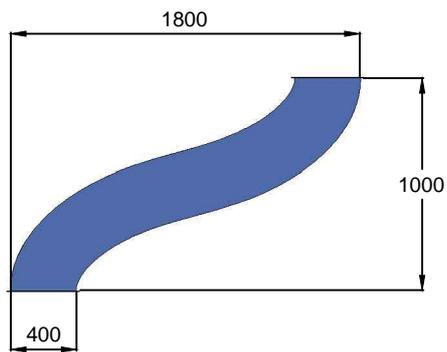
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - S - 05	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

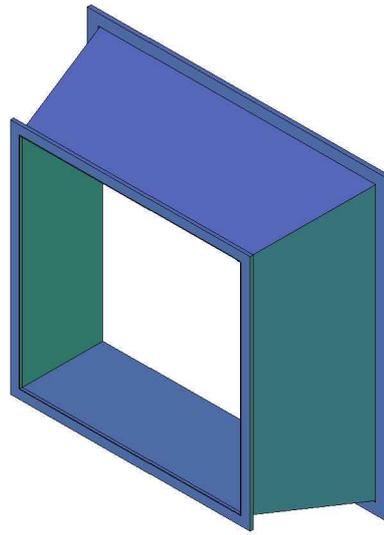
D

E

F

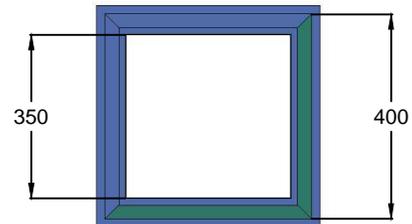
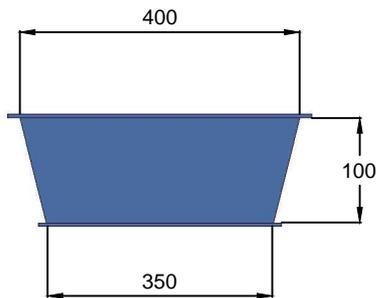
G

H



VISTA SUPERIOR

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 06	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

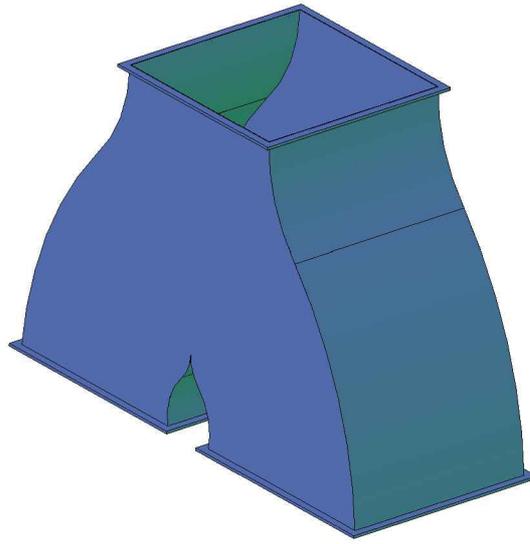
D

E

F

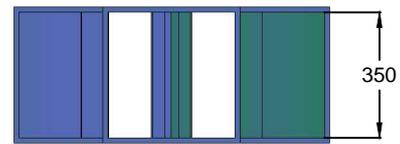
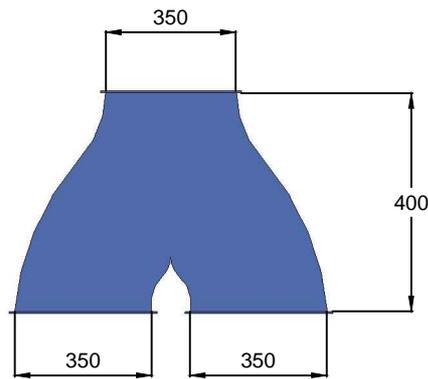
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 07	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

