

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Diseño De Una Cámara De Pintado Para Autos”

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Richard Iván Resabala Foster

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015

# AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi familia, especialmente a mi Madre, quienes siempre me apoyaron en todo ámbito, a mis compañeros de trabajo y al Ing. Ernesto Martínez Director de la tesis por su colaboración en la guía de la misma.

# DECLARACIÓN EXPRESA

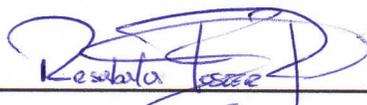
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Richard Ivan Resabala Foster

Ing. Ernesto Martínez Lozano

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Estoy también de acuerdo que el vídeo de la presentación oral es de plena propiedad de la FIMCP.



Richard Iván Resabala F.

Autor



Ing. Ernesto Rolando Martínez L.

Director

# RESUMEN

El presente trabajo trató sobre el “diseño de una cámara para pintado de autos”. La cámara de pintura tiene una configuración con flujo de aire vertical y presión positiva en su interior. Para realizar este arreglo, el aire de ingreso pasa a través del techo por medio de filtros evitando el ingreso de partículas que pueda afectar el acabado de pintura, el aire que desciende hacia el piso es filtrado para evitar que el exceso de pulverización de pintura tenga salida al medio ambiente. El objetivo principal es evitar la contaminación ambiental y daños a la salud de los trabajadores. Se cumplió con este requerimiento ya que la cámara se diseñó bajo la norma OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*) en sus capítulos 1910.94 (c) y 1910.197 (b), (c), (d), (f), (g).

La cámara de pintado tiene en su diseño, paneles de acero con poliuretano inyectado tipo sánduche, los cuales sirven de paredes en la estructura del cuarto. El piso se diseñó cubierto con rollos de filtro sintético en toda su superficie, sobre los cuales se ubicaron rejillas de acero. El techo de la cámara se diseñó con filtros tipo pliegues, por los cuales pasa el aire inyectado desde el sistema de ventilación, conformado por ductos de tol galvanizados sin aislar al igual que el sistema de extracción de aire. El equipo de ventilación tiene un ventilador centrífugo doble oído modelo DA 30/28 con un motor de 15 HP para la inyección de aire y para la extracción se propone el uso de un ventilador centrífugo tipo vent-set modelo CMI-900 motor de 15HP. Estos equipos se seleccionaron en base a su aplicación, capacidad de flujo y caída de presión. Los materiales y equipos estuvieron seleccionados bajo la norma OSHA.

En base al diseño se puede mencionar que la velocidad uniforme del aire en el interior de la cámara de pintado es de  $100 \text{ ft}/\text{min}$ ; la cual es indicada por la norma OSHA. La iluminación dio como resultado 857 lux, con esto se mantiene el nivel de iluminancia requerido.

**Palabras Clave:** Diseño, ventilación, flujo, OSHA, norma, contaminación, filtro, ventilador centrífugo, presión, iluminancia.

# **ABSTRACT**

*The work herein developed is about the design a car painting chamber. That painting chamber has a configuration of a vertical air flow and positive pressure inside. In order to achieve this, the gas entry passes through the roof filters that avoid the entry of particles that can affect the paint finish the air that flows down toward the floor is filtered in order to avoid that the excess of pulverization of the painting has exit to the environments. The main goal is to avoid the environmental pollution and health issues of the workers. This design complies with this requirement under the norm OSHA In its chapters 1910.94 (c) y 1910.197 (b), (c), (d), (f), (g).*

*The painting chamber has in its design steel panels with injected polyurethane which is injected in a form of sandwich. Such panels are install over the walls of the chamber. The floor was covered with rolls of synthetic filters over the whole surface. Steel racks were installed over this. The roof of the chambers folds filters that allow the passing of the injected air from the ventilation system. Such a ventilation system is built by pipes of galvanized tools with no insulation as well as the extraction air system. The ventilation equipment's were formed by a centrifugal fan double ear model DA30/28 powered by a 15hp motor for the gas injection and centrifugal vertical fan type CMI-900 was used to extract the Air. These equipment's were selected based on their application, flow capacity and drop pressure. The norm OSHA were used for this selection.*

*Based on the design it can be mention that the painting chamber has in the Inside a uniform air speed which is indicated under the standard OSHA. This is due To the configuration of the ventilation system that was deployed along the chamber. The chamber lighting was about 857 lux. With this value the recommended lightning is obtained.*

**Keywords:** *design, ventilation, flow, osha, norm, pollution, filter, centrifugal fan pressure lighting*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	IV
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ABREVIATURAS .....	VIII
SIMBOLOGÍA.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE PLANOS .....	XII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.2.1 Objetivo General.....	1
1.2.2 Objetivos Específicos .....	1
1.3 Marco teórico.....	2
1.3.1 Procesos de aplicación de pintura para autos.....	2
1.3.2 Tipos de cámaras de pintado de autos. ....	4
CAPÍTULO 2 .....	6
2. Metodología del Diseño .....	6
2.1 Requerimientos del diseño. ....	7
2.2 Diseño de forma. ....	7
2.3 Selección de materiales para el diseño. ....	8
2.4 Diseño del sistema de presurización. ....	9
2.5 Sistema de filtrado de aire. ....	26
2.6 Seguridad. ....	27
2.7 Sistema eléctrico. ....	27

2.8 Estudio de costos .....	28
CAPÍTULO 3 .....	30
3. Resultados .....	30
CAPÍTULO 4 .....	32
4. Discusión y conclusiones .....	32
4.1 Conclusiones .....	33
4.2 Recomendaciones .....	34
BIBLIOGRAFÍA .....	35
APÉNDICES .....	36

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
VAN	Valor actual neto.
TIR	Tasa interna de retorno.
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>

## SIMBOLOGÍA

#N	Número de renovaciones de aire por hora.
\$	Dólares
ft <sup>3</sup> /min	Pie cúbico por minuto.
ft/min.	Pie por minuto.
Ton	Toneladas.
Lux	Nivel de iluminación
pulg	Pulgada
m <sup>3</sup>	Metro cúbico.
A	Área
in H <sub>2</sub> O	Pulgadas de agua.
Q	Caudal.
v	Velocidad.

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 Capas de pintura automotriz .....	4
FIGURA 1-2 Cámara con flujo de aire vertical.....	5
FIGURA 1-3 Cámara con flujo de aire semivertical .....	5
FIGURA 1-4 Cámara con flujo de aire horizontal.....	5
FIGURA 2-1. Diseño de forma cámara de pintado para autos <i>SolidWork 2014</i> .....	8
FIGURA 2-2. Sistema de ductos de inyección de aire <i>SolidWork 2014</i> .....	10
FIGURA 2-3 Ductulador .....	11
FIGURA 2-4 Software de selección de Ventilador de inyección de aire .....	18
FIGURA 2-5 Sistema de ductos extracción de aire <i>SolidWork 2014</i> .....	18
FIGURA 2-6 Software de selección de Ventilador para extracción de aire .....	23
FIGURA 2-7 Simulación piso de cámara de pintado, software Solidwork .....	24
FIGURA 2-8 Simulación viga IPE 120, software Solidwork .....	24
FIGURA 2-9 Simulación de perfil U, software solidwork.....	25
FIGURA 2-10 Simulación de perfil U, software solidwork.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Matriz de Selección de alternativas .....	6
TABLA 2 Coeficiente de pérdida en codo. ....	12
TABLA 3 Coeficiente de pérdida en transición. ....	13
TABLA 4 Coeficiente de pérdida en transición. ....	14
TABLA 5 Coeficiente de pérdida en transición. ....	15
TABLA 6 Tabla de Resumen de Caída de Presión en Inyección .....	17
TABLA 7 Coeficiente de pérdida en transición. ....	19
TABLA 8 Tabla de Resumen de Caída de Presión en Extracción.....	22
TABLA 9 Clasificación peso de automóviles.....	23
TABLA 10 Costo debido a Materiales .....	28
TABLA 11 Costos de equipos .....	28
TABLA 12 Costos totales .....	28
TABLA 13 Flujos de caja neto en 5 años.....	29

# ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Estructura de Piso
Plano 2	Filtro sintético
Plano 3	Ductos de Extracción de Aire
Plano 4	Sistema Plenum de Inyección de Aire.
Plano 5	Ductos de Inyección de Aire.
Plano 6	Filtro de Inyección
Plano 7	Cámara pintado de Auto Vista tridimensional

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata acerca del diseño de una cámara de pintado para autos. La cámara de pintado es un recinto confinado, el mismo que es acondicionado con un sistema de ventilación, iluminación y accesorios para el pintado. Para los talleres automotrices es indispensable el uso de una cámara de pintado para obtener acabados de buena calidad.

### 1.1 Descripción del problema

En la industria de autos es importante la pintura que se aplica sobre la carrocería de los mismos, ya que sirve de protección contra la corrosión y brinda el acabado estético. La clientela necesita repintar sus vehículos por reparación de choques, cambio de color, por el desgaste a través del tiempo, etc.

Actualmente, hay pequeños talleres automotrices, esta actividad genera contaminación ambiental y en el largo plazo el riesgo de contraer enfermedades pulmonares. Por este motivo, es necesario el diseño de una cámara de pintado para autos, la cual evitará que se generen estos problemas.

### 1.2 Objetivos

#### 1.2.1 Objetivo General

Diseñar una cámara de pintado para autos para controlar la contaminación ambiental y daños a la salud de los trabajadores.

#### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar los componentes de la cámara. Realizar un diseño de fácil implementación.
- Utilizar materiales de fabricación nacional en la mayor parte del diseño.

### **1.3 Marco teórico**

#### **1.3.1 Procesos de aplicación de pintura para autos.**

Una actividad anterior a la aplicación de pintura es la preparación del vehículo, dicha actividad es básica y fundamental.

Entre los procesos de aplicación de la pintura se puede numerar los siguientes:

##### 1. Limpieza y desengrasado

Se deben utilizar desengrasantes con paños que no generen pelusas con el principal objetivo de que el área de la aplicación de pintura esté limpia y seca. Las fallas más comunes regularmente son ocasionadas por una mala limpieza de la superficie.

##### 2. Preparación de la mezcla

Para realizar el mezclado de los compuestos de cada pintura, se deben tener vasos cilíndricos transparentes de medición.

##### 3. Equipo de aplicación

Para la aplicación de la pintura, se utiliza pistolas aerográficas, las mismas que son seleccionados en base a los parámetros de presión y velocidad de aplicación.

##### 4. Trabajo dentro de la cabina

El operario debe estar capacitado sobre el funcionamiento de la cabina, de esta manera verificará las condiciones normales dentro de la misma.

##### 5. Seguridad e higiene

El personal de trabajo debe utilizar sus implementos de seguridad, tales como: overol, gafas, guantes, mascarillas, botas, etc. El área de trabajo, debe mantenerse limpia antes y después del pintado.

## **Tipos de proceso de pintado.**

El pintado automotriz se realiza aplicando capas de pintura, con un orden determinado.

Existen tres capas de pintura, las mismas que cumplen diferentes funciones, estas son: primer, pintura de color y barniz o laca acrílica.

### **Primer o Pintado de fondo.**

La primera capa de pintura que se aplica es el **primer**, llamado pintura base, imprimante o aparejo. Sirve para prevenir el óxido, su color básico es el gris en tono mate (sin brillo), esto ayuda a visualizar posibles imperfecciones en la superficie.

### **Pintura de color o pintado de acabado.**

Existen dos tipos de tecnología en la **pintura de color**, estas son: base de agua y base solvente.

**Base de agua**, está compuesta en su base principal por agua desionizada, es menos dañina para el ambiente, pero tiene un tiempo de secado más lento por lo que se necesita de elementos externos de secado.

**Base solvente**, contiene elementos orgánicos volátiles, como son: el metanol, acetona, tolueno, etc., los cuales son dañinos para el medio ambiente. Su ventaja es que tiene un secado más rápido.

Los tonos del color están dados por tres tipos de pintura que son:

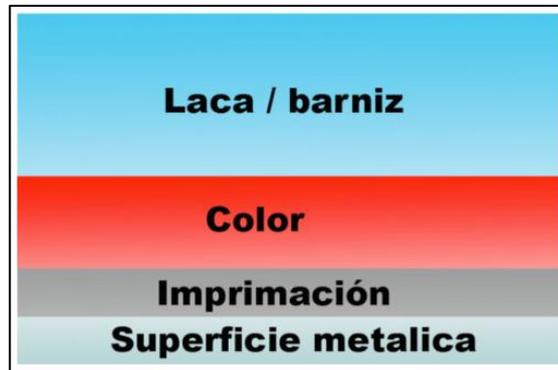
**Acrílicas**, son de secado rápido con un acabado de semibrillo. El tiempo de secado para manipulación es de 30 minutos a 1 hora, secado completo 1 día.

**Poliuretano**, se seca en presencia de un catalizador. Dependiendo del fabricante, este puede estar en relación de 4:1, 3:1, 2:1. Otorga un acabado brillante sólido (color de un solo tono) y mate perlada (cambio de tono según la posición de la luz). Su tiempo de secado para manipulación es de 1 a 2 horas, secado completo 2 días.

**Poliéster**, llamada "base" un derivado del poliuretano, su rápido secado facilita el trabajo. El acabado es opaco en pinturas sólidas como perlada, por lo tanto se debe

usar barniz para el brillo. Tiempo de secado para manipulación 10 a 30 minutos, secado completo 12 horas.

**El barniz o laca acrílica**, es nombrado pintura protectora, da un acabado brillante y sirve de barrera contra la intemperie. (Ver Figura 1-1)



**FIGURA 1-1 Capas de pintura automotriz**

(s.f.). Obtenido de <http://www.neumatire.com/DESCONTAMINADO>

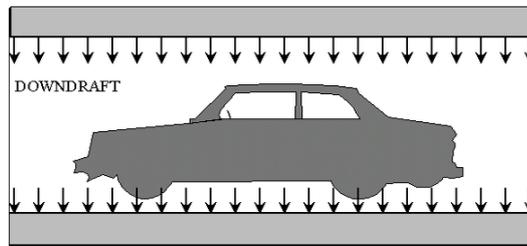
### **1.3.2 Tipos de cámaras de pintado de autos.**

Las cámaras de pintado para autos pueden ser presurizadas y no presurizadas, la aplicación del pintado de las cámaras están en función de la dirección del flujo de aire. En las cámaras presurizadas se genera una barrera de aire, que evita el ingreso de polvo y elementos contaminantes hacia interior. Las no presurizadas se mantiene a presión atmosférica.

La dirección del flujo de aire se detalla a continuación:

#### *Flujo vertical*

El aire se inyecta desde el techo de la cámara y desciende al piso en sentido vertical para su extracción. (Ver Figura 1-2).

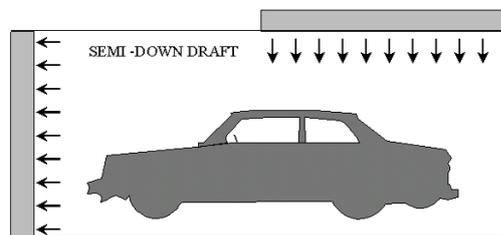


**FIGURA 1-2 Cámara con flujo de aire vertical**

(s.f.). Obtenido de <https://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/nioshctm/nioshctm.html#ref11>

*Flujo semivertical*

El flujo del aire viene desde la parte superior en un extremo de la pared de ingreso, hacia la parte inferior del lado de la pared opuesta. (Ver Figura 1-3)

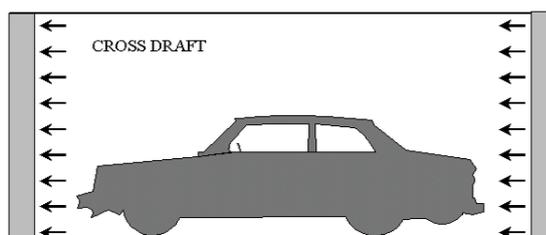


**FIGURA 1-3 Cámara con flujo de aire semivertical**

(s.f.). Obtenido de <https://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/nioshctm/nioshctm.html#ref11>

*Flujo horizontal*

La corriente del aire tiene un trayecto horizontal desde una pared que inyecta a la opuesta que extrae. (Ver Figura 1-4)



**FIGURA 1-4 Cámara con flujo de aire horizontal**

(s.f.). Obtenido de <https://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/nioshctm/nioshctm.html#ref11>

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

En este capítulo se detalla las partes y componentes de la cámara de pintado. Las especificaciones técnicas de los sistemas empleados en el diseño se evalúan en los cálculos correspondientes de los mismos.

### Alternativas de diseño.

Luego de ver los diferentes tipos de cabinas se procede a ponderar cada diseño, mediante las siguientes consideraciones:

**TABLA 1 Matriz de Selección de alternativas**

Características	Alternativas			
	Ponderación	A	B	C
Eficiencia	40	38	32	30
Producción	20	19	15	14
Consumo	10	8	5	6
Mantenimiento	20	18	15	13
Costo	10	6	8	7
<b>Total</b>	100	<b>89</b>	75	70

A: Cabina Flujo Vertical

B: Cabina Flujo Semivertical

C: Cabina Flujo Horizontal

### Descripción y selección de la mejor alternativa.

La mejor alternativa de acuerdo a la matriz de selección mostrada en la Tabla 1, da como resultado la cabina de flujo vertical.

El principio de funcionamiento de la cámara de flujo vertical es inyectar aire por el techo, el mismo que pasa por filtros con el cual se evita el ingreso partículas que afecten el acabado de la pintura. La extracción de aire se realiza por debajo del piso el cual está conformado por rejillas, debajo de éstas se coloca los filtros para retener la pintura. La cámara tiene una presión positiva en el interior, esto significa que el ventilador de inyección de aire maneja un caudal mayor al caudal de extracción.

Por su eficiencia, se puede decir que al generar un flujo de aire menos turbulento dada su configuración, genera un ambiente en el cual se evidencia mejores acabados

de pintura, esto a su vez aumenta la producción de trabajos realizados. Se considera una menor necesidad de realizar mantenimiento, se obtiene una mejor distribución puesto que las partículas de pintura son captadas por los filtros.

Para el costo de implementación, se requiere una obra civil lo que implicaría un aumento a su costo inicial. En términos generales dado sus beneficios, la selección de la cámara de pintura de flujo vertical es la mejor opción.

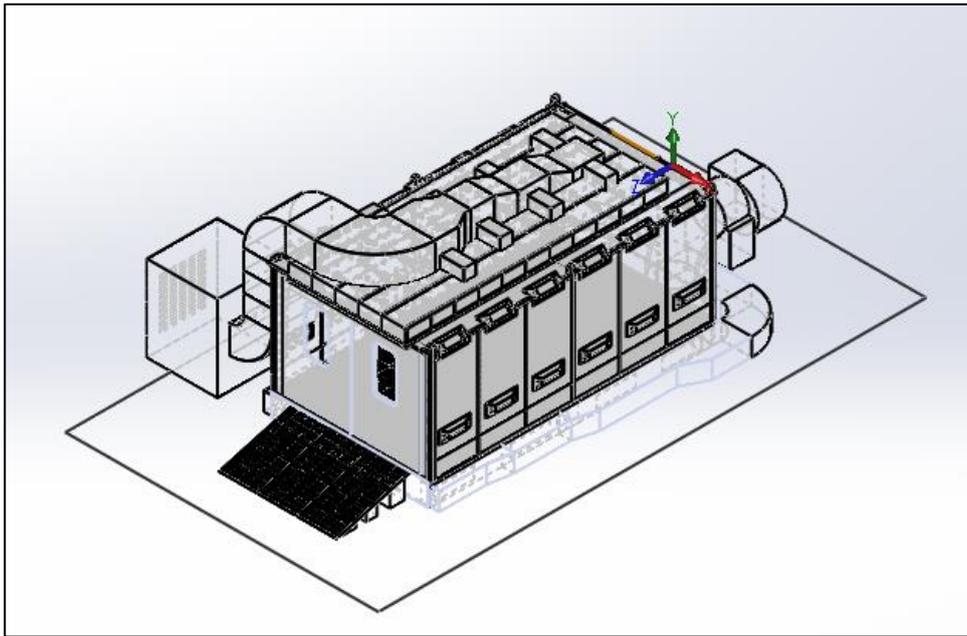
## **2.1 Requerimientos del diseño.**

Los requerimientos del diseño son establecidos por la norma OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*) en sus capítulos 1910.94 (c) y 1910.197 (b), (c), (d), (f), (g). En base a la norma se selecciona los materiales, condiciones internas y externas, protección, operación y mantenimiento.

## **2.2 Diseño de forma.**

Las dimensiones promedio de un auto son las siguientes: 5 m de largo x 2 m de ancho x 1.5 m de altura. Por este motivo, la cámara de pintado tendrá las siguientes dimensiones internas: 7 m de largo x 4 m de ancho x 2.8 m de altura, de esta manera el vehículo tendrá el espacio necesario para realizar la aplicación de la pintura. La cámara de pintado es de flujo vertical presurizada.

El sistema de ventilación está conformado por: ventiladores, ductos metálicos y filtros. El ducto de inyección de aire se coloca sobre el techo de la cámara, debajo de ellos se encuentra el filtro respectivo. En la sección de extracción del aire, los ductos son ubicados en el piso por los costados de la cámara. El piso dispone de rejillas en toda la superficie. (Ver Figura 2-1).



**FIGURA 2-1. Diseño de forma cámara de pintado para autos. SolidWorks 2014**

La estrategia del diseño de la cámara es:

- ❖ Dimensionar el sistema de ventilación para calcular el peso de los ductos.
- ❖ Armar la estructura metálica, la que servirá de soporte del sistema de ventilación.
- ❖ El cuarto se diseña con un piso falso, la selección de éste debe resistir el peso del auto.
- ❖ Fijada la estructura se procede al armado del cuarto.
- ❖ El sistema de iluminación se adecúa al requerimiento necesario.
- ❖ La parte eléctrica debe entregar la capacidad solicitada para los ventiladores e iluminación.

### **2.3 Selección de materiales para el diseño.**

La norma OSHA 1910.107 (b) (1) indica que la cámara de pintado deberá construirse preferiblemente en acero, apoyado de forma segura y rígida, no se debe utilizar materiales inflamables. Los materiales elegidos son los siguientes:

**Estructura:** Conformada por acero ASTM A36, se utilizarán ángulos, perfil de canal U y correas "G".

**Paredes:** Para las paredes se utiliza paneles de acero tipo sánduche, inyectado con poliuretano expandido, que por su propiedad termoacústica son ideales para la cámara.