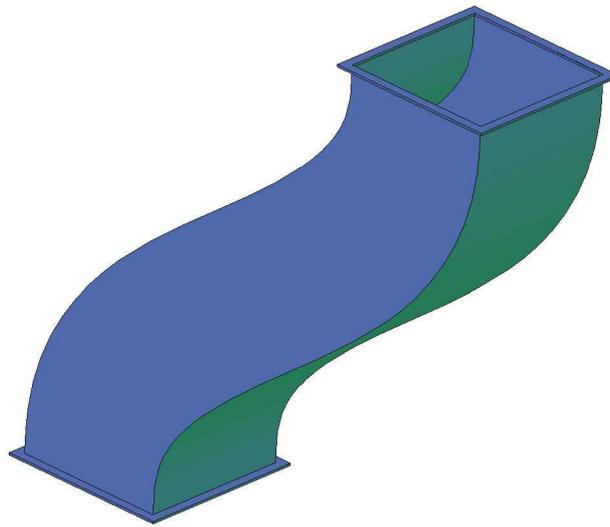
D

E

F

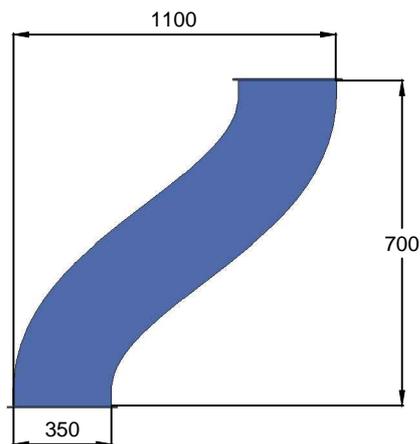
G

H



VISTA LATERAL

VISTA SUPERIOR



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 08	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

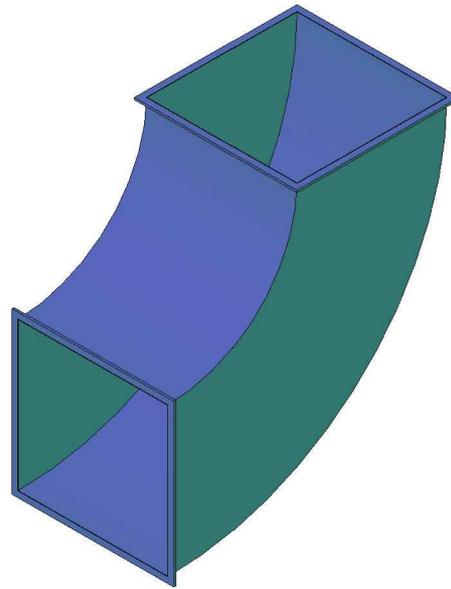
D

E

F

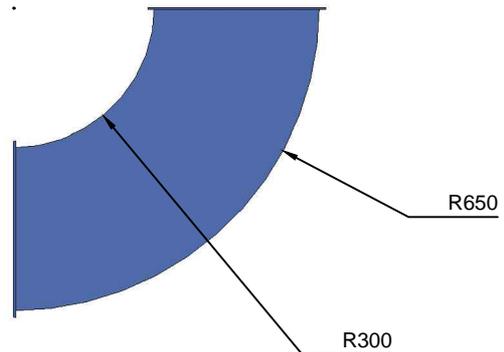
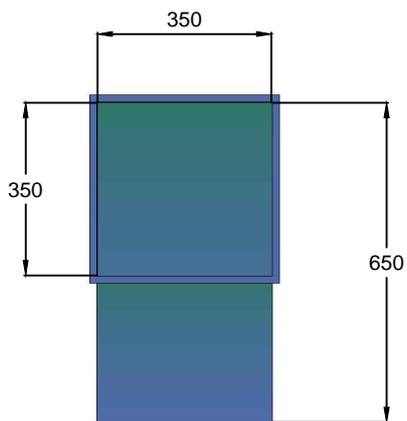
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

Fecha	Nombre		
30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
	PJN	Ing. De Carli, Anibal	
PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
TITULO:		T - I - S - 09	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

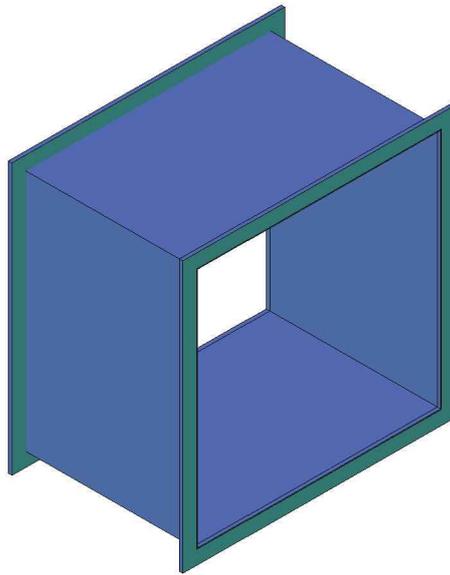
D

E

F

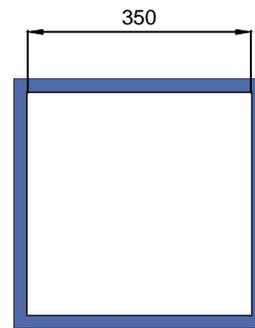
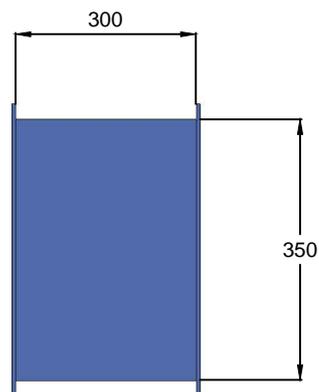
G

H



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL



MATERIAL: CHAPA ACERO GALVANIZADO
 ESPESOR: 0.5MM
 BRIDAS DE 20MM

MEDIDAS EXPRESADAS EN MM

	Fecha	Nombre		
Dib	30/05/16	BM	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev		PJN	Ing. De Carli, Anibal	
Apr				
	PROYECTO:		1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:		T - I - S - 10	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