**Piso:** La base del piso está conformada por vigas tipo IPE 120, sujetadas por mallas perforadas de acero permitiendo el paso del aire para su extracción.

**Ductos de ventilación:** Los ductos son de planchas de acero galvanizado.

**Luces:** La iluminación es dada por tubos LED de 10W modelo T8.

**Filtros:** Se cuenta con filtros de pliegues y rollos de filtro sintético.

## 2.4 Diseño del sistema de presurización.

Para realizar el diseño de presurización se define el caudal de aire necesario para cumplir con las condiciones de trabajo, el cual es dado de acuerdo a los parámetros que exige la norma.

La dimensión interna de la cámara es: 7m x 4 m x 2.8 m (largo x ancho x altura), por lo que el volumen de la cámara es:

$$V_{cámara} = 7m \times 4m \times 2.8m = 78.4 m^3$$

El caudal de inyección de aire está dado por la siguiente ecuación (2.1).

$$Q_i = V_{cámara} \times \#N \quad \text{ec.(2.1)}$$

Donde:

$Q_i$ , es el caudal de inyección de aire.

$V_{cámara}$ , volumen interno de la cámara.

$\#N$ , número de renovaciones de aire por hora.

El número de renovaciones de aire por hora que se recomienda es de 475, con este valor se asegura una velocidad de 100 ft/min, la norma indica en su literal 1910.107 (b) (5) (i), que no debe ser inferior a este valor.

$$Q_i = 78.4 m^3 \times 475 \frac{\text{renovaciones}}{h}$$

$$Q_i = 37240 \frac{m^3}{h}$$

Como la cámara de pintado es presurizada, el caudal de extracción de aire  $Q_e$ , es un 10% menor que el caudal de inyección, esto otorga una presión positiva:

$$Q_e = 37240 \frac{m^3}{h} * 0.9$$

$$Q_e = 33516 \frac{m^3}{h}$$

La norma utiliza unidades en el sistema inglés, por lo que se debe realizar la conversión:

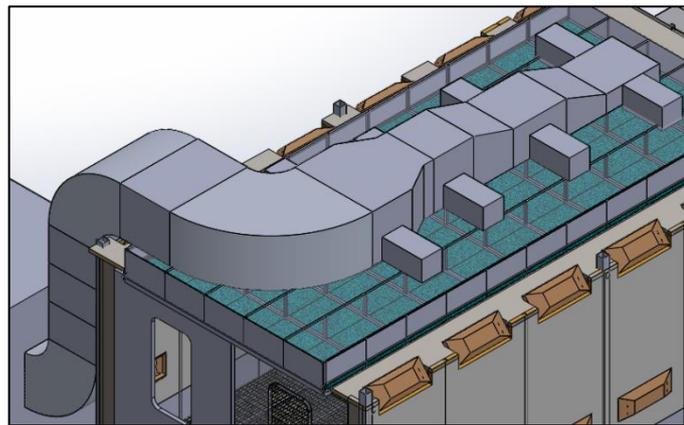
$$Q_i = 21918,64 \frac{ft^3}{min}$$

$$Q_e = 19726,77 \frac{ft^3}{min}$$

Con los caudales de aire se dimensiona los ductos de acuerdo a la configuración seleccionada.

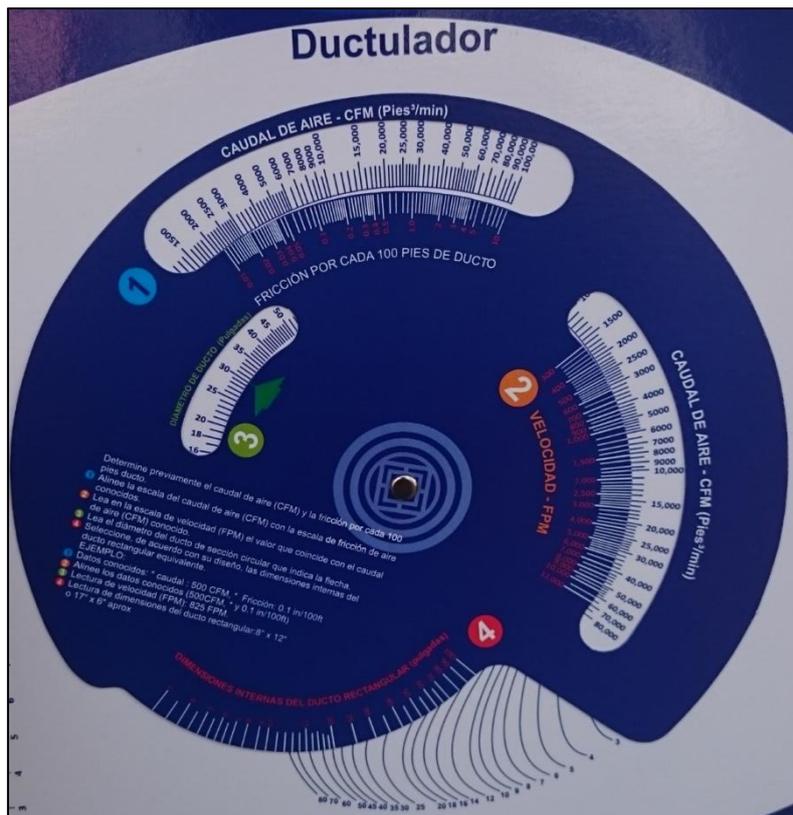
### **Inyección De Aire**

El diseño de inyección de aire tiene la configuración de ductos mostrada en la Figura 2-2:



**FIGURA 2-2. Sistema de ductos de inyección de aire SolidWork 2014**

Para dimensionar los ductos se utilizó un ductulador mostrado en la Figura 2-3:



**FIGURA 2-3 Ductulador**

Fuente: de Laminaire S.A.

Como se muestra en la figura 2-1, ésta herramienta permite dimensionar los ductos, con la velocidad de transporte y el caudal de aire. En este caso la velocidad de transporte es 2500 ft/min, con un caudal de 21918,64 ft<sup>3</sup>/min, tiene como resultado un ducto principal de 46"x28".

El sistema de inyección tiene una distribución con ocho salidas de aire, por lo que en cada ramal se maneja 2739,83 ft<sup>3</sup>/min. La dimensión de los ductos de descarga es de 12"x12".

El trayecto del ducto principal se secciona respecto al caudal a través del mismo. El siguiente tramo de ducto maneja un caudal de 16438,98 ft<sup>3</sup>/min, por lo tanto el ducto es de 28"x28", el mismo procedimiento se utiliza con los dos tramos restantes quedando con dimensiones de 28"x20" y 28"x10".

## Caída De Presión En El Sistema

La caída de presión estática se calcula por cada tramo y accesorios involucrados en el sistema. La presión estática es la que se ejerce en todas las direcciones del ducto. Para calcular la caída de presión en los accesorios se utiliza el método de coeficiente de pérdidas, este método utiliza la ecuación 2.2.

$$H_f = CxH_v = Cx\left(\frac{V}{4000}\right)^2 \quad \text{ec.(2.2)}$$

Donde:

$H_f$ = pérdida total de presión a través de la conexión [in de H2O]

$C$ = coeficiente de pérdidas

$H_v$ = presión de la velocidad en la conexión, [in de H2O]

$V$ = velocidad, [ft/min]

Para la inyección de aire se propone utilizar 3 codos, 4 transiciones rectangulares y 8 ramales. En cuanto al cálculo de los coeficientes de pérdida se muestra en las tablas 2, tabla 3, tabla 4, tabla 5.

## Codos

**TABLA 2 Coeficiente de pérdida en codo.**

F. Elbow, Rectangular, Smooth Radius without Vanes (15)											
Coefficients for 90° elbows: (See Note 1)											
Coefficient C (See Note 3)											
R/W	H/W										
	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
0.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.42	0.43	0.44
1.0	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21
1.5	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17
2.0	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

*HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN 1990-THIRD EDITION U.S & METRIC*

La tabla 2 muestra la relación de dimensiones que se debe utilizar para encontrar el coeficiente de pérdida.

La relación de los codos de subida de los lados  $H/W=1.6$  y  $R/W=1$ , por lo tanto el coeficiente de pérdida es 0.19.

Remplazando en la ecuación 2.2:

$$H_f = 0.19x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.074 \text{ in } H_2O$$

Por 2 codos:

$$H_f = 0.15 \text{ in } H_2O$$

Para el codo de entrada al ducto de inyección de aire en la parte superior, las relaciones que se establecen son:  $H/W=0.6$ ,  $R/W=1$  por lo que  $C=0.24$ , reemplazando en la ecuación 2.2.

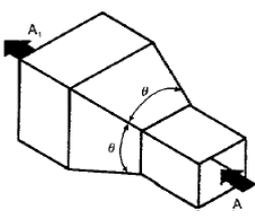
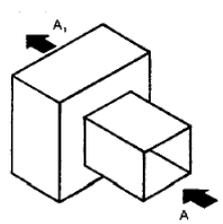
$$H_f = 0.24x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.094 \text{ in } H_2O$$

## Transiciones

**TABLA 3 Coeficiente de pérdida en transición.**

**B. Transition, Rectangular, Pyramidal (15)**

When  $\theta = 180^\circ$

Coefficient C (See Note 6)

A <sub>1</sub> /A	$\theta$							
	16°	20°	30°	45°	60°	90°	120°	180°
2	0.18	0.22	0.25	0.29	0.31	0.32	0.33	0.30
4	0.36	0.43	0.50	0.56	0.61	0.63	0.63	0.63
6	0.42	0.47	0.58	0.68	0.72	0.76	0.76	0.75
≥ 10	0.42	0.49	0.59	0.70	0.80	0.87	0.85	0.86

**Note 6:** A = Area (Entering airstream), A<sub>1</sub> = Area (Leaving airstream)

*HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN 1990-THIRD EDITION U.S & METRIC*

La transición que se muestra en la tabla 3 da la relación de área de la corriente de entrada sobre el área de corriente que resulta en este caso es:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{46'' \times 28''}{38'' \times 38''} = 0.9$$

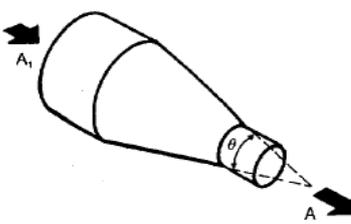
El ángulo  $\Theta=30^\circ$ , entonces  $C=0.125$

$$H_f = 0.125x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.049 \text{ in H}_2\text{O}$$

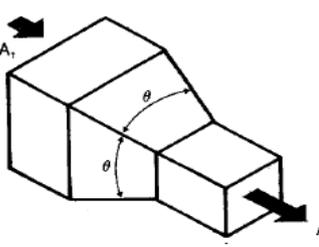
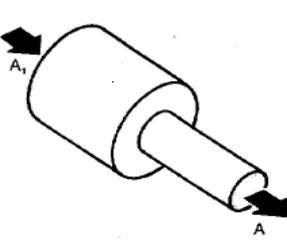
**TABLA 4 Coeficiente de pérdida en transición.**

**A. Contraction, Round and Rectangular, Gradual to Abrupt (15)**



Coefficient C (See Note 7)

A <sub>1</sub> /A	θ						
	10°	15°-40°	50°-60°	90°	120°	150°	180°
2	0.05	0.05	0.06	0.12	0.18	0.24	0.26
4	0.05	0.04	0.07	0.17	0.27	0.35	0.41
6	0.05	0.04	0.07	0.18	0.28	0.36	0.42
10	0.05	0.05	0.08	0.19	0.29	0.37	0.43

When  $\theta = 180^\circ$

**Note 7:** A<sub>1</sub> = Area (Entering airstream), A = Area (Leaving airstream)

*HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN 1990-THIRD EDITION U.S & METRIC*

La transición que se muestra en la tabla 4 utiliza las relaciones como en la primera transición, por lo tanto:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{46'' \times 28''}{28'' \times 28''} = 1.6$$

El ángulo  $\Theta=60^\circ$ , entonces  $C=0.06$

$$H_f = 0.06x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.023 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para las dos siguientes transiciones:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{28'' \times 28''}{28'' \times 20''} = 1.4$$

El ángulo  $\Theta=116^\circ$ ,  $C=0.17$

$$H_f = 0.17x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.066 \text{ in H2O}$$

$$\frac{A_1}{A} = \frac{28'' \times 20''}{28'' \times 10''} = 2$$

El ángulo  $\Theta=122^\circ$ ,  $C=0.26$

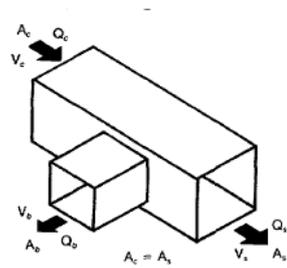
$$H_f = 0.18x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.070 \text{ in H2O}$$

## Ramales

**TABLA 5 Coeficiente de pérdida en transición.**

**Q. Tee, Rectangular Main and Branch**



Branch, Coefficient C (See Note 8)

$V_b/V_c$	$Q_b/Q_c$								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.2	1.03								
0.4	1.04	1.01							
0.6	1.11	1.03	1.05						
0.8	1.16	1.21	1.17	1.12					
1.0	1.38	1.40	1.30	1.36	1.27				
1.2	1.52	1.61	1.68	1.91	1.47	1.66			
1.4	1.79	2.01	1.90	2.31	2.28	2.20	1.95		
1.6	2.07	2.28	2.13	2.71	2.99	2.81	2.09	2.20	
1.8	2.32	2.54	2.64	3.09	3.72	3.48	2.21	2.29	2.57

For Main Loss Coefficient (C) see Fitting 14-14A (Page 14.33)

*HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN 1990-THIRD EDITION U.S & METRIC*

En relación a la velocidad del caudal de entrada y salida de aire para la determinación del coeficiente de pérdida, se toma como referencia el último ramal que es el más lejano, el cual genera la mayor caída de presión en este accesorio, el caudal de entrada es 5479.66 ft<sup>3</sup>/min, entonces:

$$\frac{Q_b}{Q_c} = \frac{2739.83}{5479.66} = 0.5$$

$$\frac{V_b}{V_c} = 1$$

El coeficiente de pérdida es de 1.27.

La caída de presión por ramales fue:

$$H_f = 1.27x \left( \frac{2500}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.496$$

### Longitud del Ducto

Para calcular las pérdidas en la longitud de ducto principal de inyección, se utiliza el ductulador, el cual da como resultado la caída de presión por cada 100 pies de ducto ingresando la velocidad y el caudal.

Con una velocidad de 2500 ft/min y caudal de 21918,64  $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ , se genera una caída de presión de 0.2 inH<sub>2</sub>O/100 ft. Realizando una regla de tres se obtiene.

$$\begin{array}{cc} 0.2 \text{ in H}_2\text{O} & 100 \text{ ft} \\ x & 10 \text{ ft} \end{array}$$

$$x = 0.02 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para los siguientes tramos se realizó el mismo procedimiento, con el ingreso del caudal en el ducto correspondiente:

Caudal de 16438,98  $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\begin{array}{cc} 0.24 \text{ in H}_2\text{O} & 100 \text{ ft} \\ x & 4 \text{ ft} \end{array}$$

$$x = 0.0096 \text{ in H}_2\text{O}$$

Caudal de 10959,32  $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\begin{array}{cc} 0.32 \text{ in H}_2\text{O} & 100 \text{ ft} \\ x & 4 \text{ ft} \end{array}$$

$$x = 0.0128 \text{ in H}_2\text{O}$$

Caudal de 5479,66  $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\begin{array}{cc} 0.5 \text{ in H}_2\text{O} & 100 \text{ ft} \\ x & 4 \text{ ft} \end{array}$$

$$x = 0.02 \text{ in H}_2\text{O}$$

La suma de caída de presión por fricción en longitud de ducto es de 0.062 in H2O.

### Filtro

El ventilador tiene un prefiltro que genera una caída de presión de 0.18 inH2O al igual que el filtrado en el techo de la cámara, dando un total de 0.36 in H2O, estos valores se pueden observar en el apéndice A.

El resumen de la caída de presión en el sistema de inyección se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 6 Tabla de Resumen de Caída de Presión en Inyección**

Accesorios	Caída de presión (in H2O)
Codos	0.244
Transiciones	0.208
Ramales	0.496
Ductos	0.062
Filtros	0.36
<b>Total</b>	<b>1.37</b>

### Selección del Ventilador de Inyección de Aire

Para la selección del ventilador en el sistema de inyección se utilizó el software de la empresa Soler & Palau, el cual permite ingresar el caudal y la caída de presión para realizar la selección del equipo. Para cumplir con esta función se eligió el modelo DA (ver apéndice B), el cual se adapta a las condiciones de trabajo.

The screenshot shows the S&P software interface for fan selection. The top navigation bar includes 'INICIO', 'CATÁLOGO', 'SELECCIONES', 'PROYECTO', and 'CONTACTO'. The main content area is titled 'SELECCIONES' and displays various input parameters and a list of fan models (GAMAS).

**Parameters:**

- HERTZ: 50 HZ (selected), 60 HZ
- CAUDAL: 21918,64 cfm, Real
- TOLERANCIA: -30% to 30%
- PRESIÓN: 1,37 inwg, Estático
- TOLERANCIA: -30% to 30%
- CONDICIONES AIRE: 27 °C @ 0M (1,17 KG/M3)
- REF: Cabina de Pintura

**GAMAS (Fan Models):**

- EXTRACTORES LÍNEA HÁBITAT
- EXTRACTORES AXIALES DIRECTOS
- EXTRACTORES AXIALES CON TRANSMISIÓN
- EXTRACTORES AXIALES DE TEJADO
- EXTRACTORES TUBULARES
- EXTRACTORES CENTRÍFUGOS
- PRODUCTOS MULTICURVA

Buttons: SELECCIONAR, RESTAURAR, OPCIONES DE FILTROS.

— COMPARAR VENTILADORES [0]

Para comparar varios ventiladores, arrástrelos a la parte superior reservada para ello desde la lista de selección.

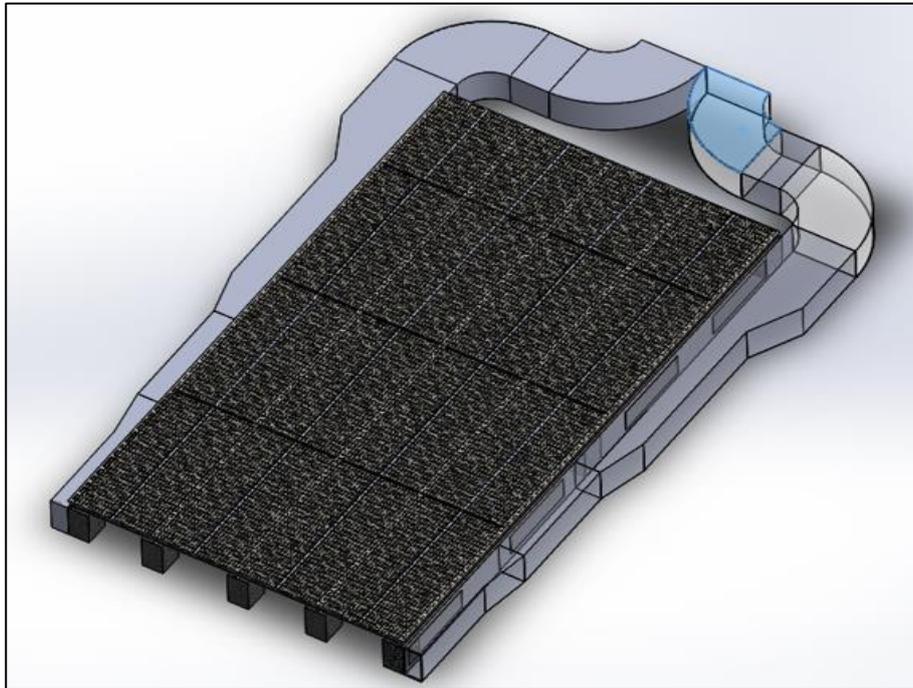
— RESULTADOS DE LA SELECCIÓN [4]

Descripción	Punto trabajo %	Caudal (cfm)	PaF (inwg)	Potencia (hp)	Motor (hp)	Eff. (%)	LwA (dB(A))	LpA (dB(A))	Vel. aire (m/s)	Vel. r.p.m.	SFP (W/l/s)		
19-DA-22/22-825 R.P.M-/4-30 HP	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0	0	0	0,000	0	0,000		
19-DA-22/22-800 R.P.M-/4-25 HP	101	22.177	1,40	22,9	30,0	38	0	0	21,5	825	2,10	Q	↕
19-DA-22/22-825 R.P.M-/4-30 HP	98	21.505	1,32	20,9	25,0	38	0	0	20,9	800	1,97	Q	↕
19-DA-30/28-425 R.P.M-/4-15 HP	103	22.483	1,44	10,3	15,0	63	0	0	12,9	425	0,93	Q	↕
19-DA-30/28-400 R.P.M-/4-10 HP	97	21.161	1,28	8,58	10,0	63	0	0	12,2	400	0,82	Q	↕

**FIGURA 2-4 Software de selección de Ventilador de inyección de aire**  
(s.f.). Obtenido de <http://easyvent.solerpalau.com/selector>

### Extracción del Aire

El diseño de extracción de aire tiene la siguiente configuración de ductos (Ver figura 2-5)



**FIGURA 2-5 Sistema de ductos extracción de aire SolidWork 2014**

Como en la parte de inyección, el dimensionamiento de los ductos para la extracción de aire se realizó con el ductulador.

En la parte de extracción se consideró una velocidad de transporte de 3000 ft/min, el caudal de 19726,77 ft<sup>3</sup>/min, tuvo como resultado un ducto principal de 60" x18".

En la distribución de la extracción de aire existen ocho entradas de succión, cada una maneja 2465,84 ft<sup>3</sup>/min.

### Caída de Presión del Sistema

Para calcular la caída de presión en la extracción se realiza el mismo procedimiento que en el sistema de inyección, en este caso se utiliza 2 codos y 3 transiciones.

### Codos

Utilizando la tabla 2 se relaciona las dimensiones con la parte de inyección de aire, H/W=0.6 y R/W=1, por lo tanto el coeficiente de pérdida es 0.24.

Remplazando en la ecuación 2.2:

$$H_f = 0.24x \left( \frac{3000}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.135 \text{ in H}_2\text{O}$$

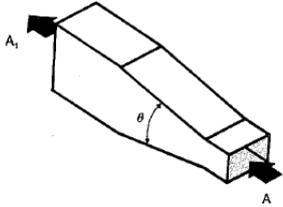
Por 2 codos:

$$H_f = 0.27 \text{ in H}_2\text{O}$$

### Transiciones

**TABLA 7 Coeficiente de pérdida en transición.**

**E. Transition, Rectangular, Sides Straight (15)**



Coefficient C (See Note 6)

A <sub>1</sub> /A	θ						
	14°	20°	30°	45°	60°	90°	180°
2	0.09	0.12	0.20	0.34	0.37	0.38	0.35
4	0.16	0.25	0.42	0.60	0.68	0.70	0.66
6	0.19	0.30	0.48	0.65	0.76	0.83	0.80

*HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN 1990-THIRD EDITION U.S & METRIC*

La tabla 7 muestra la transición que es utilizada en el sistema de extracción de aire, relacionando las áreas de entrada y salida con el ángulo de inclinación se tiene:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{12" \times 18"}{8" \times 18"} = 1.5$$

El ángulo  $\Theta=14.2^\circ$ ,  $C=0.09$

$$H_f = 0.09x \left( \frac{3000}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.05 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para las dos transiciones restantes:

$$\frac{A_1}{A} = \frac{18" \times 18"}{12" \times 18"} = 1.5$$

El ángulo  $\Theta=20.8^\circ$ ,  $C=0.12$

$$H_f = 0.12x \left( \frac{3000}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.067 \text{ in H}_2\text{O}$$

$$\frac{A_1}{A} = \frac{30" \times 18"}{18" \times 18"} = 1.7$$

El ángulo  $\Theta=37^\circ$ ,  $C=0.26$

$$H_f = 0.26x \left( \frac{3000}{4000} \right)^2$$

$$H_f = 0.146 \text{ in H}_2\text{O}$$

### **Longitud del Ducto**

Con una velocidad de 3000 ft/min y caudal de 19726,77  $\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ , se genera una caída de presión de 0.32 inH<sub>2</sub>O/100 ft. Realizando una regla de tres se obtiene:

$$\frac{0.32 \text{ in H}_2\text{O}}{x} = \frac{100 \text{ ft}}{2 \text{ ft}}$$

$$x = 0.006 \text{ in H}_2\text{O}$$

Para los siguientes tramos se realiza el mismo procedimiento con el ingreso de la mitad del caudal total, ya que se dividen en dos ramales simétricos:

Caudal de  $9863,38 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\frac{0.5 \text{ in H}_2\text{O}}{x} = \frac{100 \text{ ft}}{10 \text{ ft}}$$

$$x = 0.05 \text{ in H}_2\text{O}$$

Caudal de  $7397,54 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\frac{0.6 \text{ in H}_2\text{O}}{x} = \frac{100 \text{ ft}}{4 \text{ ft}}$$

$$x = 0.024 \text{ in H}_2\text{O}$$

Caudal de  $4931,7 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\frac{0.8 \text{ in H}_2\text{O}}{x} = \frac{100 \text{ ft}}{4 \text{ ft}}$$

$$x = 0.032 \text{ in H}_2\text{O}$$

Caudal de  $2465,84 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ ,

$$\frac{1.2 \text{ in H}_2\text{O}}{x} = \frac{100 \text{ ft}}{4 \text{ ft}}$$

$$x = 0.048 \text{ in H}_2\text{O}$$

La suma de caída de presión por fricción en longitud de ducto es de 0.16 in H<sub>2</sub>O.

## Filtro

El ventilador tiene un prefiltro que genera una caída de presión de 0.18 inH<sub>2</sub>O al igual que el filtro del piso de la cámara de pintado, sumando un total de 0.36 in H<sub>2</sub>O, estos valores se pueden observar en el apéndice C.

El resumen de la caída de presión en el sistema de extracción se muestra en la tabla 8:

**TABLA 8** Tabla de Resumen de Caída de Presión en Extracción

Accesorios	Caída de presión (in H <sub>2</sub> O)
Codos	0.27
Transiciones	0.26
Ductos	0.16
Filtros	0.36
<b>Total</b>	<b>1.05</b>

## Selección del Ventilador de Extracción de Aire.

Para la selección del ventilador de extracción se ingresa el caudal y la caída de presión en el software utilizado en la parte de inyección. En este caso el modelo del ventilador para cumplir con la función de extracción de aire es un CMI (ver apéndice D), que por sus característica cumple este trabajo.

HERTZ: 50 HZ 60 HZ

CAUDAL: 19726.77 cfm Real

TOLERANCIA: -20% 20%

PRESIÓN: 1.05 inwg Estático

TOLERANCIA: -30% 30%

CONDICIONES AIRE: 27 °C @ 0M (1,17 KG/M3)

REF: Cabina de Pintura

CATÁLOGO SELECCIONADO: (19070) S&P-ECUADOR CATALOGO GENERAL

**GAMAS**

- EXTRACTORES LÍNEA HÁBITAT
- EXTRACTORES AXIALES DIRECTOS
- EXTRACTORES AXIALES CON TRANSMISIÓN
- EXTRACTORES AXIALES DE TEJADO
- EXTRACTORES TUBULARES
- EXTRACTORES CENTRÍFUGOS
- PRODUCTOS MULTICURVA

SELECCIONAR

OPCIONES DE FILTROS

Descripción	Punto trabajo %	Caudal (cfm)	Psf (inwg)	Potencia (hp)	Motor (hp)	Eff (%)	LwA (dB(A))	LpA (dB(A))	Vel. aire (m/s)	Vel. r.p.m.	SFP (W/l/s)
CMH-800-1175 R.P.M./4-20 HP	102	20.103	1,10	14,0	20,0	42	0	0	17,7	1.175	1,41
CMH-800-1150 R.P.M./4-15 HP	100	19.675	1,05	13,1	15,0	42	0	0	17,3	1.150	1,35
CMH-900-875 R.P.M./4-15 HP	102	20.206	1,11	10,3	15,0	49	0	0	14,2	875	1,03
CMH-900-850 R.P.M./4-15 HP	100	19.628	1,05	9,40	15,0	49	0	0	13,8	850	0,97
CMH-1000-675 R.P.M./4-10 HP	103	20.308	1,12	8,01	10,0	57	0	0	11,4	675	0,80
CMH-1000-650 R.P.M./4-10 HP	99	19.555	1,04	7,15	10,0	57	0	0	11,0	650	0,74
CMH-1120-825 R.P.M./4-10 HP	103	20.296	1,12	6,32	10,0	67	0	0	9,1	525	0,63
CMH-1120-500 R.P.M./4-10 HP	98	19.329	1,02	5,46	10,0	67	0	0	8,6	500	0,57
CMH-1250-425 R.P.M./4-10 HP	103	20.366	1,13	5,64	10,0	73	0	0	7,9	425	0,56
CMH-1250-400 R.P.M./4-10 HP	97	19.168	1,00	4,70	10,0	73	0	0	7,4	400	0,50
CMH-1400-350 R.P.M./4-20 HP	106	20.842	1,18	5,21	20,0	80	0	0	5,9	350	0,51

**FIGURA 2-6 Software de selección de Ventilador para extracción de aire**  
(s.f.). Obtenido de <http://easyvent.solerpalau.com/selector>

### Piso

El piso de la cámara de pintado debe resistir el peso un vehículo promedio, el cual está alrededor de un máximo de 2.905 Kg como se muestra en la siguiente tabla:

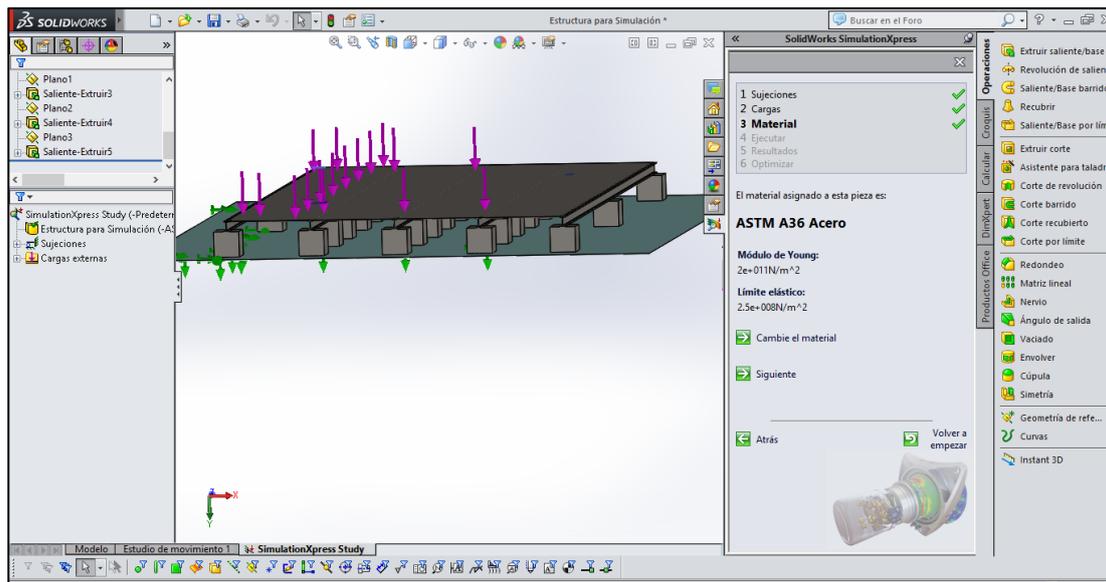
**TABLA 9 Clasificación peso de automóviles.**

#### Tabla de especificaciones técnicas

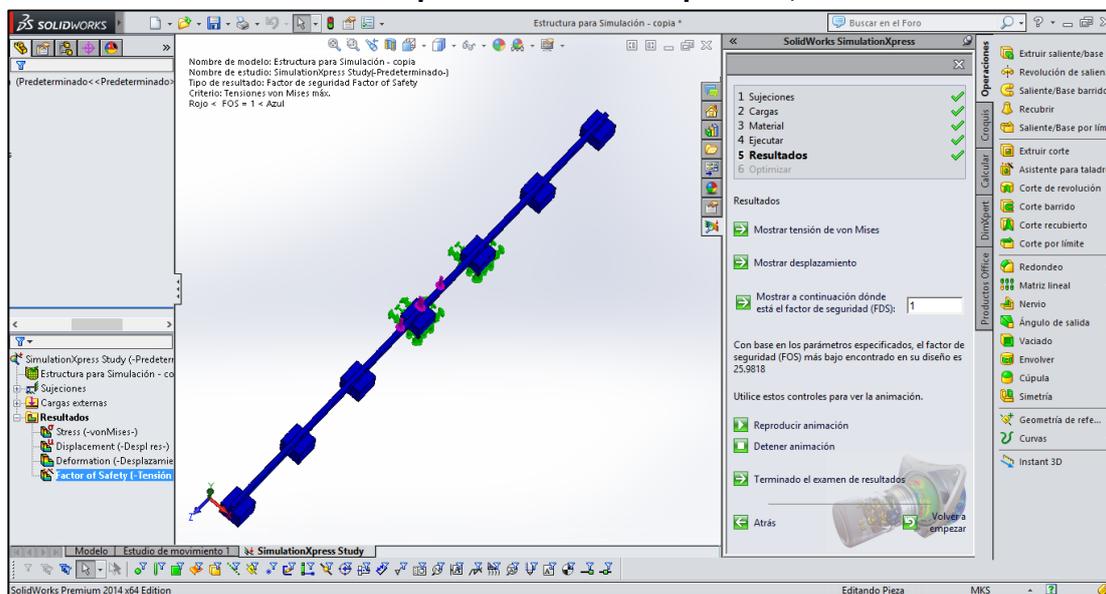
Especificaciones				Dimensiones (Mt)			Peso vacío(Kg.)
	Cilindros	Válvulas	Cilindrada CC.	Largo	Ancho	Alto	
Mínimo	3	8	796	3.49	1.48	1.46	760
Máximo	8	24	5.995	5.28	2.06	2.01	2.905

(s.f.). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/35019115/Peso-de-Vehiculos#scribd>

El *software solidwork* permite realizar una simulación de carga sobre la viga, de esta manera se comprueba su resistencia:



**FIGURA 2-7 Simulación piso de cámara de pintado, software Solidwork**

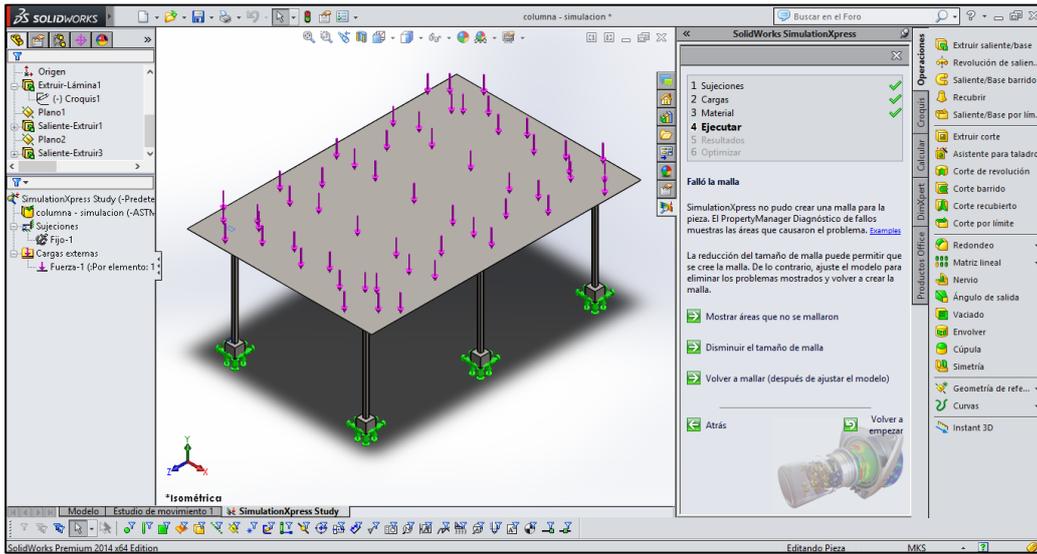


**FIGURA 2-8 Simulación viga IPE 120, software Solidwork**

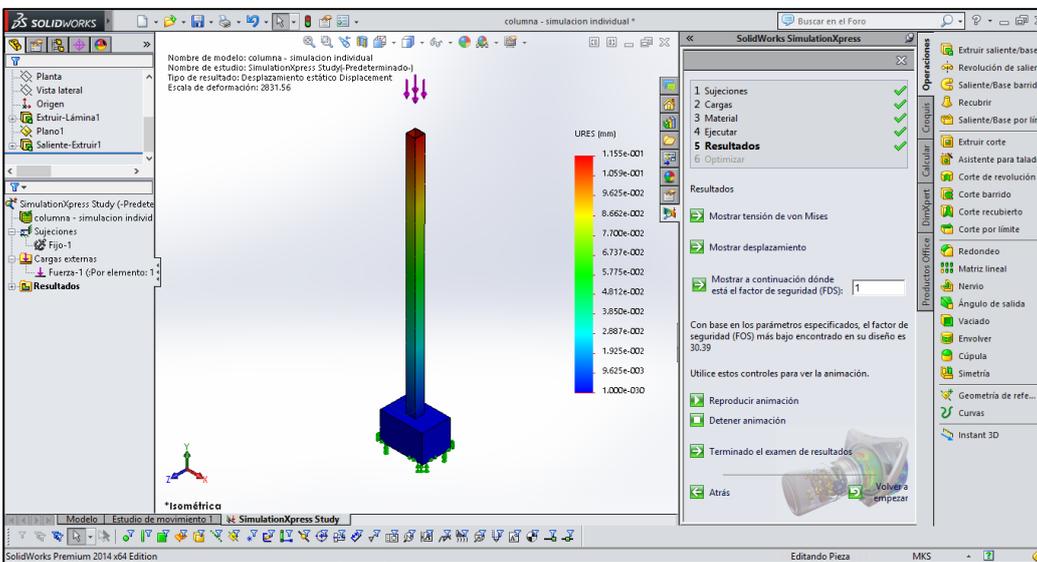
La figura 2-8 muestra la carga total en una viga, se tiene como resultado un factor de seguridad de 25, lo que garantiza que resiste el peso del auto.

### Techo

La parte superior de la cámara soporta los ductos de inyección de aire. Para calcular el peso del sistema se emplea la hoja de cálculo en Excel elaborada por la empresa ACR PROYECTOS S.A, la misma que se encuentra en el apéndice E. El valor del peso es de 450 Kg, los perfiles U utilizadas son modelados en *solidwork*, para ver su resistencia:



**FIGURA 2-9** Simulación de perfil U, *software solidwork*



**FIGURA 2-10** Simulación de perfil U, *software solidwork*

La carga total aplicada a la columna es de 1.5 toneladas, en la figura 2-10 muestra como el punto más crítico se deforma  $1.15 \times 10^{-3}$  mm y el factor de seguridad es de 30, lo que garantiza su resistencia.

## Iluminación

La cámara de pintado tiene 2 filas de luminarias en cada pared lateral, con un total de 24 cajas para las luces LED, las mismas que están debidamente protegidas.

El nivel de iluminación dentro de la cámara de pintado no debe ser inferior a los 800 lux a la altura del piso.

El nivel de iluminancia se define como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie:

$$E = \Phi/S \quad \text{ec.(2.3)}$$

Donde:

E= Nivel de iluminación, [lux.]

$\Phi$ = Flujo luminoso,[ lumen.]

S= superficie de incidencia,[ m<sup>2</sup>]

La superficie de incidencia es de 28 m<sup>2</sup> , las especificaciones de los tubos de luz led se encuentra en el apéndice F, de donde se considera un flujo luminoso de 1000 lumen.

Con los datos de superficie y flujo luminoso, se reemplaza en la ec. 2.3:

$$E = \frac{24000 \text{ lumen}}{28 \text{ m}^2}$$

$$E = 857 \text{ lux}$$

Este valor garantiza una iluminación adecuada para los trabajos de pintura.

### 2.5 Sistema de filtrado de aire.

El filtrado de aire fresco, cuenta con un banco de 55 filtros pliegues MERV 8, de dimensiones 24"x24"x2" (ancho x profundidad x alto) cada uno, ubicados en el techo de la cámara de pintado. Esto genera una inyección de aire limpio al proceso de pintado. Para garantizar el flujo de aire necesario a través de los filtros se debe colocar medidores de presión ya que al variar su valor indica el reemplazo de los mismos. El ventilador de inyección de aire tiene un prefiltro, el cual cumple la función de alargar la vida útil de los filtros ubicados en el techo de la cámara de pintado.

En la parte del filtrado de extracción de aire, se coloca rollos de filtros sintéticos debajo de las rejillas del piso cubriendo toda la superficie. Por el cual se retiene las partículas de pintura generadas por el pintado de los autos.

## **2.6 Seguridad.**

Con respecto al tema de seguridad se considera tener varias medidas de precaución, las cuales evitarán problemas a los operarios y de esta manera se pueda realizar el trabajo en un ambiente seguro.

La pulverización de la pintura genera gases volátiles, los mismos que crea el peligro de ignición. Para evitar este problema, se recomienda:

- Colocar un letrero de NO FUMAR en el interior de la cámara que contraste con el color de la pared para que sea fácil visualizar.
- Instalar un extintor de CO<sub>2</sub> en un lugar accesible, que sea capaz de extinguir fuegos de clase A y B.
- No realizar trabajos de pintura fuera del recinto.
- Los botes de pintura vacíos y demás elementos referentes a la pintura debe ser retirados del interior de la cámara.
- El área de pulverización debe mantenerse libre de acumulación de residuos combustibles.
- La limpieza se debe realizar con materiales antichispa.
- La iluminación contará con protección antiexplosiva.

El diseño de ventilación garantiza que el gas generado sea evacuado, de tal manera que disminuya el riesgo de ignición y evite la concentración de los mismos que pueden ser inhalados por los trabajadores.

## **2.7 Sistema eléctrico.**

La activación de los ventiladores y luminarias se realiza mediante un tablero eléctrico. La función que ejerce el tablero es suministrar la potencia y señal requerida por el sistema de ventilación e iluminación. El equipo de ventilación tiene motores de 15 HP con un voltaje trifásico de 220V. El sistema de ventilación tiene transductores de presión, el cual se encarga de medir el nivel de suciedad de los filtros, al cambiar el parámetro establecido se envía una señal eléctrica a un controlador que a su vez está conectado a un variador de frecuencia el que se encarga de aumentar las revoluciones del motor para compensar la caída de presión que se origina. Con estas especificaciones el electricista realiza las conexiones necesarias.

## 2.8 Estudio de costos.

En la tabla 10 se muestra el resumen del costo del ducto de plancha galvanizada sin aislar de todo el sistema de ventilación y la parte estructural incluido el trabajo de armado del cuarto. Ambos costos incluyen la mano de obra y montaje:

**TABLA 10 Costo debido a Materiales**

<b>COMPONENTES DE CÁMARA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>%</b>
Ductos de plancha galvanizada	\$ 7700,0	50.52%
Estructura	\$ 7540,5	49.48%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 15240,5</b>	<b>100.00%</b>

Los costos de los equipos de ventilación se muestran en la tabla 11:

**TABLA 11 Costos de equipos**

<b>COMPONENTES DE CÁMARA</b>	<b>COSTOS</b>	<b>%</b>
Ventilador Centrífugo DA-30/28	\$ 4372,0	45.68%
Ventilador Centrífugo CMI-900	\$ 5200,0	54.32%
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9572,0</b>	<b>100.00%</b>

El resumen del costo total de la cámara de pintado se lo describe en la tabla 12, en la parte de accesorios se considera los filtros, luces, medidores de presión y tablero eléctrico:

**TABLA 12 Costos totales**

<b>CÁMARA DE PINTADO</b>	<b>COSTOS</b>	<b>%</b>
Costo por Materiales	\$ 15240,5	53.86%
Accesorios	\$ 3484,0	12.31%
Equipos	\$ 9572,0	33.83%
<b>TOTAL</b>	<b>\$28296,5</b>	<b>100.00%</b>

El valor total de la cámara de pintado es de \$28296,5.

Los rubros totales del costo de la cámara de pintado se pueden ver en el apéndice G. Para saber si el proyecto es viable se procede a calcular el VAN (Valor actual neto), el cual permite calcular el valor presente de los flujos de caja futuros. La fórmula es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad \text{ec.(2.4)}$$

Donde:

$V_t$ = flujos de caja en el período t.

$I_0$ = Desembolso inicial.

n= número de período.

k= tasa de descuento.

El flujo de caja, es la resta de los ingresos (servicio de pintado), menos los egresos (costos operacionales). Los valores estimados de flujo de caja para los próximos 5 años son:

**TABLA 13 Flujos de caja neto en 5 años**

	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	\$12000	\$14000	\$17000	\$20500	\$24500	\$88000

Asumiendo una tasa de descuento del 14%, se obtiene lo siguiente:

$$VAN = \left\{ \frac{\$ 12000}{(1 + 0.14)^1} + \frac{\$ 14000}{(1 + 0.14)^2} + \frac{\$ 17000}{(1 + 0.14)^3} + \frac{\$ 20500}{(1 + 0.14)^4} + \frac{\$ 24500}{(1 + 0.14)^5} \right\} - \$28296.5$$

$$VAN = \$ 29339,05$$

El VAN muestra un resultado positivo, lo que indica que la inversión obtiene ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

La tasa interna de retorno TIR, es la tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero, esto implica que si obtenemos un rendimiento mayor a la tasa de descuento fijada en 14%, se acepta el proyecto.

Con un interés del 46,3118%, el VAN se vuelve cero:

$$TIR = VAN = \left\{ \frac{\$ 12000}{(1 + 0.46)^1} + \frac{\$ 14000}{(1 + 0.46)^2} + \frac{\$ 17000}{(1 + 0.46)^3} + \frac{\$ 20500}{(1 + 0.46)^4} + \frac{\$ 24500}{(1 + 0.46)^5} \right\} - \$28296.5 = 0$$

Este resultado demuestra que la TIR > 14%, por lo tanto el proyecto es rentable.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

El diseño de la cámara de pintado se realiza cumpliendo la norma especificada. En la parte de ventilación se realiza el cálculo del caudal de aire requerido, el cual es de 21918,64 ft<sup>3</sup>/min en inyección y 19726,77 ft<sup>3</sup>/min en extracción, esto se debe a que en el interior de la cámara de pintado se debe tener una presión positiva, la misma que evitaría el ingreso de partículas del exterior para no afectar el acabado de pintura de los autos. La velocidad del aire en el interior del cuarto es de 100 ft/min sobre la cara transversal. Esta velocidad es la máxima que se tiene dentro de la cámara de pintado, esto se calcula con un área de 215 ft<sup>2</sup> en el techo, el mismo que está cubierto con 55 filtros pliegues MERV 8, de medidas 24"x24"x2" distribuidos en 11 filas y 5 columnas. Con el caudal de ingreso y el área se encuentra la velocidad deseada. El arreglo de los ductos de inyección y extracción fue diseñado para que exista una mejor distribución del aire en toda la superficie de trabajo al contar con ocho entradas y ocho salidas. Los ventiladores centrífugos seleccionados para la inyección de aire consisten de un equipo con motor de 15HP, 220V, trifásico y 425 RPM, este equipo cumple con el requerimiento de caudal y caída de presión del sistema la cual es de 1,37 in H<sub>2</sub>O. El ventilador de extracción seleccionado consta de un motor de 15HP, 220V, trifásico, 825 RPM, con una caída de presión de 1,05 in H<sub>2</sub>O. Para encontrar la caída de presión de los sistemas de ventilación se realiza el cálculo de pérdida por accesorios, filtros y fricción por longitud. Se utiliza el método de coeficiente de pérdida para encontrar la caída de presión por accesorios, del cual se obtiene la relación de dimensión, velocidad y caudal; de esa forma se obtiene como resultado la caída de presión del accesorio. El filtro en sus especificaciones técnicas muestra los resultados de caída de presión según su condición de trabajo. El ductulador utiliza la velocidad de transporte, el caudal que pasa por el ducto y su longitud, dando como resultado la caída de presión en cada tramo. Los cálculos de selección de la ventilación se realiza por medio del programa de la empresa Soler & Palau, con el ingreso del caudal de aire y caída de presión del sistema. Dicha empresa se encarga de comercializar estos equipos.

La base del piso está conformada por catorce rejillas electrosoldadas en toda la superficie, colocadas sobre vigas IPE 120, las mismas que fueron sometidas a cargas

por peso del vehículo, el cual fue de mayor influencia para el cálculo. Para esto se realiza una simulación en el programa *solidwork 2014*, con una carga de 3 toneladas aplicada sobre la viga. El factor de seguridad resultante es de 25, con lo que se garantiza la resistencia de la misma. Para la estructura superior de la cabina, la cual sirve de soporte para los ductos y la caja de inyección de aire, se toma como base las columnas formadas por los perfiles U de 60x30x4 mm. El peso de los ductos metálicos fue de 450 Kg, adicional la carga del plenum de inyección de aire, el cual está constituido por planchas de acero galvanizado con 0.9 mm de espesor unidos con ángulos y correa "G" para darle la resistencia necesaria. Las dimensiones de la caja son dadas por la superficie de los filtros, a lo largo y ancho con una altura de 30 cm. Se procede a realizar una simulación en *solidwork 2014*, también para la viga del piso. Con todas estas consideraciones se estima una carga de 1.5 toneladas, el resultado es un factor de seguridad de 30, lo que indica que las columnas son capaces de resistir la carga.

La iluminación está conformada por tubos de luz led de 10 W y 1000 lumen. Las cuatro filas de luces en las paredes laterales del cuarto ofrecen como resultado un nivel de iluminación de 857 lux, lo que garantiza las condiciones de visualización en los trabajos de pintado, ya que el valor mínimo de iluminancia debe ser de 800 lux.

El costo total de la cámara de pintado es de \$28,296.50. Para determinar la viabilidad del proyecto se calcula el VAN, el cual es de \$23,489.8 que es mayor que cero, esto significa que su aceptación es válida. Se estima un costo operacional que incluye el consumo eléctrico, el personal de trabajo y mantenimiento. La cámara tiene un consumo eléctrico de 27 KW aproximadamente, el precio de Kw/h se considera en \$0.20 .El sueldo básico en proyección de un año que percibe el trabajador es un total de \$6,003.13 y se establece realizar un mantenimiento cada tres meses con un valor de \$1,500 cada uno. Entonces con dos operarios, el mantenimiento y un consumo eléctrico de 4,320 Kw/h mensual resulta un total de \$30,000 en egresos. Para el cálculo de los ingresos se considera lo siguiente, se estima un precio de \$700 a cobrar por cada vehículo, se estima que el valor anual de ingreso de \$42,000 (supuesto de la demanda de 60 vehículos al año). Por lo que el primer año el flujo de caja es de \$12,000, incrementado su valor en los siguientes años, asumiendo una tasa de descuento del 14%.

# CAPÍTULO 4

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto dio como resultado el diseño de una cámara de pintado acondicionada para realizar trabajos de calidad y seguridad para los operarios, contando con el respaldo de la norma OSHA, la cual proporciona los requerimientos mínimos del diseño. Con la ejecución del proyecto se evita posibles daños a la salud de los trabajadores y contaminación del medio ambiente, ya que les permitirá pintar dentro de un espacio confinado que cumple con las condiciones de ventilación, iluminación y filtrado de aire requeridas.

La importancia respecto a la seguridad para evitar un principio de ignición es recalcada en la norma OSHA, debido a que los gases producidos por la pulverización de la pintura son volátiles e inflamables. Es por este motivo que un adecuado sistema de ventilación es la parte la más relevante en el diseño del cuarto de pintado. La norma exige una velocidad uniforme laminar de 100 ft/min descendente, es por esta razón que se diseñó un sistema de inyección y extracción de aire con una configuración de ductos de plancha galvanizada sin aislar, a lo largo de la cámara. Para diseñar el sistema de inyección de aire se realizó un recorrido de ductería, a través de la superficie del plenum con ocho entradas de aire, las cuales se colocaron en forma ordenada en relación de distancia sobre la superficie de los filtros.

Los ductos de extracción de aire se diseñaron con cuatro entradas de aire en cada costado de la caja de retorno hacia el extractor, fueron ubicados de forma equidistante cubriendo toda la zona de descarga. Esto implicó la fabricación de varios kilos de ductos que encareció el costo final de la cámara de pintado, pero por otra parte se disminuyen las diferencias de presión que inciden en la uniformidad de la velocidad del aire descendente del techo filtrante. Esta diferencia se mostrará en los acabados de pintura, los mismos que se realizarán bajo un flujo de aire más uniforme y ayudará al pintor en el proceso de pintado.

Los resultados en cuanto a ventilación como se mencionó, exige tener una velocidad de 100 ft/min con la cual se realizó el diseño del sistema de inyección de aire que se adecuó desde la selección del ventilador hasta los filtros en el techo. El área de ingreso posee las mismas dimensiones que el área de los filtros, se calcula el caudal

del aire tomando como referencia ésta área y la velocidad requerida. En cuanto al sistema de extracción se procuró cubrir toda el área del piso con rollos de filtro sintético, cuya principal función es la de retener el exceso de pintura por pulverización. Las estructuras metálicas para el piso y el soporte del techo fueron calculadas bajo simulación del programa *solidwork 2014*, los resultados se basaron en el factor de seguridad además de mostrar la deformación de los elementos sometidos a las cargas establecidas por los pesos correspondientes. Los valores del factor de seguridad fueron de 25 para la viga IPE 120 y 30 para las columnas formadas por perfiles U especificados, con lo cual se indicó su resistencia.

El sistema de iluminación proporcionó la iluminación de 857 lux, debido a que se utilizaron tubos de luz led T8 de 10W, con un bajo consumo de potencia y un flujo de 1000 lumen, es por este motivo que el costo inicial es alto, sin embargo el costo de operación será bajo.

Con los resultados anteriores se puede mencionar que la cámara de pintado cumple con los requerimientos y condiciones de trabajo. Para el uso de pinturas que necesiten un medio externo de secado se podrá implementar manejadoras de aire caliente.

#### **4.1 Conclusiones**

- El diseño de la cámara de pintado contempla todas las partes para el funcionamiento de la misma.
- El proyecto es de fácil implementación debido a la confección del armado del cuarto, con sus paredes conformadas por paneles de acero y estructuras diseñadas para su montaje. Los equipos de ventilación se ubicaron en el piso evitando elevación de plataformas para su soporte.
- Los materiales seleccionados en la mayor parte del diseño fueron de fabricación nacional, las partes importadas son los ventiladores, filtros, tubo de luz led y medidores de presión.
- El costo total del proyecto fue de \$28296,5, esto implica un costo mayor en comparación con cabinas de pinturas fabricadas en el extranjero, el aumento

se debe al diseño que se analizó, el mismo que será a mediano plazo, ya que requerirá menor mantenimiento justificando así su costo inicial.

- Con todos los requerimientos y procedimientos descritos a lo largo del presente trabajo, se puede decir que la cámara de pintado cumple con el objetivo principal para la que fue diseñada, el cual es disminuir la contaminación ambiental y brindar a los trabajadores un lugar que evite daños en su salud.

## **4.2 Recomendaciones**

- El uso de la cámara de pintado debe ser el adecuado; es decir que los trabajadores tendrán en cuenta el funcionamiento de los sistemas que la componen antes de realizar trabajos de pintura. Para esto se necesita realizar una capacitación a los operarios y evitar futuros inconvenientes.
- La limpieza del lugar de trabajo se debe realizar periódicamente de acuerdo al uso de la cámara. La pulverización de la pintura que se genera en su uso, ensucia las paredes y disminuye la visualización por la impregnación en los protectores de luces, es por este motivo que se debe mantener limpios estos lugares.
- Las rejillas de piso deberán limpiarse con mayor frecuencia, ya que sobre estas se acumula el exceso de pintura al estar expuestas directamente. Otro punto que se toma en cuenta, son las cintas que se pueden desprender de sellado de juntas en los autos.
- Los filtros tanto de inyección como de extracción deben contar con un medidor diferencial de presión, el cual emita una alarma para de esta manera realizar el cambio de los mismos.
- El personal de trabajo, deberá utilizar sus implementos de seguridad como mascarilla, guantes, gafas, botas, etc.

# BIBLIOGRAFÍA

(s.f.). Obtenido de

[http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art\\_Interes/ConBasLum.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/ConBasLum.pdf)

(s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Pintura\\_automotriz](https://es.wikipedia.org/wiki/Pintura_automotriz)

(s.f.). Obtenido de <http://www.neumatire.com/DESCONTAMINADO>

(s.f.). Obtenido de <https://www.osha.gov/SLTC/autobody/docs/nioshctm/nioshctm.html#ref11>

(s.f.). Obtenido de <http://easyvent.solerpalau.com/selector>

Occupational Safety and Health Standards. (2009). Ventilation.

Occupational Safety and Health Standards. (2012). Spray finishing using flammable and combustible materials.

Pita, E. G. (s.f.). *Acondicionamiento de aire principios y sistemas*. Segunda edición.

SHEET METAL AND AIR CONDITIONING CONTRACTORS NATIONAL ASSOCIATION ,  
INC. (1990). *HVAC SYSTEMS*. THIRD EDITION.

Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE. S.A. (s.f.). *LIBRO BLANCO DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES EN EL PINTADO EN CARROCERÍAS*. Bilbao.

# APÉNDICES

# **APÉNDICE A**

## **FILTRO PLIEGUES**



# AIR-CARE PLEATED

## Filtro de Pliegues

- Filtro de superficie extendida de mediana eficiencia.
- Eficiencias MERV 8 y MERV 7.
- Disponible 1", 2" y 4".
- Velocidades 300 FPM, 500 FPM y 625 FPM.
- Modelos económico, estándar y alta capacidad.
- No absorbe humedad por lo que no propicia el crecimiento microbial.
- Mayor durabilidad y eficiencia que otros filtros desechables (3 ó 4 veces mas).
- Reducción de consumo de energía debido a su baja caída de presión
- Gran capacidad de retención lo cuál se traduce en una mayor vida útil.

### APLICACIONES:

Cuartos de Cómputo.  
Embotelladoras.  
Fabricas.  
Casetas para Pintura.  
Hospitales: áreas administrativas, lavandería, preparación de alimentos, áreas almacén, o prefiltros.  
Centrales Telefónicas.  
Prefiltros para Filtros Secundarios.  
Escuelas.  
Edificios Comerciales.  
Residencias.  
Procesos Industriales.

Los filtros Air-Care Pleated por su combinación perfecta entre eficiencia y baja caída de presión son ideales para satisfacer necesidades de filtración de partículas en residencias, comercios e industria. Su configuración única de pliegues radiales asegura la utilización completa de la media filtrante maximizando la retención de polvo alargando la vida útil del filtro.

Son excelentes como filtros primarios o como prefiltros para extender la vida útil de los filtros finales. Ideales para utilizarse en la programación del servicio a filtros como mantenimientos preventivos, en su modelo original o en portafiltros metálicos. Nuestros modelos se ofrecen en distintos MERV's.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Los pliegues radiales son hechos de media filtrante 100% sintética hecha de fibras hidrofóbicas bondeadas térmicamente que no permiten el crecimiento microbial. Debido a que la humedad no afecta la estructura de la media se elimina la posibilidad de desprendimiento de fibras y se mantiene una alta eficiencia durante la vida útil del filtro.

La media filtrante es laminada a una malla desplegada de metal anticorrosivo la cual ayuda a mantener la rigidez y garantizar la configuración optima que permite una mayor capacidad de retención de polvo y menor resistencia. El marco de cartón es suajado y resistente a la humedad con doble pared unido a la media en todos los puntos de contacto para asegurar el espaciamiento apropiado de los pliegues. El elemento filtrante de pliegues es sellado al marco por la parte superior, inferior y lateral para eliminar el "bypass" de aire, lo que asegura la estabilidad del pliegue y la rigidez del filtro.

Algunas medidas se hacen con tiras en marcos en "u", que son grapadas en las cuatro esquinas en cuyo caso son reforzadas con cinta plástica y la media filtrante es adherida al interior del marco. Bajo pedido especial se puede fabricar con portafiltro metálico para intercambiar la media filtrante.



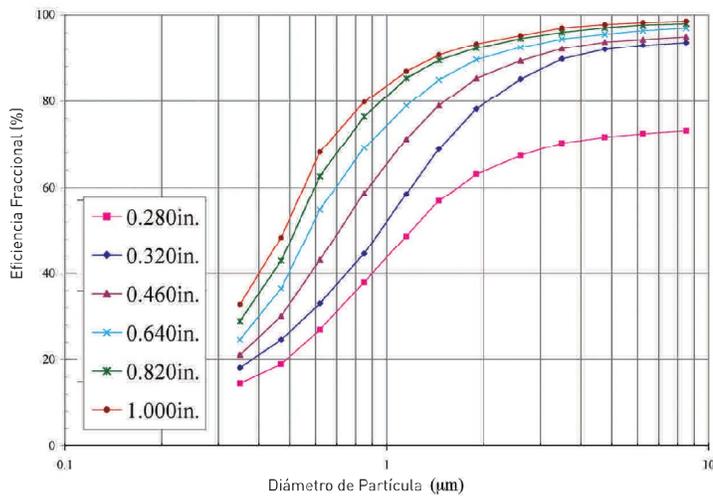
Estándar 52.2 Valor Mínimo Reportado de Eficiencia (MERV)	Eficiencia Mínima Compuesta Promedio por Tamaño de Partículas
	3.0 a 10.0 Micrones
7	50 a 70%
8	> 70%

# AIR-CARE PLEATED Filtro de Pliegues



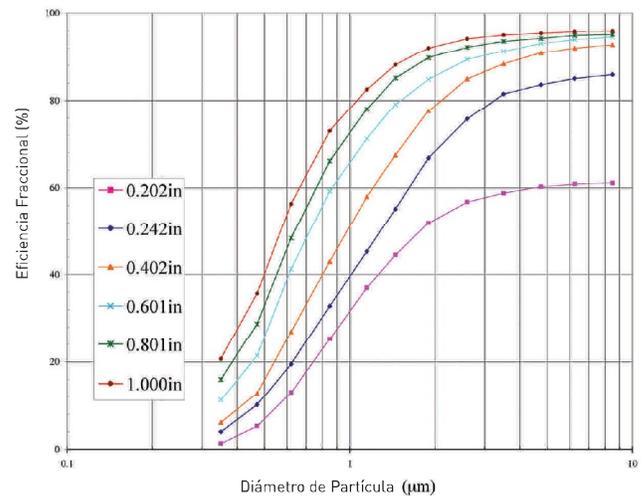
## MERV 8

Eficiencia Fraccional (%) vs Diámetro de Partícula (µm)

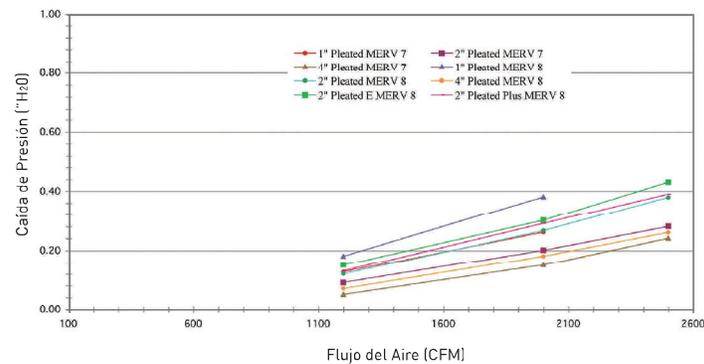


## MERV 7

Eficiencia Fraccional (%) vs Diámetro de Partícula (µm)



## CAÍDA DE PRESIÓN vs FLUJO DEL AIRE



AIR-CARE DE MÉXICO SERVICIOS Y MERCANCIAS, S.A. DE C.V.  
 TEL. (81) 81518151 LADA SIN COSTO 01 800 2 AIRCARE WWW.AIRCARE.COM.MX

AIR-CARE DE MÉXICO se reserva el derecho de cambiar cualquier diseño o especificación sin notificación previa.



# AIR-CARE PLEATED Filtro de Pliegues

ESPESOR NOMINAL	Medida Nominal (") L x A	MERV 7						MERV 8						RF (")H <sub>2</sub> O	ÁREA DE MEDIA pies <sup>2</sup>
		300 FPM		500 FPM		625 FPM		300 FPM		500 FPM		625 FPM			
		CFM	CPI												
1"	12 X 24	600	0.12	1000	0.26	NR	-	600	0.18	1000	0.38	NR	-	1.0	3.7
	16 X 20	667	0.12	1111	0.26	NR	-	667	0.18	1111	0.38	NR	-	1.0	4.2
	16 X 25	833	0.12	1389	0.26	NR	-	833	0.18	1389	0.38	NR	-	1.0	5.2
	18 X 24	900	0.12	1500	0.26	NR	-	900	0.18	1500	0.38	NR	-	1.0	5.5
	20 X 20	833	0.12	1389	0.26	NR	-	833	0.18	1389	0.38	NR	-	1.0	5.3
	20 X 24	1000	0.12	1667	0.26	NR	-	1000	0.18	1667	0.38	NR	-	1.0	6.3
	20 X 25	1042	0.12	1736	0.26	NR	-	1042	0.18	1736	0.38	NR	-	1.0	6.5
	24 X 24	1200	0.12	2000	0.26	NR	-	1200	0.18	2000	0.38	NR	-	1.0	7.3
2"	12 X 24	600	0.09	1000	0.20	1250	0.28	600	0.12	1000	0.26	1250	0.37	1.0	6.6
	16 X 20	667	0.09	1111	0.20	1389	0.28	667	0.12	1111	0.26	1389	0.37	1.0	7.4
	16 X 25	833	0.09	1389	0.20	1736	0.28	833	0.12	1389	0.26	1736	0.37	1.0	9.3
	18 X 24	900	0.09	1500	0.20	1875	0.28	900	0.12	1500	0.26	1875	0.37	1.0	10.1
	20 X 20	833	0.09	1389	0.20	1736	0.28	833	0.12	1389	0.26	1736	0.37	1.0	9.4
	20 X 24	1000	0.09	1667	0.20	2083	0.28	1000	0.12	1667	0.26	2083	0.37	1.0	11.3
	20 X 25	1042	0.09	1736	0.20	2170	0.28	1042	0.12	1736	0.26	2170	0.37	1.0	11.8
	24 X 24	1200	0.09	2000	0.20	2500	0.28	1200	0.12	2000	0.26	2500	0.37	1.0	13.1
4"	12 X 24	600	0.05	1000	0.15	1250	0.24	600	0.07	1000	0.18	1250	0.26	1.0	11.3
	16 X 20	667	0.05	1111	0.15	1389	0.24	667	0.07	1111	0.18	1389	0.26	1.0	12.6
	16 X 25	833	0.05	1389	0.15	1736	0.24	833	0.07	1389	0.18	1736	0.26	1.0	15.8
	18 X 24	900	0.05	1500	0.15	1875	0.24	900	0.07	1500	0.18	1875	0.26	1.0	17.7
	20 X 20	833	0.05	1389	0.15	1736	0.24	833	0.07	1389	0.18	1736	0.26	1.0	15.8
	20 X 24	1000	0.05	1667	0.15	2083	0.24	1000	0.07	1667	0.18	2083	0.26	1.0	18.9
	20 X 25	1042	0.05	1736	0.15	2170	0.24	1042	0.07	1736	0.18	2170	0.26	1.0	19.7
	24 X 24	1200	0.05	2000	0.15	2500	0.24	1200	0.07	2000	0.18	2500	0.26	1.0	22.7

L= Largo, A= Altura, E= Espesor o Profundidad  
SE FABRICAN OTRAS MEDIDAS SIN COSTO ADICIONAL

Las medidas reales o actuales se fabrican con 1/4" ó 5/8" menos de la medida nominal (± 1 1/8") en el largo y ancho. El espesor también es 1/4" menos (± 1/16"). Cuando se requiere una medida exacta la tolerancia también será de (±1/8").

Arrestancia Promedio (MERV 8) 92.9%.  
Resistencia Final recomendada 1.0"

Los resultados de los filtros son basados en las normas del ASHRAE 52.1 y 52.2.  
**MERV:** Valor Mínimo Reportado de Eficiencia. Reporta la habilidad mínima que tiene el filtro para remover partículas.

Filtros mayores de MERV 6 exceden los requisitos de la norma ASHRAE 62.1-2007 sobre Calidad de Aire Interior

(CPI) Caída de presión Inicial, (CPF) Caída de Presión Final, (RI) Resistencia Inicial y (RF) Resistencia Final son reportadas en pulgada de columna de agua. (")H<sub>2</sub>O)  
(CFM) Capacidad de manejo de aire en pies cúbicos por minuto; (FPM) Velocidad en pies por minuto

**PREGUNTE POR NUESTRO MODELOS PLEATED E Y PLEATED PLUS.**

AIR-CARE DE MÉXICO SERVICIOS Y MERCANCIAS, S.A. DE C.V.  
TEL. (81) 81518151 LADA SIN COSTO 01 800 2 AIRCARE WWW.AIRCARE.COM.MX

AIR-CARE DE MÉXICO se reserva el derecho de cambiar cualquier diseño o especificación sin notificación previa.



## **APÉNDICE B**

### **CÁLOGO VENTILADOR CENTRIFUGO MODELO DA 30/28**



Soler & Palau

# Ventiladores Centrífugos Alabes Adelantados

**SA** Simple aspiración

**DA** Doble aspiración

**DAT** Tipo Twin



## MODELOS



### SA



Los ventiladores SA son ventiladores centrífugos de simple oído, equipados con una turbina con álabes o palas curvas adelantadas. El diseño de este tipo de turbinas es especial para manejar grandes caudales de aire a medianas presiones estáticas; manteniendo un bajo consumo de energía. Estas prestaciones altas, se deben llevar a cabo en condiciones de aire limpio, sin polvo o grasa, con temperaturas no mayores a 80 °C.

La gama se compone de 9 tamaños distintos, disponibles en dos versiones constructivas según el sentido de rotación de la turbina.

La serie de ventiladores SA está equipada con estructuras laterales de forma rectangular, construida con perfiles en "C" que refuerzan la unidad, formando una estructura cúbica y de volumen reducido. Estos soportes a su vez, están fijados a un bastidor reforzado, formando una estructura rígida en la cual se soporta la base del motor, diseñada para realizar ajustes en la tensión de las bandas.

### DA - DA/B



Estos equipos fabricados en lámina galvanizada resistente a la corrosión, están diseñados para brindar eficiencia y confiabilidad en aplicaciones de suministro, extracción y retorno de aire por conductos, su diseño permite obtener cuatro posiciones de descarga (cada 90°).

La serie DA integra un arreglo especial en la cual la base motor se encuentra sobre la envolvente del equipo.

La serie DA/B cuenta con un arreglo en el cual el motor descansa sobre un bastidor común al ventilador.

El modelo de mayor tamaño de esta gama, el DA 36/36, es un equipo que cuenta con características importantes de resistencia en su conjunto, para lograr un nivel inigualable en prestaciones. En donde todo el conjunto se encuentra reforzado: turbinas robustas y con altos estándares de balanceo, soportes reforzados, rodamientos en carcasa industrial de larga vida útil.

### DAT



Equipos acoplados en paralelo, accionados con un solo motor, unidos mediante el mismo eje transmisión.

Disponibles en tamaños 10/10, 12/12 y 15/15.

Estos equipos representan una opción interesante para aplicaciones donde el espacio a ocupar por los ventiladores se encuentra restringido.

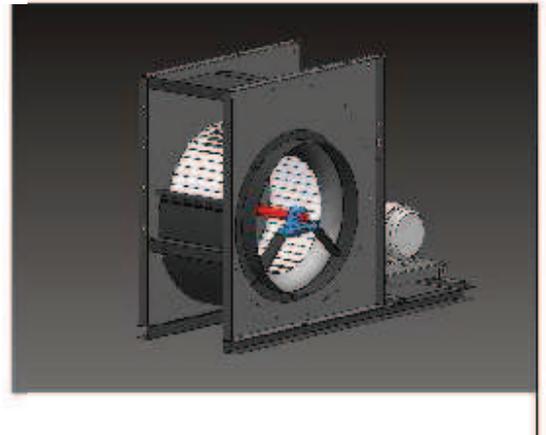
Fabricados con las mismas características constructivas que los equipos DA de doble aspiración.

La principal aplicación de esta opción es para montaje en plenum para manejadoras, cajas filtración, etc.



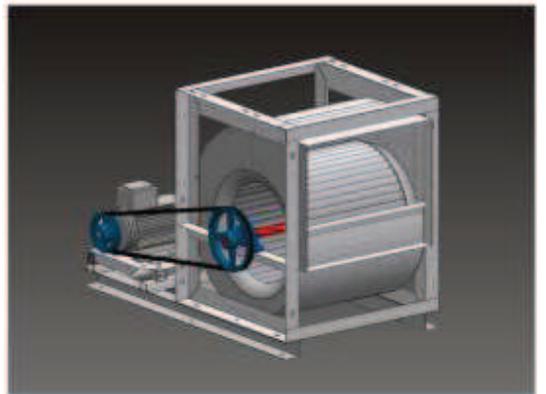
### SA Ventiladores centrífugos de alabes adelantados simple aspiración

Modelo	Diámetro de turbina	
	mm	inches
9/4	252	9 15/16
10/6	282	11 1/8
12/6	332	13 1/16
15/8	382	15 1/16
18/8	468	18 7/16
20/10	536	21 1/8
22/11	585	23 1/16
25/13	662	26 1/16
30/14	778	30 5/8



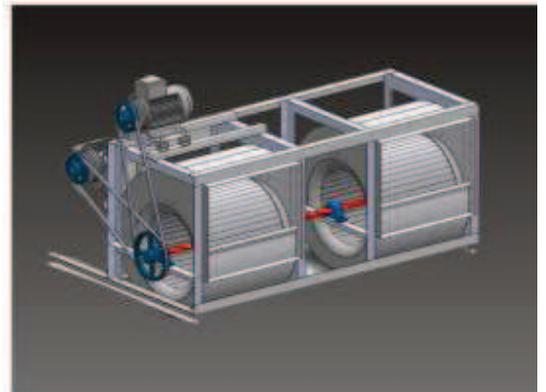
### DA Ventiladores centrífugos de alabes adelantados doble aspiración

Modelo	Diámetro de turbina	
	mm	inches
7/7	197	7 3/4
9/9	252	9 15/16
10/10	282	11 1/8
12/12	332	13 1/16
15/15	382	15 1/16
18/18	468	18 7/16
20/20	536	21 1/8
22/22	585	23 1/16
25/25	662	26 1/16
30/28	778	30 5/8
36/36	898	35 3/8



### DAT Ventiladores centrífugos de alabes adelantados doble aspiración tipo twin

Modelo	Diámetro de turbina	
	mm	inches
10/10	282	11 1/8
12/12	332	13 1/16
15/15	382	15 1/16



## NOMENCLATURA

**DA - 12/12 - CW**

Modelo

SA- Centrífugo simple aspiración turbina alabes curvos adelantados.

DA- Centrífugo doble aspiración turbina alabes curvos adelantados.

DAT- Centrífugo doble aspiración turbina alabes curvos adelantados tipo twin.

Diámetro aproximado turbina

SA- 9, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25 y 30

DA- 9, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 30 y 36.

Ancho aproximado turbina

SA- 4, 6, 8, 10, 11, 13 y 14

DA- 9, 10, 12, 15, 18, 20, 22, 25, 28 y 36.

Rotación

CW

CCW

# DA 30/28



## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Diámetro de la turbina: 778 mm. (30 5/8 inch).  
Diámetro de flecha: 34.93 mm. (1 3/8 inch).

Área de salida: 0.7846 m<sup>2</sup> (8.443 ft<sup>2</sup>)  
BHP máximos: 49.5.

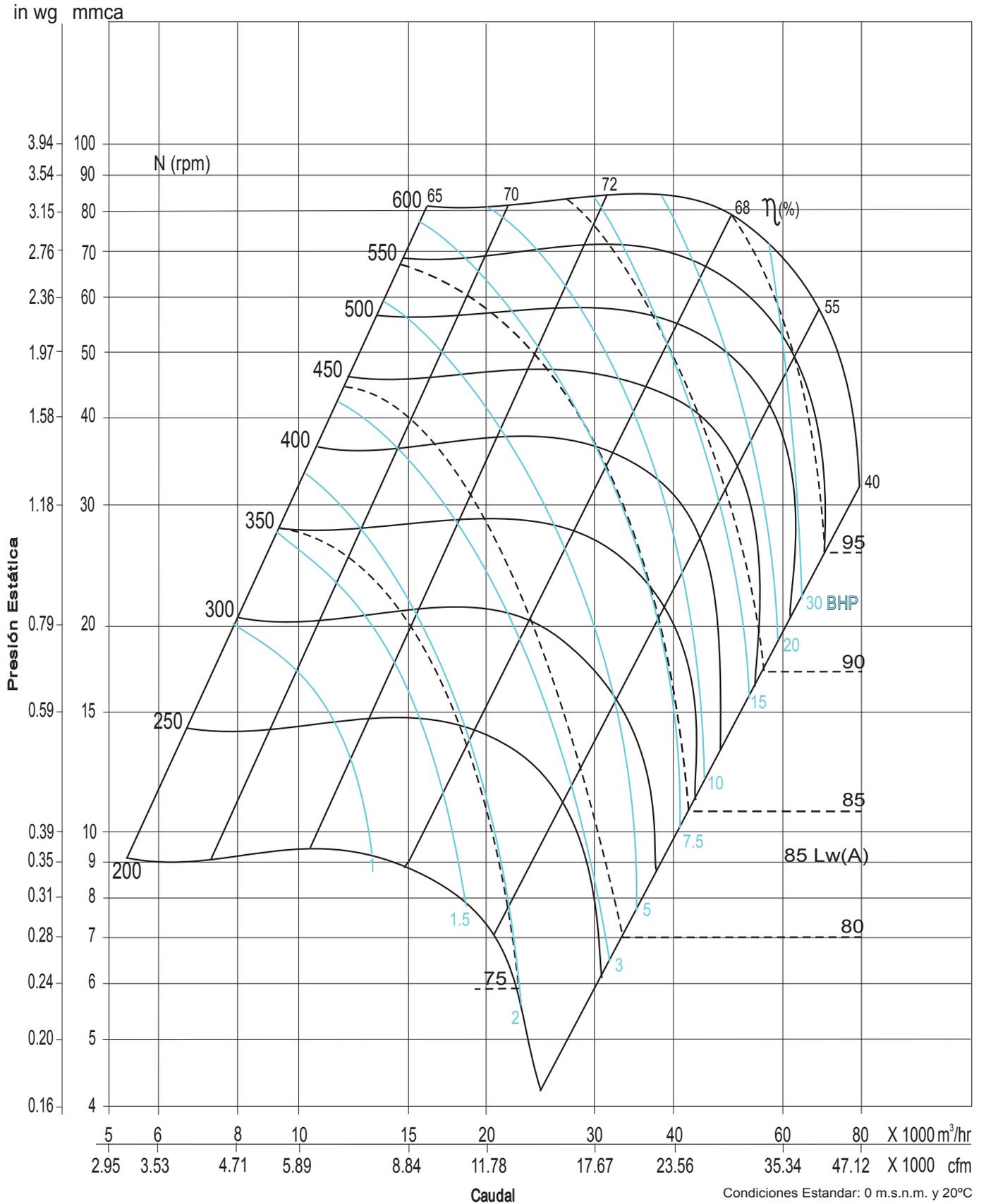
Armazón máximo de motor: 326 T.  
RPM máximas: 600.  
Peso del equipo: 168.36 Kg 371.03 Lb.

RPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg.																										
	6.35 mm / 0.250"		7.93 mm / 0.312"		9.53 mm / 0.375"		12.70 mm / 0.500"		14.28 mm / 0.562"		15.87 mm / 0.625"		19.05 mm / 0.750"		20.63 mm / 0.812"		22.22 mm / 0.875"		23.81 mm / 0.937"		25.40 mm / 1.000"		28.57 mm / 1.125"				
	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	
200	12900	1.32	11303	1.05	7824	0.62																					
215	21930	71	19192	71	13285	65																					
230	14639	1.82	13352	1.53	11761	1.24																					
245	24886	74	22672	74	19994	70																					
250	16295	2.41	15169	2.09	13925	1.79	1265	0.20																			
250	27702	76	25757	76	23673	73	2151	47																			
250	17900	3.11	16877	2.75	15805	2.42	13033	1.75	9505	1.12																	
250	30430	78	28657	78	26869	75	22156	72	16139	72																	
250	18426	3.37	17430	3.00	16399	2.66	13859	1.98	11743	1.55																	
250	31324	78	29596	78	27878	76	23560	73	19940	74																	
265	19988	4.23	19057	3.81	18118	3.43	16003	2.72	14662	2.36	12780	1.91															
265	33980	80	32359	80	30801	78	27205	76	24896	77	21700	76															
280	21529	5.21	20646	4.74	19774	4.32	17899	3.56	16821	3.19	15572	2.80															
280	36599	81	35057	81	33616	80	30428	78	28562	79	26441	79															
280	23053	6.33	22209	5.81	21386	5.35	19672	4.51	18735	4.11	17721	3.72	15023	2.86	12004	2.09											
280	39190	83	37711	83	36356	81	33442	80	31812	81	30090	80	25539	76	20383	73											
295	23558	6.74	22725	6.2	21916	5.72	20244	4.85	19342	4.45	18379	4.05	15951	3.21	13996	2.65											
295	40049	83	38587	83	37257	82	34415	81	32843	82	31208	81	27117	77	23765	78											
315	25067	8.05	24263	7.45	23489	6.92	21922	5.98	21100	5.54	20248	5.12	18289	4.28	17060	3.82	15459	3.30									
315	42614	84	41199	84	39931	83	37267	82	35828	83	34381	83	31091	80	28968	81	26249	80									
330	26566	9.52	25786	8.86	25042	8.28	23556	7.24	22792	6.76	22014	6.32	20309	5.44	19329	4.99	18220	4.53	16819	4.01	14670	3.29					
330	45162	86	43785	86	42571	85	40045	84	38701	84	37380	84	34525	82	32821	83	30938	82	28559	81	24939	77					
330	28057	11.2	27299	10.4	26579	9.8	25157	8.66	24437	8.14	23714	7.65	22173	6.72	21327	6.26	20419	5.81	19382	5.33	18169	4.81					
330	47697	87	46354	87	45184	86	42767	85	41494	86	40266	85	37694	83	36213	84	34671	84	32911	83	30887	80					
350	28553	11.7	27801	11.0	27088	10.3	25685	9.17	24977	8.63	24269	8.14	22772	7.18	21958	6.72	21095	6.24	20126	5.78	19028	5.28	15554	3.93			
350	48540	87	47206	87	46050	86	43665	85	42411	86	41209	86	38712	84	37285	85	35819	84	34174	84	32348	81	26411	81			
350	29543	13.0	28802	12.2	28103	11.6	26734	10.2	26048	9.70	25367	9.15	23943	8.15	23182	7.67	22390	7.20	21522	6.74	20578	6.23	18137	5.11			
360	50164	88	48906	88	47719	87	45394	86	44230	87	43073	86	40655	85	39363	86	38018	85	36544	85	34941	83	30797	83			
370	30530	14.3	29800	13.4	29113	12.7	27774	11.4	27108	10.8	26449	10.2	25086	9.19	24368	8.68	23629	8.20	22834	7.70	21991	7.20	19977	6.17			
370	51840	89	50600	88	49434	88	47160	87	46029	87	44910	87	42596	86	41377	86	40122	86	38772	86	37341	84	33921	84			
380	31515	15.7	30795	14.8	30119	14.0	28808	12.6	28158	12.0	27519	11.4	26208	10.3	25524	9.80	24828	9.30	24088	8.76	23316	8.26	21554	7.23			
380	53576	89	52290	89	51202	88	48974	88	47812	88	46727	88	44554	87	43340	87	42158	87	40901	87	39637	85	36599	85			
390	32498	17.2	31788	16.2	31121	15.4	29835	13.9	29201	13.3	28579	12.6	27311	11.5	26657	10.9	25995	10.4	25298	9.88	24580	9.40	22989	8.33			
390	55182	90	53976	90	52843	89	50660	89	49583	89	48527	89	46374	88	45264	88	44140	88	42956	87	41737	87	39035	86			

RPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg.																										
	31.75 mm / 1.250"		34.92 mm / 1.375"		38.10 mm / 1.500"		44.45 mm / 1.750"		47.62 mm / 1.875"		50.80 mm / 2.000"		58.72 mm / 2.312"		63.50 mm / 2.500"		69.85 mm / 2.750"		71.45 mm / 2.813"		76.20 mm / 3.000"		85.72 mm / 3.375"				
	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	CFM	BHP	
400	22637	8.40	20453	7.17	15647	4.94																					
400	38438	87	34729	86	26569	81																					
415	24767	10.3	23049	9.10	20799	7.77																					
415	42054	88	39137	87	35358	85																					
430	26725	12.3	25254	11.1	23523	9.88																					
430	45379	89	42881	89	39989	86																					
445	28578	14.4	27264	13.2	25796	12.0	21754	9.24																			
445	48525	90	46294	90	43853	88	36982	85																			
450	29178	15.2	27905	14.0	26499	12.8	22824	10.1	19341	8.00																	
450	49544	91	47383	90	45048	89	38801	86	32841	87																	
465	30938	17.6	29765	16.3	28504	15.1	25496	12.5	23464	11.0	20082	8.86															
465	52533	92	50541	91	48457	90	43343	88	39842	89	34139	85															
480	32650	20.2	31552	18.9	30394	17.6	27769	15.1	26177	13.7	24182	12.1															
480	55440	93	53575	92	51670	91	47207	89	44449	90	41109	87															
495	34324	23.0	33287	21.7	32207	20.3	29836	17.7	28477	16.4	26913	14.9															
495	58282	94	56521	93	54752	92	50721	91	48354	92	45752	89															
500	34876	24.0	33856	22.6	32797	21.3	30494	18.6	29192	17.3	27718	15.9	21569	11.0													
500	59219	94	57487	93	55755	92	51840	91	49568	92	47121	90	36624	89													
515	36513	27.1	35539	25.7	34537	24.3	32404	21.5	31231	20.1	29951	18.8	25757	14.8													
515	61999	95	60345	94	58713	93	56087	92	53030	93	50917	91	43735	91													
530	38128	30.5	37192	29.0	36237	27.5	34231	24.6	33155	23.2	32005	21.8	28555	18.1	25559	15.3											
530	64741	95	63152	95	61603	94	58193	94	56297	94	54409	93	48486	92	43450	90											
545	39725	34.1	38892	32.5	37905	30.9	36003	27.9	34999	26.5	33943	25.0	30925	21.3	28639	18.9	23434	14.2									

# DA 30/28

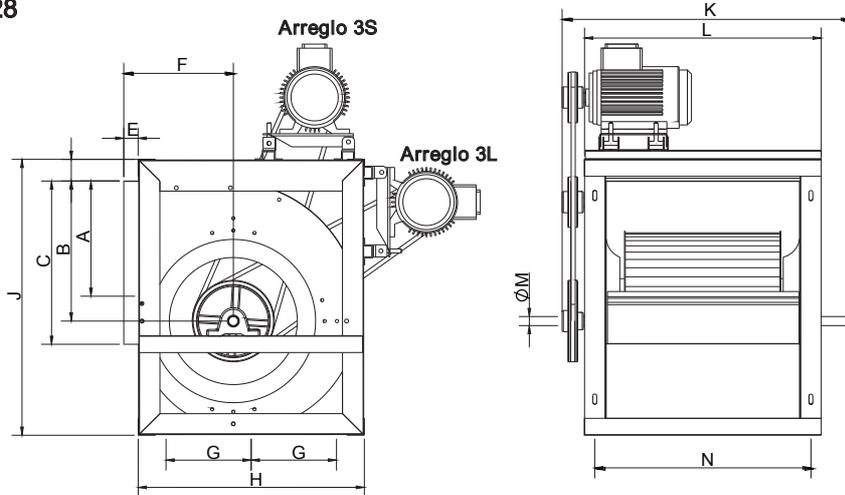
CURVA CARACTERÍSTICA



# DIMENSIONES DA - DA/B



## DA: 20-20 al 30-28



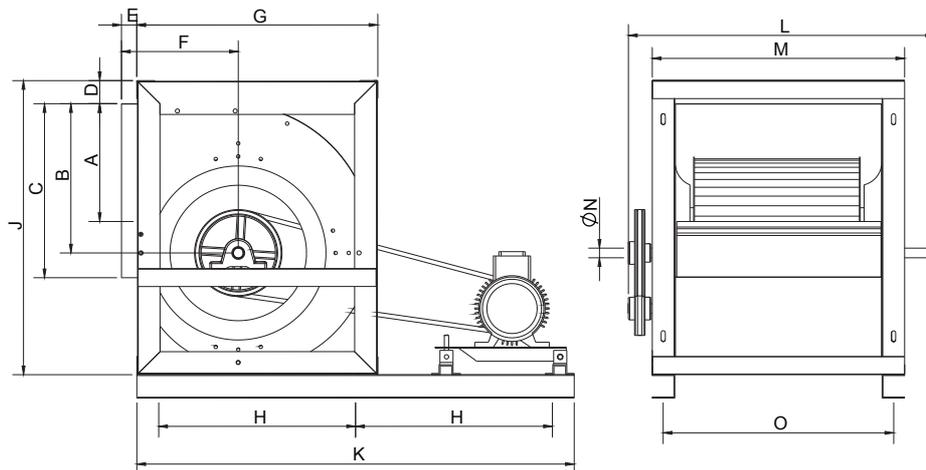
Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	ØM	N
20/20	340	526	630	55	50	361	326	772	967	930	730	34.9	680
22/22	390	580	697	55	56	394	326	862	1070	1004	796	34.9	746
25/25	430	649	795	55	56	438	382	973	1203	1110	896	34.9	846
30/28	485	765	940	55	52	510	474	1158	1418	1185	970	34.9	920

Medidas en mm.

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	ØM	N
20/20	13 3/8	20 11/16	24 13/16	2 3/16	1 15/16	14 3/16	12 13/16	30 3/8	38 1/16	36 5/8	28 3/4	1 3/8	26 3/4
22/22	15 3/8	22 13/16	27 7/16	2 3/16	2 3/16	15 1/2	12 13/16	33 15/16	42 1/8	39 1/2	31 5/16	1 3/8	29 3/8
25/25	16 15/16	25 9/16	31 5/16	2 3/16	2 3/16	17 1/4	15	38 5/16	47 3/8	43 11/16	35 1/4	1 3/8	33 5/16
30/28	19 1/8	30 1/8	37	2 3/16	2 1/16	20 1/16	18 11/16	45 9/16	55 13/16	46 5/8	38 3/16	1 3/8	36 1/4

Medidas en pulgadas.

## DA/B: 20-20 al 30-28



Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O
20/20	340	526	630	55	50	361	772	511	967	1222	930	730	35	680
22/22	390	580	697	55	56	394	862	552	1070	1303	1004	796	35	746
25/25	430	649	795	55	56	438	973	630	1203	1460	1110	896	35	846
30/28	485	765	940	55	52	510	1158	724	1418	1648	1185	970	35	920

Medidas en mm.

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O
20/20	13 3/8	20 11/16	24 13/16	2 3/16	1 15/16	14 3/16	30 3/8	20 1/8	38 1/16	48 1/8	36 5/8	28 3/4	1 3/8	26 3/4
22/22	15 3/8	22 13/16	27 7/16	2 3/16	2 3/16	15 1/2	33 15/16	21 11/16	42 1/8	51 5/16	39 1/2	31 5/16	1 3/8	29 3/8
25/25	16 15/16	25 9/16	31 5/16	2 3/16	2 3/16	17 1/4	38 5/16	24 13/16	47 3/8	57 1/2	43 11/16	35 1/4	1 3/8	33 5/16
30/28	19 1/8	30 1/8	37	2 3/16	2 1/16	20 1/16	45 9/16	28 1/2	55 13/16	64 7/8	46 5/8	38 3/16	1 3/8	36 1/4

Medidas en pulgadas.



**19-DA-30/28-425 r.p.m./-4-15 hp**

La serie **DA** integra un arreglo especial en la cual la base motor se encuentra sobre la envoltente del equipo, marca S&P, modelo 19-DA-30/28, con caudal 22.483 cfm y presión 1,44 inwg.

**Referencia producto: Cabina de Pintura**

**Punto de trabajo requerido**

Caudal	21.919 cfm
Presión estática	1,37 inwg
Temperatura	27 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,17 kg/m <sup>3</sup>
Frecuencia	60 Hz
Tensión	3-208-230/460V-60Hz V

**Punto trabajo**

Caudal	22.483 cfm
Presión estática	1,44 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión dinámica	0,392 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión total	1,83 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión estática estándar	1,48 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Presión dinámica estándar	0,402 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Presión total estándar	1,88 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Rend Total	63,2 %
Potencia útil	10,3 hp @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Potencia útil estándar	10,6 hp @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Rend Estático	49,7 %
Velocidad descarga	12,9 m/s
Velocidad ventilador	425 rpm
Potencia específica	0,93 W/l/s

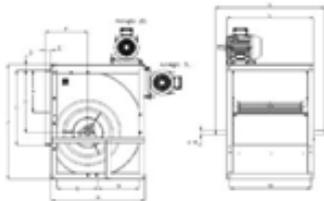
**Construcción**

Diámetro	30/28
Tamaño ventilador	30/28
Peso	293,36 kg

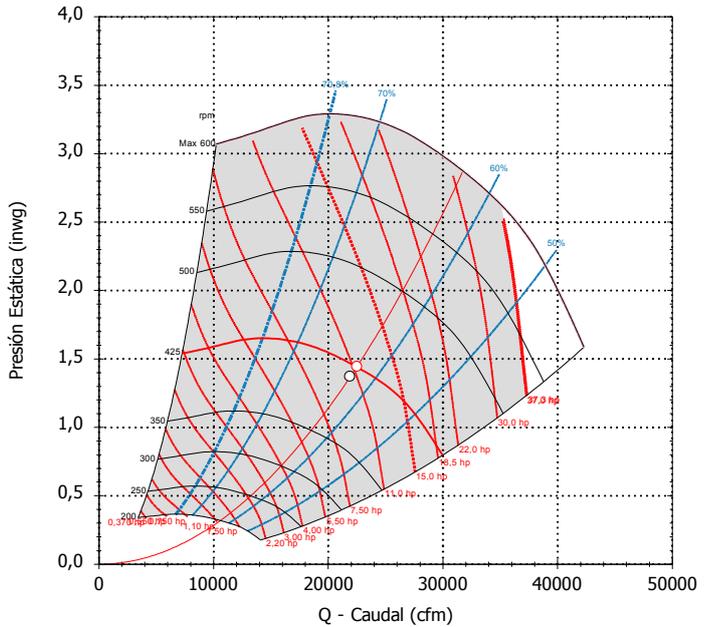
**Motores**

Número de Polos	4
Potencia motor	15 hp
Tensión	3-208-230/460V-60Hz
Índice de protección	IP55
Clase motor	F

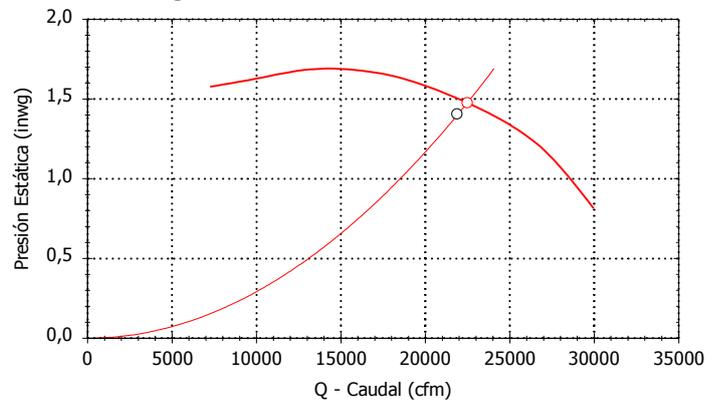
**Dimensiones**



**Curva**



**Curva (1,2 kg/m<sup>3</sup>)**



A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
485	765	940	55	52	510	474	1158	1418	1185	970	34.9	920

# **APÉNDICE C**

## **FILTRO SINTÉTICO**



Better Air is Our Business®



# AmericanAirFilter® PolyKlean™

## Synthetic Air Filter Medias

Choose from three medias to meet a variety of application requirements:

- Lightweight
- Easy to handle
- Available in pre-cut pad sizes
- Also full length slit width rolls
- Fully incinerable
- Excellent arrestance
- Not affected by moisture
- Non-toxic, non-allergenic
- High dust holding capacity
- Tough, durable, resilient 100% polyester fibers

### Applications

PolyKlean™ filter medias are made from tough polyester fibers bonded with a fire retardant resin to form a variety of high loft medias structured for performance, economy, and long service life.

### Protect HVAC Coils and Ducts

PolyKlean medias are widely used in commercial HVAC systems and in unitary equipment including unit ventilators, fan coil units, and packaged terminal air conditioners to protect the heat transfer surfaces and ductwork from accumulating a build up of dust and dirt.

### Extend Final Filter Life

Prefilters reduce operating costs by extending the life of higher efficiency final filters. PolyKlean filter medias remove the larger, heavier particles that would quickly plug up high efficiency extended surface filters.



### High Loft Fiber Structure Maximizes Filter Surface Area

PolyKlean medias are formed into a high loft mat with an extremely large amount of fiber surface area and a complex maze of fiber intersections. The intricate fiber structure holds more dirt with less resistance.

### Engineered for IAQ Using Antimicrobial

PolyKlean Gold filters with antimicrobial are engineered to improve Indoor Air Quality (IAQ). The antimicrobial acts as a preservative to ensure the integrity of the media throughout the useful life of the filter, and inhibits the growth of microorganisms documented to affect IAQ.

### Save with PolyKlean™ Media and AmerFrame® Holding Frames

PolyKlean filter media pads are designed for installation in permanent metal frames. Substantial cost savings can be achieved by using pads and frames compared to disposable panel filters. The cost of the frames is quickly recovered after only a few changeouts.



AmerFrame® filter media frames are available in 1" and 2" thickness for installations into standard 2" universal holding frames. They are built rugged for years of dependable service.



### Synthetic PolyKlean™ Gold

Commercial grade media for medium to heavy dirt loading conditions. Manufactured with antimicrobial.



### PolyKlean™ Blue

Commercial grade media for medium to heavy dirt loading conditions.



### PolyKlean™ White

Standard grade media for light to medium dirt loading conditions.

#### Best Performance

- Antimicrobial preserves the media
- 1" and 2" thickness, gold tint on the air leaving side
- Blended dual denier fiber construction
- Pressure sensitive dry tack adhesive on air leaving side

#### Better Performance

- ½", 1", and 2" thickness, blue tint on the air leaving side
- Blended dual denier fiber construction (1" and 2")
- Pressure sensitive dry tack adhesive on air leaving side

#### Good Performance

- ½", 1", and 2" thickness, solid white in color
- Blended dual denier fiber construction (1" and 2")
- PolyKlean White is dry — no adhesive

#### Performance Data

Media Type	Rated Initial Resistance (in. w.g.)			Rated average Arrestance (%)		Recommended Final Resistance (in. w.g.)
	300 FPM	500 FPM	625 FPM	300 FPM	500 FPM	
<b>PolyKlean Gold</b> with Antimicrobial (Pressure Sensitive Dry Tack Adhesive on Air Leaving Side)						
1"	.19	.32	.49	90-95	80-85	1.0
2"	.20	.44	.60	90-95	80-85	1.0
<b>PolyKlean Blue</b> (Pressure Sensitive Dry Tack Adhesive on Air Leaving Side)						
½"	.14	.28	N/R	85-90	70-75	0.5
1"	.19	.32	.49	90-95	80-85	1.0
2"	.20	.44	.60	90-95	80-85	1.0
<b>PolyKlean White</b> (Dry)						
½"	.16	.30	N/R	80-85	65-70	0.5
1"	.20	.32	.43	90-95	75-80	1.0
2"	.24	.45	.60	90-95	80-85	1.0

All performance data is based on ASHRAE Standard 52.2. Performance tolerances conform to Section 7.4 of ARI Standard 850-93.

#### Temperature Limits

##### Storage Temperature

-40°F to 220°F  
-40°C to 104°C

##### Maximum Continuous Operating Temperature

175°F/79°C

##### Underwriters Laboratories Classification

All PolyKlean filters are UL Classified. Testing was performed according to UL Standard 900.



AAF International Building  
9920 Corporate Campus Dr., Suite 2200  
Louisville, Kentucky 40223-5000

Customer Service 888.223.2003  
Fax 888.223.6500

www.aafintl.com



AAF has a policy of continuous product research and improvement and reserves the right to change design and specifications without notice.

ISO Certified Firm

## **APÉNDICE D**

### **CÁLOGO VENTILADOR CENTRIFUGO MODELO CM-900**



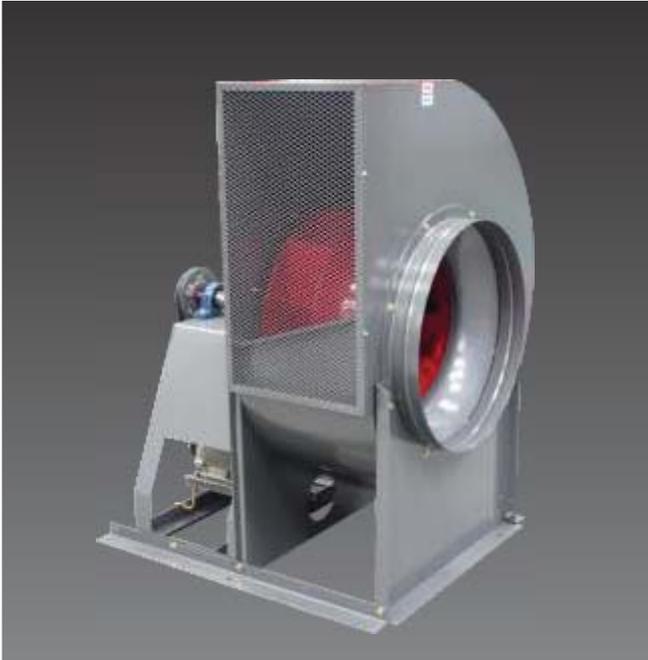
# Ventiladores Centrífugos Álabes Atrasados CM Tipo Vent-Set





**VENTILADORES CENTRÍFUGOS**  
**ÁLABES RECTOS ATRASADOS**  
**Tipo: Vent-Set**

# CM



Equipos centrífugos de simple aspiración modelo CM, con dos opciones de rodete: de alabes atrasados o del tipo airfoil.

Equipos que brindan considerables prestaciones de caudal presión, con bajo consumo de energía y nivel sonoro bajo, ideales para la inyección o extracción de aire en aplicaciones comerciales e industriales:

-Rango de caudal (Clase I y Clase II): 848 m<sup>3</sup>/hr (500 CFM) hasta 100,000 m<sup>3</sup>/hr (58,858 CFM).

-Rango de presión estática:

Clase I: 177.8 mm c.a. (7 inwg)

Clase II: 279.4 mm c.a. (11 inwg)

El desempeño del rodete, minimiza las pérdidas innecesarias de energía dando como resultado un sistema con altos niveles de eficiencia.

Su diseño, fabricación y verificación avalan una larga vida útil de operación, con muy bajo mantenimiento. Contando además con gran versatilidad en arreglos, posiciones de descarga y disponibilidad completa en la serie de accesorios para fijación, montaje y adecuada operación del equipo en cada aplicación.

## NOMENCLATURA

### CM - II - 280 CW

Modelo  
CM Turbina alabes atrasados  
CMA Turbina airfoil (315 - 630)

Clase  
I- Clase I  
II - Clase II (Modelo CM, 315 -1000)

Tamaño  
250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560,  
630, 710, 800,900,1000, 1120, 1250 y 1400

Rotación  
CW- (Modelo CMA, Clase I)  
CCW- (Modelo CM, Clase I)



# CM 900

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Diámetro de rodete: 905 mm (35 5/8 inch)  
 Diámetro del eje: Clase I 55.6 mm (2 3/16 inch)  
 Clase II 60 mm (2 1/3 inch)

Área de salida: 0.672 m<sup>2</sup> (7.23 ft<sup>2</sup>)  
 BHP máximos: Clase I 17.8, Clase II 40.8

Armazón máx. de motor: Clase I 284T, Clase II 326T  
 RPM máximas: Clase I 1050, Clase II 1400  
 Peso del equipo: 473 Kg (1041 Lbs)

CFM m <sup>3</sup> /hr	Vel. salida PPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg																																			
		25.4 mm/1.0"		38.1 mm/1.5"		44.5 mm/1.75"		50.8 mm/2.0"		63.5 mm/2.5"		67.38 mm/2.75"		76.2 mm/3.0"		88.9 mm/3.5"		101.6 mm/4.0"		114.3 mm/4.5"		127.0 mm/5.0"		139.7 mm/5.5"													
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP										
4252	600	LwA	423	0.97	LwA	514	1.53	LwA	555	1.84	LwA	594	2.15	LwA	665	2.79	LwA	699	3.12	LwA	730	3.46	LwA	790	4.15	LwA	846	4.86	LwA	898	5.59	LwA	947	6.34	LwA	994	7.12
7219		BHP	65		BHP	71		BHP	73		BHP	75		BHP	79		BHP	80		BHP	81		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	88		BHP	89	
4960	700	LwA	430	1.09	LwA	517	1.72	LwA	556	2.05	LwA	594	2.39	LwA	664	3.09	LwA	697	3.45	LwA	728	3.82	LwA	788	4.58	LwA	843	5.37	LwA	895	6.16	LwA	945	6.98	LwA	992	7.82
8423		BHP	65		BHP	71		BHP	73		BHP	75		BHP	79		BHP	80		BHP	81		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	88		BHP	89	
5669	800	LwA	440	1.24	LwA	522	1.91	LwA	560	2.26	LwA	596	2.62	LwA	664	3.38	LwA	696	3.78	LwA	727	4.18	LwA	786	5.01	LwA	841	5.85	LwA	893	6.72	LwA	942	7.60	LwA	989	8.51
9626		BHP	66		BHP	59		BHP	73		BHP	75		BHP	79		BHP	80		BHP	81		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	88		BHP	89	
6377	900	LwA	454	1.40	LwA	530	2.10	LwA	566	2.48	LwA	601	2.86	LwA	667	3.68	LwA	698	4.10	LwA	728	4.53	LwA	786	5.42	LwA	840	6.32	LwA	891	7.25	LwA	940	8.21	LwA	987	9.18
10829		BHP	68		BHP	71		BHP	73		BHP	75		BHP	79		BHP	80		BHP	81		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	88		BHP	89	
7086	1000	LwA	469	1.59	LwA	542	2.32	LwA	576	2.72	LwA	609	3.13	LwA	672	3.99	LwA	702	4.43	LwA	731	4.89	LwA	787	5.83	LwA	840	6.79	LwA	891	7.79	LwA	939	8.80	LwA	985	9.84
12032		BHP	69		BHP	72		BHP	74		BHP	75		BHP	80		BHP	81		BHP	81		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	88		BHP	89	
8503	1200	LwA	506	2.02	LwA	571	2.83	LwA	601	3.27	LwA	631	3.72	LwA	689	4.66	LwA	716	5.15	LwA	743	5.64	LwA	796	6.67	LwA	846	7.75	LwA	894	8.85	LwA	941	9.97	LwA	985	11.1
14439		BHP	73		BHP	75		BHP	76		BHP	77		BHP	79		BHP	80		BHP	81		BHP	83		BHP	84		BHP	86		BHP	87		BHP	89	
9921	1400	LwA	546	2.56	LwA	606	3.46	LwA	634	3.93	LwA	661	4.42	LwA	714	5.44	LwA	739	5.96	LwA	764	6.50	LwA	813	7.61	LwA	860	8.78	LwA	905	9.96	LwA	949	11.2	LwA	992	12.4
16845		BHP	77		BHP	78		BHP	79		BHP	79		BHP	81		BHP	81		BHP	82		BHP	83		BHP	85		BHP	86		BHP	87		BHP	89	
11338	1600	LwA	589	3.23	LwA	645	4.21	LwA	671	4.73	LwA	696	5.25	LwA	745	6.34	LwA	769	6.91	LwA	792	7.49	LwA	837	8.67	LwA	880	9.91	LwA	923	11.2	LwA	964	12.5	LwA	1005	13.8
19252		BHP	81		BHP	81		BHP	82		BHP	82		BHP	83		BHP	83		BHP	84		BHP	85		BHP	86		BHP	87		BHP	88		BHP	89	
12755	1800	LwA	634	4.03	LwA	687	5.11	LwA	711	5.67	LwA	735	6.23	LwA	781	7.41	LwA	803	8.00	LwA	824	8.62	LwA	866	9.89	LwA	907	11.2	LwA	947	12.5	LwA	986	13.9	LwA	1024	15.4
21658		BHP	82		BHP	84		BHP	84		BHP	85		BHP	85		BHP	85		BHP	85		BHP	86		BHP	87		BHP	88		BHP	89		BHP	90	
14172	2000	LwA	680	4.97	LwA	731	6.16	LwA	754	6.77	LwA	776	7.37	LwA	819	8.63	LwA	840	9.27	LwA	861	9.93	LwA	900	11.3	LwA	938	12.6	LwA	976	14.1	LwA	1012	15.5	LwA	1048	17.0
24064		BHP	85		BHP	86		BHP	86		BHP	87		BHP	87		BHP	88		BHP	88		BHP	88		BHP	89		BHP	89		BHP	90		BHP	91	
15589	2200	LwA	726	6.09	LwA	775	7.37	LwA	798	8.03	LwA	819	8.69	LwA	861	10.03	LwA	880	10.7	LwA	900	11.4	LwA	937	12.8	LwA	973	14.3	LwA	1009	15.8	LwA	1043	17.3	LwA	1077	19.2
26471		BHP	87		BHP	88		BHP	88		BHP	89		BHP	89		BHP	89		BHP	90		BHP	90		BHP	91		BHP	91		BHP	92		BHP	92	
17007	2400	LwA	772	7.36	LwA	821	8.78	LwA	843	9.48	LwA	864	10.19	LwA	903	11.6	LwA	922	12.4	LwA	941	13.1	LwA	976	14.6	LwA	1011	16.2	LwA	1045	17.7	LwA	1078	19.3	LwA	1110	21.0
28877		BHP	89		BHP	90		BHP	90		BHP	90		BHP	91		BHP	91		BHP	92		BHP	92		BHP	92		BHP	93		BHP	93		BHP	94	
18424	2600	LwA	819	8.83	LwA	867	10.4	LwA	888	11.1	LwA	909	11.9	LwA	947	13.4	LwA	965	14.2	LwA	983	15.0	LwA	1018	16.6	LwA	1051	18.2	LwA	1083	19.9	LwA	1114	21.6	LwA	1145	23.3
31284		BHP	92		BHP	92		BHP	92		BHP	93		BHP	93		BHP	93		BHP	93		BHP	94		BHP	94		BHP	95		BHP	95		BHP	95	
19132	2700	LwA	842	9.63	LwA	890	11.2	LwA	911	12.0	LwA	932	12.8	LwA	969	14.4	LwA	987	15.2	LwA	1005	16.0	LwA	1039	17.7	LwA	1071	19.3	LwA	1103	21.0	LwA	1134	22.8	LwA	1164	24.5
32487		BHP	92		BHP	92		BHP	92		BHP	93		BHP	93		BHP	93		BHP	93		BHP	94		BHP	94		BHP	95		BHP	95		BHP	95	
19841	2800	LwA	866	10.5	LwA	913	12.2	LwA	935	13.0	LwA	954	13.8	LwA	992	15.4	LwA	1010	16.3	LwA	1027	17.1	LwA	1060	18.8	LwA	1092	20.5	LwA	1123	22.3	LwA	1153	24.0	LwA	1183	25.8
33690		BHP	93		BHP	93		BHP	93		BHP	94		BHP	94		BHP	94		BHP	94		BHP	95		BHP	95		BHP	96		BHP	96		BHP	96	
21258	3000	LwA	960	14.2	LwA	981	15.0	LwA	1001	15.9	LwA	1037	17.7	LwA	1055	18.6	LwA	1071	19.5	LwA	1104	21.2	LwA	1135	23.1	LwA	1165	24.9	LwA	1194	26.7	LwA	1222	28.6			
36097		BHP	95		BHP	95		BHP	96		BHP	96		BHP	96		BHP	96		BHP	97		BHP	97		BHP	98		BHP	98		BHP	99		BHP	99	
22676	3200	LwA	1028	17.3	LwA	1047	18.3	LwA	1083	20.2	LwA	1100	21.1	LwA	1117	22.1	LwA	1148	23.9	LwA	1178	25.8	LwA	1207	27.8	LwA	1236	29.7	LwA	1263	31.7						
38503		BHP	97		BHP	97		BHP	98		BHP	98		BHP	98		BHP	98		BHP	98		BHP	99		BHP	99		BHP	100		BHP	100		BHP	100	
24093	3400	LwA	1094	20.9	LwA	1129	22.9	LwA	1146	23.9	LwA	1162	24.9	LwA	1193	26.9	LwA	1223	28.9	LwA	1251	30.9	LwA	1279	33.0	LwA	1305	35.1									
40910		BHP	99		BHP	99		BHP	99		BHP	99		BHP	100		BHP	100		BHP	100		BHP	100		BHP	101		BHP	101		BHP	101		BHP	102	

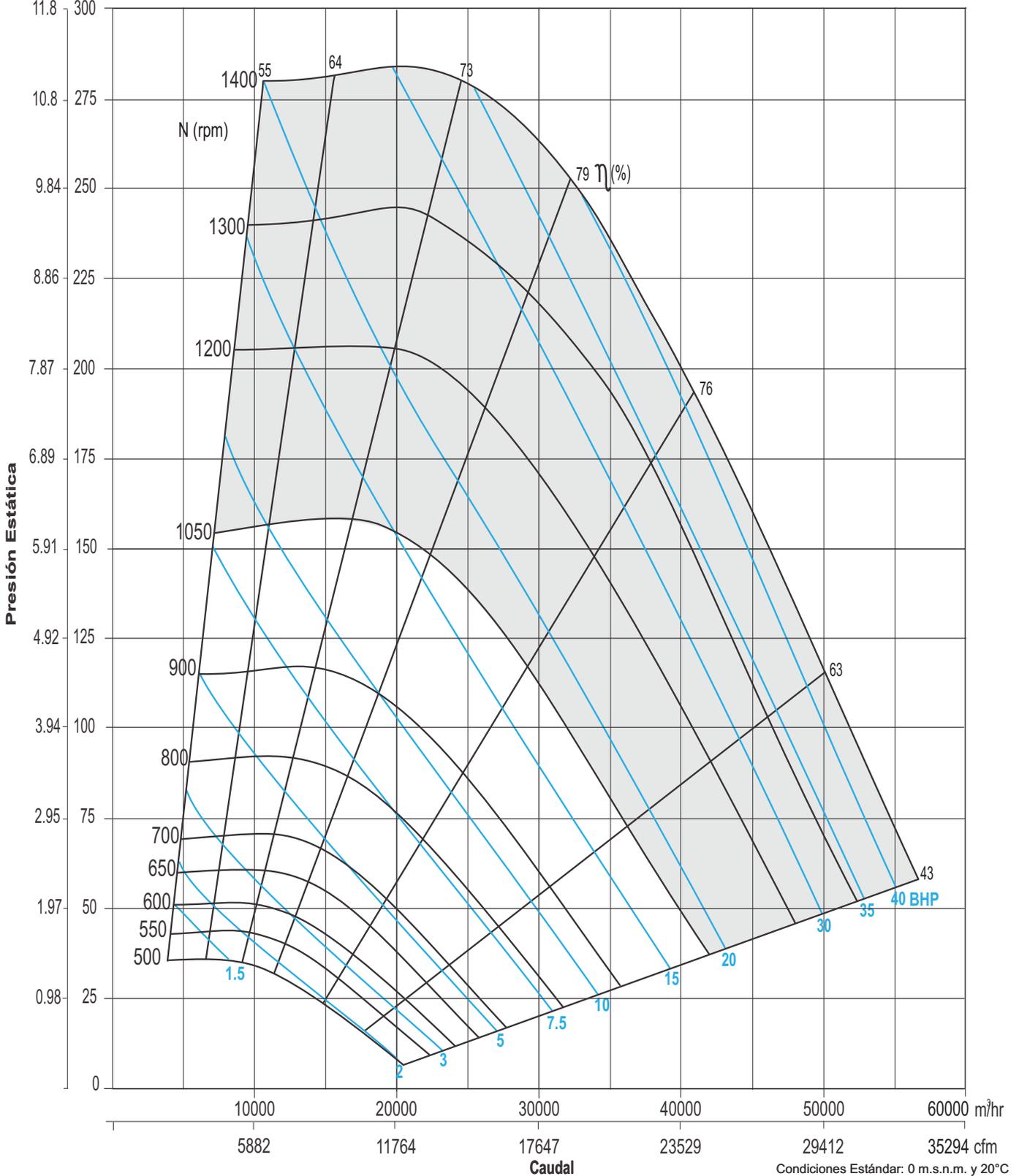
CFM m <sup>3</sup> /hr	Vel. salida PPM	PRESIÓN ESTÁTICA mmca - inwg																																			
		146.1 mm/5.75"		152.4 mm/6.0"		165.1 mm/6.5"		177.8 mm/7.0"		190.5 mm/7.5"		203.2 mm/8.0"		215.9 mm/8.5"		228.6 mm/9.0"		241.3 mm/9.5"		254 mm/10.0"		266.7 mm/10.5"		273.1 mm/10.75"													
		RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP										
7086	1000	LwA	1008	10.4	LwA	1030	10.9	LwA	1072	12.0	LwA	1114	13.1	LwA	1153	14.2	LwA	1192	15.3	LwA	1229	16.4	LwA	1266	17.6	LwA	1301	18.7	LwA	1336	19.9	LwA	1369	21.1	LwA	1386	21.7
12032		BHP	90		BHP	91		BHP	92		BHP	93		BHP	94		BHP	95		BHP	96		BHP	97		BHP	98		BHP	99		BHP	99		BHP	100	
8503	1200	LwA	1007	11.7	LwA	1029	12.3	LwA	1070	13.5	LwA	1111	14.7	LwA	1150	15.9	LwA	1188	17.2	LwA	1225	18.5	LwA	1261	19.7	LwA	1297	21.0	LwA	1331	22.3	LwA	1364	23.7	LwA	1381	24.3
14439		BHP	90		BHP	90		BHP	92		BHP	93		BHP	94		BHP	95		BHP	96		BHP	97		BHP	98		BHP	99		BHP	100		BHP	100	
9212	1300	LwA	1009	12.4	LwA	1030	13.0	LwA	1071	14.3	LwA	1111	15.5	LwA	1150	16.8	LwA	1187	18.1	LwA	1224	19.5	LwA	1260	20.8	LwA	1295	22.2	LwA	1329	23.5	LwA	1362	24.9	LwA		



# CM 900

## CURVA CARACTERÍSTICA

in wg mmca



Condiciones Estándar: 0 m.s.n.m. y 20°C



Los valores de caudal y presión están certificados para instalación tipo B: Sin ducto en la succión y ducto en la descarga. Estos valores no incluyen los efectos de accesorios. Los valores de potencia (kW/BHP) no incluyen las pérdidas por transmisión. Los datos de sonido (A - Weighted) han sido calculados por la norma AMCA 301. Los valores mostrados son medidos a la succión Lw (A) niveles de potencia sonora para instalación tipo B: Sin ducto en la succión y ducto en la descarga. No incluye el efecto de corrección por descarga en ducto. El sello de certificación AMCA no aplica para dB(A).

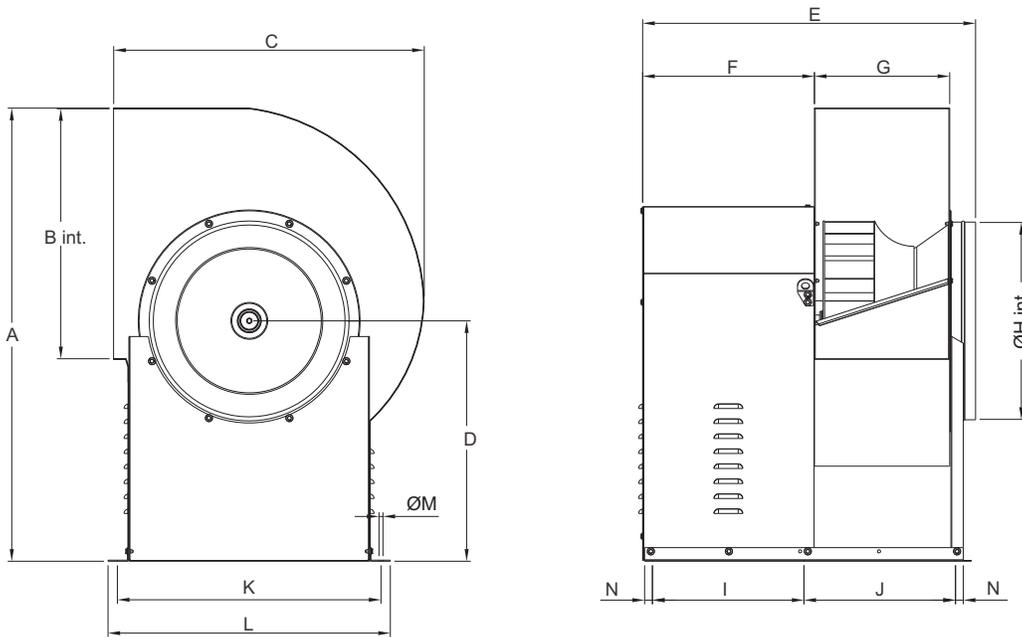
Performance certified is for installation type B: free inlet, ducted outlet. Performance ratings do not include the effects of appurtenances (accessories). Power ratings (kW/BHP) does not include transmission losses. The (A-weighted) sound ratings shown have been calculated per AMCA Standard 301. Values shown are for inlet Lw(A) sound power levels for installation type B: free inlet, ducted outlet. Ratings do not include the effect of duct end correction. The AMCA Certified Ratings Seal does not apply to dB(A).



# DIMENSIONES

## Modelos del 250 al 1000

Clase I



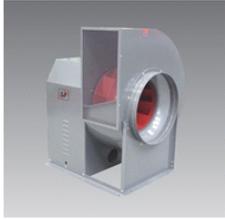
Dimensiones en mm.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	ØH	I	J	K	L	ØM	N
CM 250	606	320	437	336	645	393	180	250	275	275	428	478	12.7	25
CM 280	680	360	467	376	662	389	200	280	283	283	428	478	12.7	25
CM 315	741	404	543	400	729	433	223	315	318	318	498	548	12.7	25
CM 355	832	452	578	450	781	453	247	355	338	338	498	548	12.7	25
CM 400	934	506	641	500	802	455	274	400	353	353	556	612	12.7	25
CM 450	1038	568	723	550	939	548	308	450	423	423	628	688	12.7	25
CM 500	1140	638	795	600	976	548	345	500	443	443	697	757	12.7	25
CM 560	1254	714	888	650	1019	550	386	560	463	463	759	819	12.7	25
CM 630	1450	800	994	769	1066	550	433	630	485	485	844	904	12.7	25
CM 710	1498	898	1117	730	1273	689	479	710	504	504	892	938	13.4	50
CM 800	1626	1006	1251	762	1367	728	533	800	600	600	1002	1054	13.4	50
CM 900	1824	1130	1404	850	1395	694	595	900	615	615	1134	1184	13.4	50
CM 1000	1969	1266	1523	900	1480	710	663	1000	655	655	1172	1239	13.4	50

Dimensiones en pulg.

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	ØH	I	J	K	L	ØM	N
CM 250	23 7/8	12 5/8	17 3/16	13 1/4	25 3/8	15 1/2	7 1/16	9 13/16	10 13/16	10 13/16	16 7/8	18 13/16	1/2	1
CM 280	26 3/4	14 3/16	18 3/8	14 13/16	26 1/16	15 5/16	7 7/8	11	11 1/8	11 1/8	16 7/8	18 13/16	1/2	1
CM 315	29 1/6	15 7/8	21 3/8	15 3/4	28 11/16	17 1/16	8 3/4	12 3/8	12 1/2	12 1/2	19 5/8	21 9/16	1/2	1
CM 355	32 3/4	17 13/16	22 3/4	17 11/16	30 3/4	17 13/16	9 3/4	14	13 5/16	13 5/16	19 5/8	21 9/16	1/2	1
CM 400	36 7/9	19 15/16	25 1/4	19 11/16	31 9/16	17 15/16	10 13/16	15 3/4	13 7/8	13 7/8	21 7/8	24 1/8	1/2	1
CM 450	40 7/8	22 3/8	28 7/16	21 5/8	36 15/16	21 9/16	12 1/8	17 11/16	16 5/8	16 5/8	24 3/4	27 1/16	1/2	1
CM 500	44 7/8	25 1/8	31 5/16	23 5/8	38 7/16	21 9/16	13 9/16	19 11/16	17 7/16	17 7/16	27 7/16	29 13/16	1/2	1
CM 560	49 3/8	28 1/8	34 15/16	25 9/16	40 1/8	21 5/8	15 3/16	22 1/16	18 1/4	18 1/4	29 7/8	32 1/4	1/2	1
CM 630	57 1/16	31 1/2	39 1/8	30 1/4	41 15/16	21 5/8	17 1/16	24 13/16	19 1/8	19 1/8	33 1/4	35 9/16	1/2	1
CM 710	59	35 3/8	44	28 3/4	50 1/8	27 1/8	18 7/8	27 15/16	19 13/16	19 13/16	35 1/8	36 15/16	19/36	2
CM 800	64	39 5/8	49 1/4	30	53 13/16	28 11/16	21	31 1/2	23 5/8	23 5/8	39 7/16	41 1/2	19/36	2
CM 900	71 13/16	44 1/2	55 1/4	33 1/2	54 15/16	27 5/16	23 7/16	35 7/16	24 3/16	24 3/16	44 5/8	46 5/8	19/36	2
CM 1000	77 13/25	49 13/16	59 15/16	35 7/16	58 1/4	27 15/16	26 1/8	39 3/8	25 13/16	25 13/16	46 1/8	48 3/4	19/36	2

# CM-I



## CMI-900-850 r.p.m-/4-15 hp

Gama de Equipos centrífugos de simple aspiración modelo **CM Clase I**, con dos opciones de rodete: de álabes atrasados o del tipo airfoil, marca S&P, modelo CMI-900, con caudal 19.650 cfm y presión 1,04 inwg. Ideales para la inyección o extracción de aire en aplicaciones comerciales e industriales.

### Referencia producto: Cabina de Pintura

#### Punto de trabajo requerido

Caudal	19.727 cfm
Presión estática	1,05 inwg
Temperatura	27 °C
Altitud	0 m
Densidad	1,17 kg/m <sup>3</sup>
Frecuencia	60 Hz
Tensión	3-208-230/460V-60Hz V

#### Punto trabajo

Caudal	19.650 cfm
Presión estática	1,04 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión dinámica	0,448 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión total	1,49 inwg @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Presión estática estándar	1,07 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Presión dinámica estándar	0,460 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Presión total estándar	1,53 inwg @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Rend Total	49,1 %
Potencia útil	9,40 hp @ 1,17 kg/m <sup>3</sup>
Potencia útil estándar	9,64 hp @ 1,2 kg/m <sup>3</sup>
Velocidad descarga	13,8 m/s
Velocidad ventilador	850 rpm
Potencia específica	0,97 W/l/s

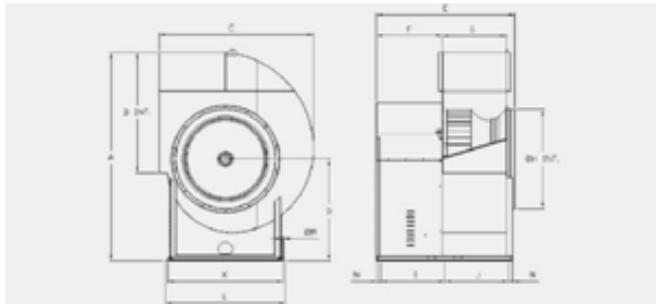
#### Construcción

Diámetro	900
Tamaño ventilador	900
Peso	560,00 kg

#### Motores

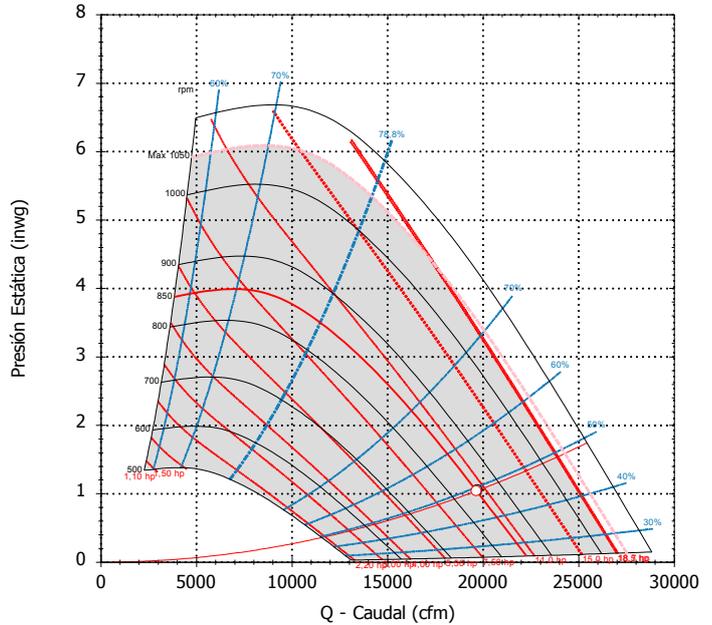
Número de Polos	4
Potencia motor	15 hp
Tensión	3-208-230/460V-60Hz
Índice de protección	IP55
Clase motor	F

#### Dimensiones

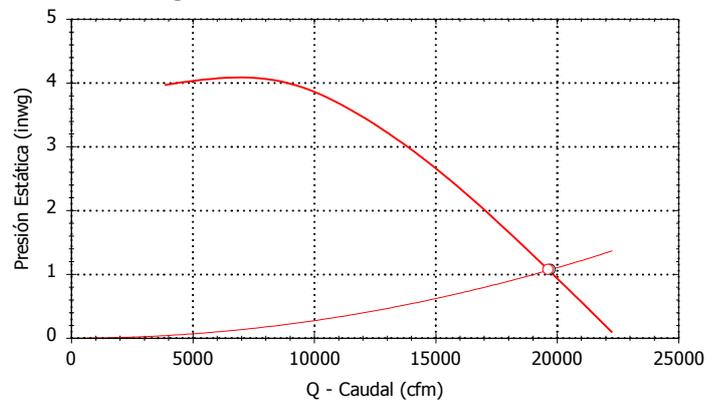


A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1824	1130	1404	850	1395	694	595	900	615	615	1134	1184	13,4	50

#### Curva



#### Curva (1,2 kg/m<sup>3</sup>)



## **APÉNDICE E**

### **HOJA DE CÁLCULO KG DE DUCTOS**

Fecha:		Version 6.0	
Cilente:		Direccion	
Descripcion: INYECCION DE AIRE CAMARA DE PINTURA			

**CODOS**

a	b	a (plg)	b (plg)	r (plg)	Deq (plg)	Angulo (°)	Calibre (mm)	Cantidad	Area N (m2)	Area R (m2)	A T N (m2)	A T R (m2)	Kilos N	Kilos R	"S" (m)	"C" (m)
0.70	1.15	28	46	14	38.3	90	0.90	2	4.46	4.69	8.91	9.37	66.78	69.17	3.13	4.98
1.15	0.70	46	28	23	38.3	45	0.90	1	3.67	6.85	3.67	6.85	27.12	50.53	2.57	1.57
0.70	0.18	28	7	14	14.3	90	0.70	0	2.20	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.18	16	7	8	11.2	90	0.50	0	0.87	1.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	0.25	20	10	10	15.0	90	0.70	0	1.38	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.30	16	12	8	14.9	90	0.50	0	1.04	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	0.25	30	10	15	18.0	90	0.90	0	2.67	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.75	0.25	30	10	15	18.0	90	0.90	0	2.67	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	0.35	18	14	9	17.1	90	0.70	0	1.32	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.35	16	14	8	16.1	90	0.50	0	1.11	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	0.40	18	16	9	18.3	90	0.70	0	1.39	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.45	0.40	18	16	9	18.3	90	0.70	0	1.39	1.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	0.30	14	12	7	13.9	90	0.50	0	0.86	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL									3	%desp= 22.39	12.59	16.22	92.90	119.70	5.70	6.55

**TRANSICIONES**

a1 (plg)	b1 (plg)	a2 (plg)	b2 (plg)	Long (m)	Calibre (mm)	Cantidad	Area N (m2)	Area R (m2)	A T N (m2)	A T R (m2)	Kilos N	Kilos T	"S" (m)	"C" (m)	Long (m)
38	38	46	28	0.4	0.7	1	1.73	2.00	1.73	2.00	9.95	11.48	4.69	3.51	0.40
46	28	28	28	0.6	0.9	1	2.21	2.61	2.21	2.61	16.32	19.27	4.14	3.00	0.60
28	28	20	20	0.6	0.7	1	1.75	2.00	1.75	2.00	10.04	11.47	3.13	2.59	0.60
28	20	28	10	0.6	0.7	1	0.00	1.73	0.00	1.73	0.00	9.91	3.13	1.68	0.60
30	8	28	7	0.4	0.9	0	0.95	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	7	16	7	0.4	0.7	0	0.70	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	12	18	12	0.4	0.7	0	0.73	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	12	16	7	0.4	0.7	0	0.64	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	8	28	7	0.4	0.9	0	0.85	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	7	16	7	0.4	0.7	0	0.70	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	12	10	10	0.4	0.5	0	0.56	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	16	10	14	0.6	0.5	0	0.95	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	18	20	18	0.3	0.9	0	1.29	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	18	18	12	0.6	0.7	0	1.18	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	18	24	18	0.3	0.9	0	1.28	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	18	18	14	0.6	0.7	0	1.27	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	14	14	14	0.3	0.9	0	0.87	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	8	12	8	0.5	0.7	0	0.65	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL							4	%desp= 46.39	5.69	8.34	36.31	52.13	15.09	10.77	2.20

**D U C T O S**

a	b	a (plg)	b (plg)	Deq"	Cal.	Tramo Long. (m)	Area N (m2)	Area R (m2)	A T N (m2)	A T R (m2)	Kilos N	Kilos T	"S" (m)	"C" (m)	Long (m)
1.15	0.70	46	28	38.3	0.90	3.6	4.64	5.53	16.69	19.19	123.16	141.64	9.25	5.67	4.32
0.70	0.70	28	28	30.1	0.70	0.6	3.52	4.05	2.11	2.43	12.12	13.94	0.94	0.94	0.72
0.70	0.50	28	20	25.4	0.70	0.8	3.02	3.48	2.42	2.78	13.89	15.97	1.25	0.93	0.96
0.70	0.25	28	10	17.4	0.70	0.8	2.40	2.76	1.92	2.21	11.04	12.70	1.25	0.53	0.96
0.30	0.30	12	12	12.9	0.50	4.8	1.54	1.66	7.37	7.96	30.24	32.66	3.22	3.66	5.76
0.75	0.30	30	12	19.9	0.90	0	2.65	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.75	0.20	30	8	15.8	0.90	0	2.40	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.70	0.18	28	7	14.3	0.70	0	2.22	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.40	0.18	16	7	11.2	0.50	0	1.47	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.50	0.30	20	12	16.5	0.70	0	2.03	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.45	0.30	18	12	15.7	0.70	0	1.91	2.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.40	0.18	16	7	11.2	0.50	0	1.47	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.75	0.20	30	8	15.8	0.90	0	2.40	2.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.70	0.18	28	7	14.3	0.70	0	2.22	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.40	0.18	16	7	11.2	0.50	0	1.47	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.35	0.30	14	12	13.9	0.50	0	1.66	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.25	0.25	10	10	10.8	0.50	0	1.29	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.35	0.30	14	12	13.9	0.50	0	1.66	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.30	0.30	12	12	12.9	0.50	0	1.54	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.50	0.45	60	18	33.9	0.90	0	4.88	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.60	0.45	24	18	22.3	0.70	0	2.65	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.45	0.35	18	14	17.1	0.70	0	2.03	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.50	0.45	60	18	33.9	0.90	0	4.88	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.35	0.35	14	14	15.1	0.50	0	1.78	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
SUBTOTAL							10.6	%desp= 11.75	30.51	34.57	190.45	216.90	15.91	11.73	12.72

**RESUMEN TOTAL**

Codos	A T N			A T R			Tifles S		Tifles C		OTROS (m2)	A N T F	A R T F	K N T	K R T	# PLANCHAS
	Reduc	Ductos	Codos	Reducciones	Ductos	Codos	37	29								
tol 0.50	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	8.0	3.76				0.00	11.13	11.72	45.65	48.07	4
tol 0.70	0.0	3.5	6.5	0.0	5.7	7.4		2.95			0.00	12.88	16.09	73.97	92.40	5
tol 0.90	12.6	2.2	16.7	16.2	2.6	19.2					0.00	31.48	38.02	232.43	280.66	13
												%desp=	16.40	352.05	421.13	22

## **APÉNDICE F**

### **ESPECIFICACIONES DE TUBO LUZ LED T8**



**RUC: 0992540451001**  
**Miguel H. Alcivar # 274 y Plaza Dañin -**  
**Cdla. Albatros Mz 1 Solar 4**  
**Telefax: 04-6003785 / 2692560 / 0999941604 Fax: 111**  
**E-mail: ventas@grupodmag.com**

**MATERIAL**

LIGHT BODY	CARCAZA DE ALUMINIO
MATERIAL DE PANTALLA	POLICARBONADO
MARCA DEL CHIP LED	EPISTAR
CANTIDAD DE LED	55 pcs
ANGULO DE ILUMINACION	120 °
TEMPERATURA DE TRABAJO	-20 °hasta 50 °
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO	-0° - 50°
PESO NETO	0.25 KG
DIMENSIONES	599*26mm



**CARACTERISTICAS GENERALES**

INDICE DE REPRODUCCION CROMATICA	RA>75
RANGO IP	IP40
TEMPERATURA DE COLOR	BLANCO FRIO: 5000-6000K
LED JUNCTION TEMPERATURE	70°C±10%(Ta=25°C)
TOTAL DISTORCION ARMONICA	≤8%
SISTEMA RESISTENCIA	1.4°C/W
VIDA UTIL	50000H
PODER DE EFICIENCIA	>90%



**CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

VOLTAGE DE ENTRADA	AC85-265V 50/ 60Hz
WORKING VOLTAGE	DC24-36V
FACTOR DE POTENCIA	>0.90
EFICIENCIA DE LAMPARA	>90%
FLUJO INICIAL DEL LED	>1000LM
CONSUMO TOTAL	10W

## **APÉNDICE G**

### **RUBROS DE COSTO DE CÁMARA DE PINTADO**

**PLANILLA**

Guayaquil, 28 de Agosto 2015

Cliente: SR. RICHARD RESABALA

Atención:

Referencia: CAMARA DE PINTADO AUTOMOTRIZ

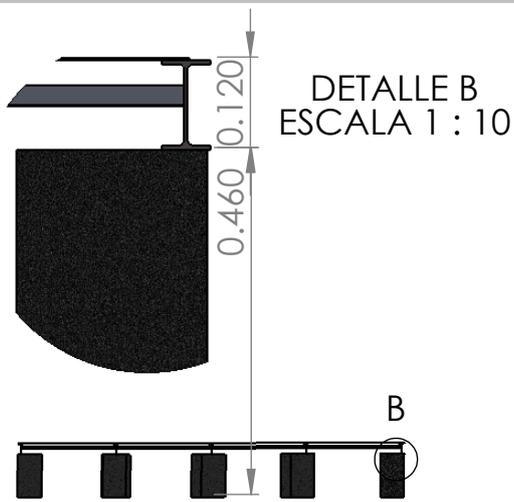
**CAMARA DE PINTADO**

DESCRIPCION DE RUBROS-CANTIDADES		Unidad	Cantidad	Valor Unit	Valor Total
ITEM					
1	Panel de poliuretano, Kutermino PRE/PRE, 50 mm	m2	82	\$ 33.50	\$ 2,747.00
2	Rejilla Electrosoldada 4x30 - 1000x2000 mm	u	18	\$ 162.00	\$ 2,916.00
3	Estructura metalica para plenum de ingreso de aire	Global	1	\$ 835.50	\$ 835.50
4	Estructura metalica para camara de pintura	Global	1	\$ 432.00	\$ 432.00
5	Estructura metalica para piso	Global	1	\$ 610.00	\$ 610.00
6	Ducto de tool galvanizado sin aislar	kg	1400	\$ 5.50	\$ 7,700.00
7	Filtro pliegues 24"x24"x2", MERV8	u	55	\$ 12.00	\$ 660.00
8	Filtro sintetico 30 pies x 30 pulg x 1 pulg	u	4	\$ 100.00	\$ 400.00
9	Luces led T8	u	24	\$ 26.00	\$ 624.00
11	Ventilador centrifugo doble oido T/B/P Marca: Soler&Palau Modelo: DA 30/28 Capacidad: 22000cfm@1,38"c.a. Potencia: 15 HP Servicio: 220V/60Hz/3Ph	u	1	\$ 4,372.00	\$ 4,372.00
12	Ventilador centrifugo tipo Vent-Set, simple entrada Marca: Soler&Palau Modelo: CMI-900 Capacidad: 19726cfm@1,05"c.a. Potencia: 15 HP Servicio: 220V/60Hz/3Ph	u	1	\$ 5,200.00	\$ 5,200.00
13	Medidores de presión	u	2	\$ 150.00	\$ 300.00
14	Tablero electrico	u	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
<b>TOTAL CAMARA DE PINTADO</b>				\$	<b>28,296.50</b>

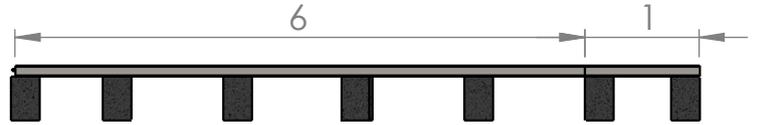
NOTA: PRECIO INCLUYE IVA Y MANO DE OBRA

# **APÉNDICE H**

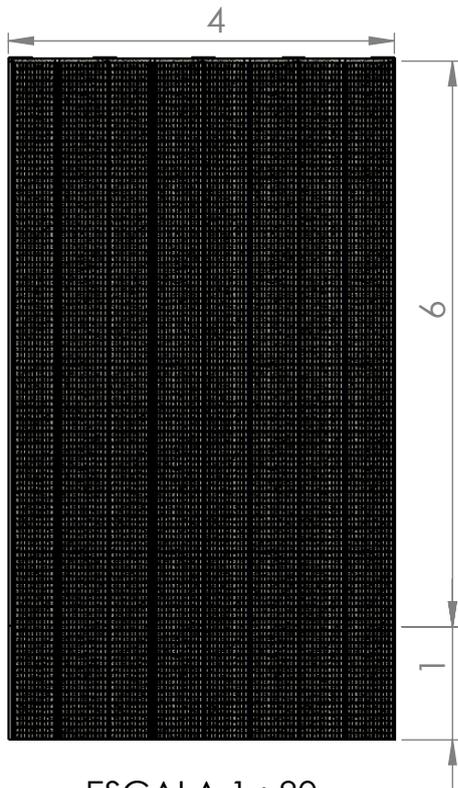
## **PLANOS ESQUEMÁTICOS**



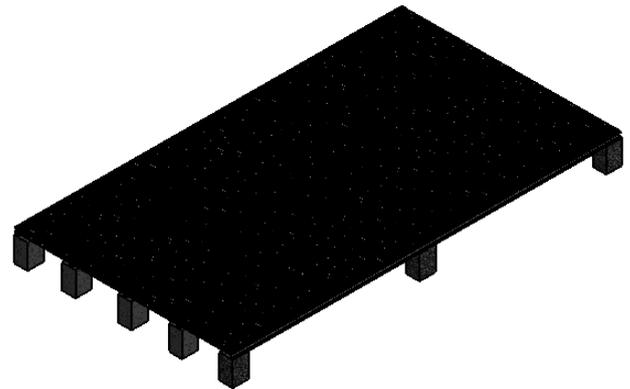
ESCALA 1 : 80



ESCALA 1 : 80

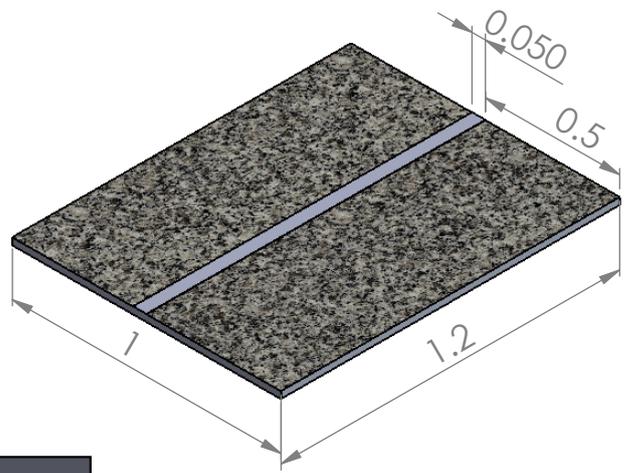


ESCALA 1 : 80



ESCALA 1 : 100

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 1 Estructura de Piso
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO
PESO:				Plano 1 Estructura de Piso
				ESCALA: 1:200
				HOJA 1 DE 1



ESCALA 1 : 10

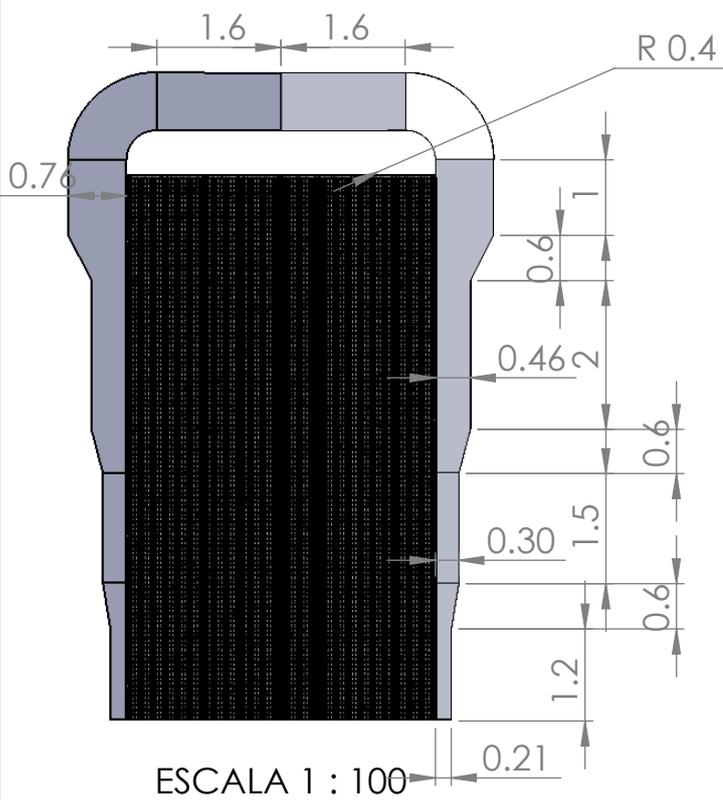
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 2 Filtro Sintético
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		N.º DE DIBUJO
				Plano 2 Filtro Sintético
				A1
	MATERIAL:			
	PESO:			ESCALA: 1:50
				HOJA 1 DE 1



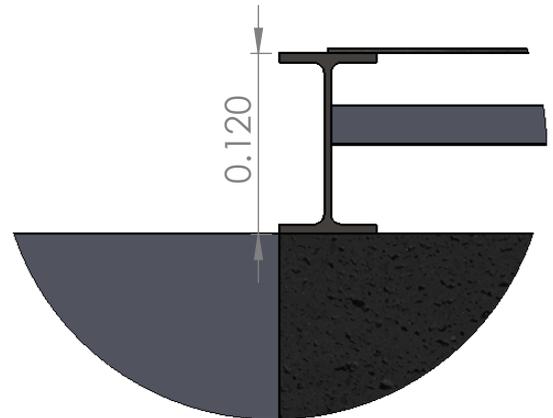
ESCALA 1 : 100



ESCALA 1 : 100



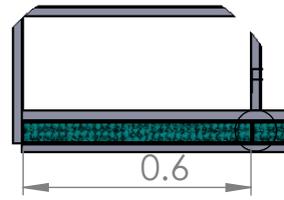
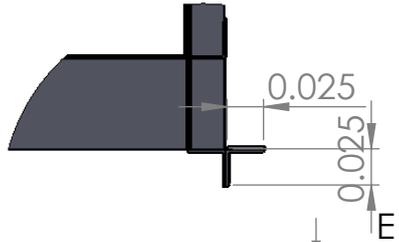
ESCALA 1 : 100



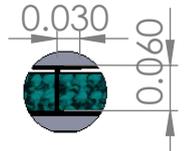
DETALLE C  
ESCALA 1 : 5

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 3 Ductos de Extracción de Aire
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO
PESO:				Plano 3 Ductos de Extracción de Aire
				ESCALA: 1:200
				HOJA 1 DE 1

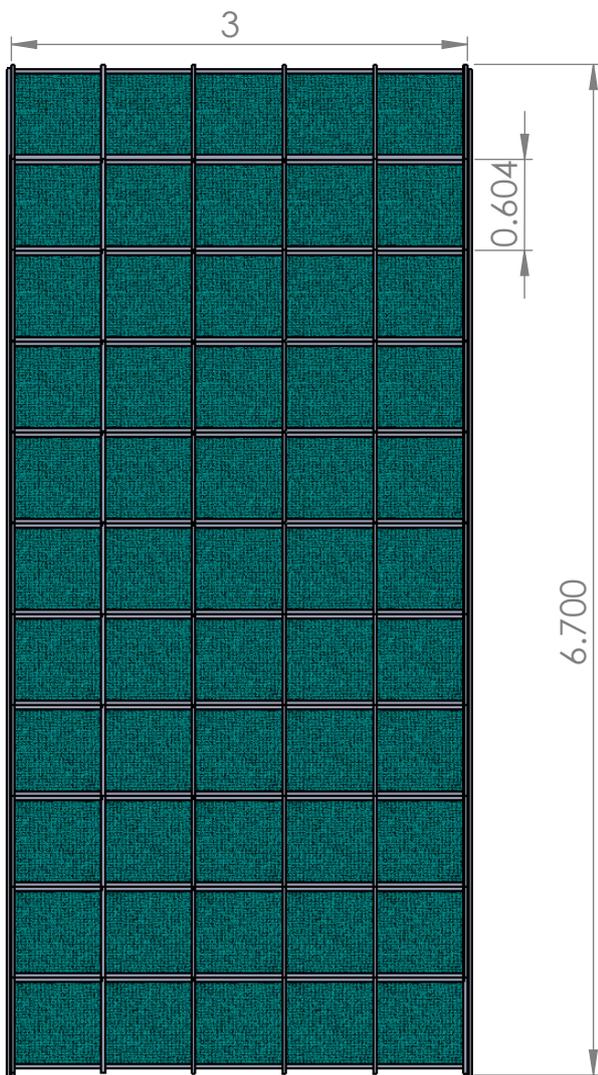
DETALLE D  
ESCALA 1 : 5



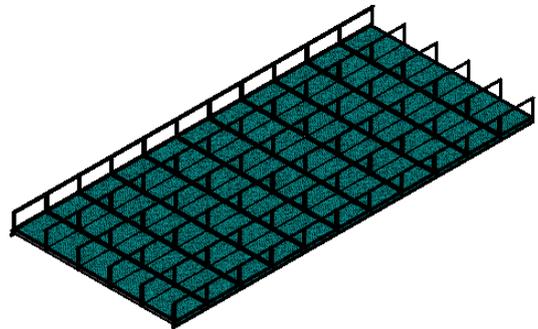
DETALLE E  
ESCALA 1 : 20



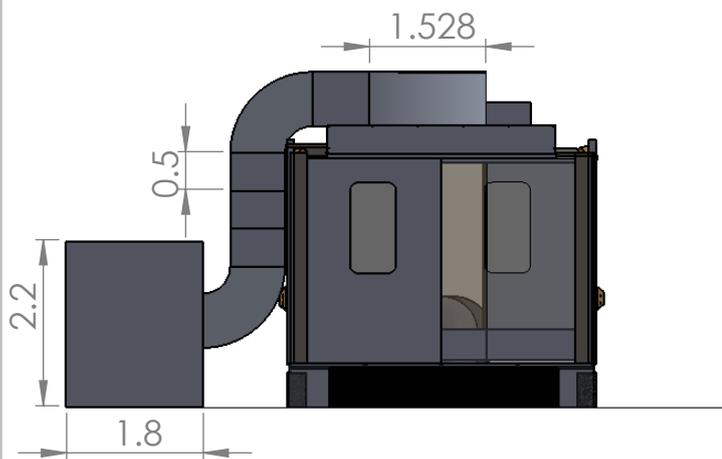
DETALLE F  
ESCALA 1 : 10



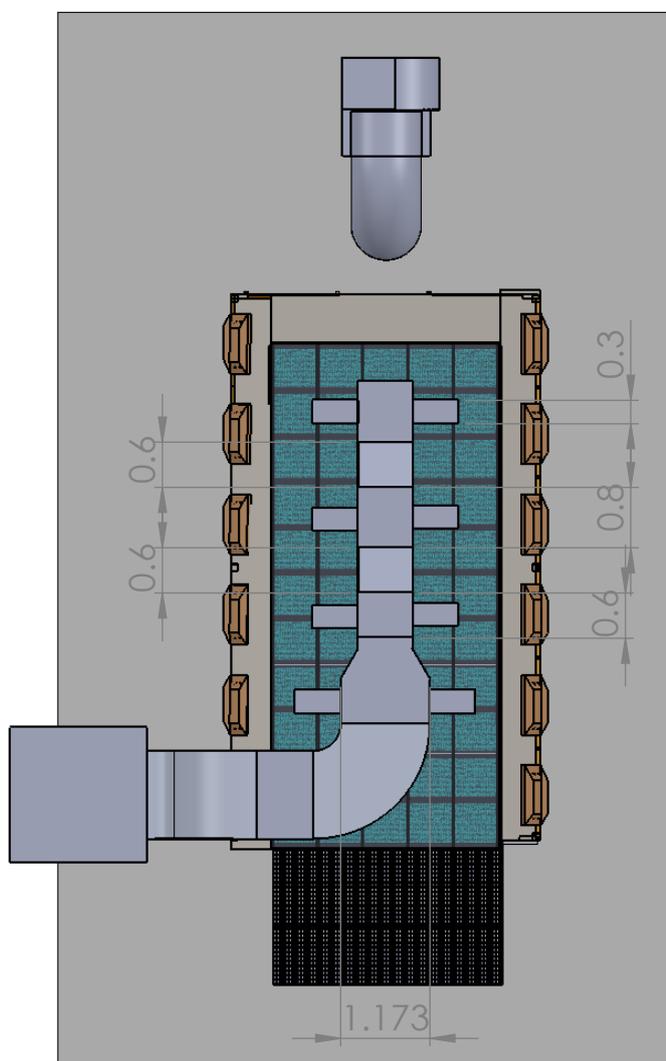
ESCALA 1 : 50