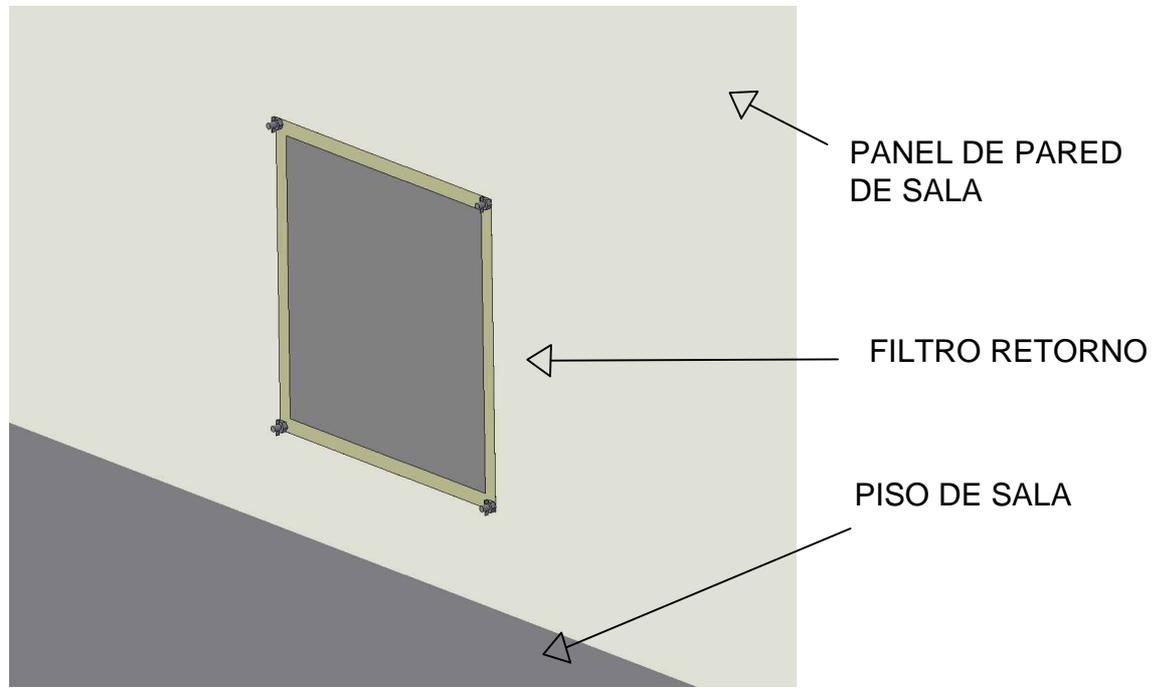
D

E

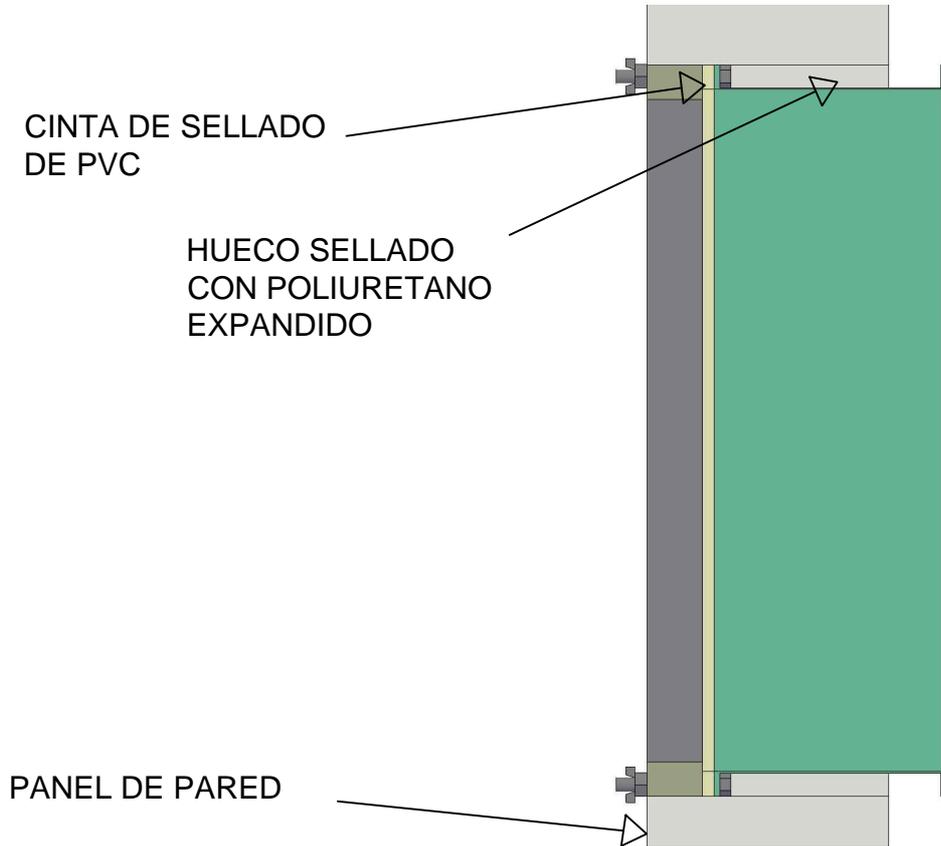
F

G

H



CORTE



		Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)	
	Dib	30/05/16	BM	Ing. De Carli, Anibal		
	Rev		PJN			
	Apr					
	PROYECTO:				1510C	PROYECTO FINAL
	TITULO:				T - R - M - 01	INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

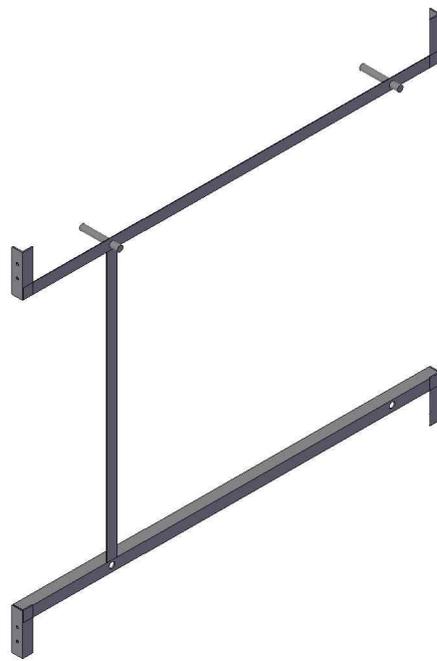
D

E

F

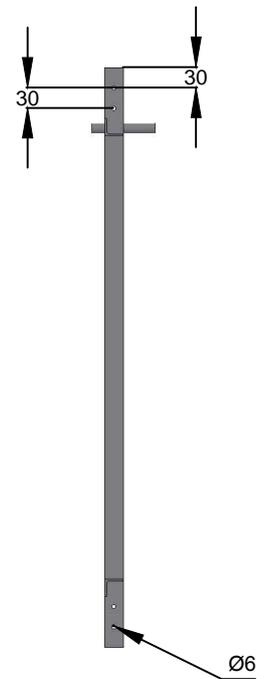
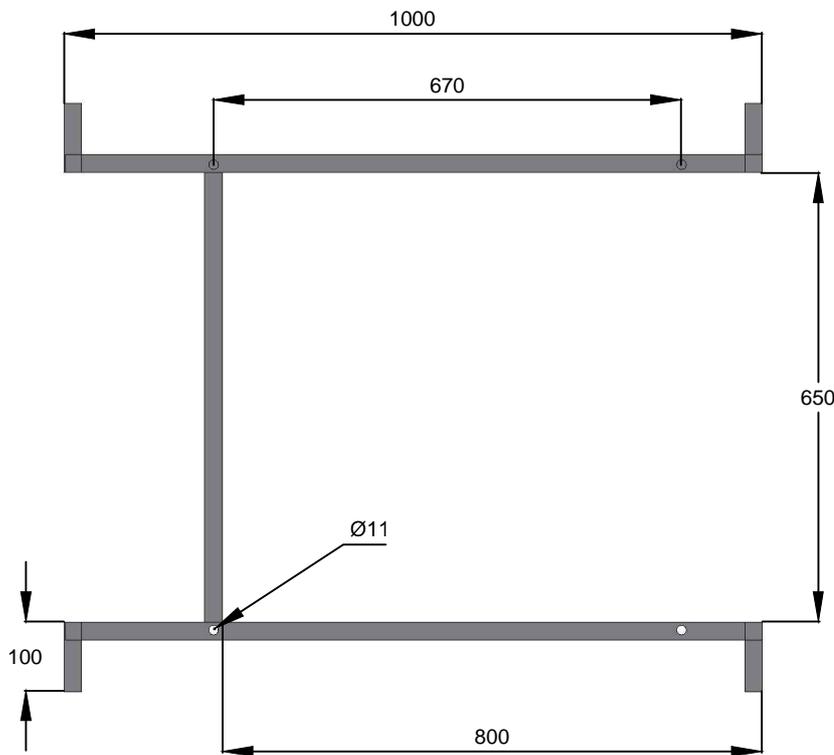
G

H



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



HIERRO ÁNGULO 1" x 3/16"
CANTIDAD 2
MEDIDAS EN MM

Dib	Fecha	Nombre	Ing. Puente, Gustavo Ing. De Carli, Anibal	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (F.R.C.U)
Rev	30/05/16	BM		
Apr		PJN		
PROYECTO:		1510C		PROYECTO FINAL
TITULO:		T - R - M - 02		INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA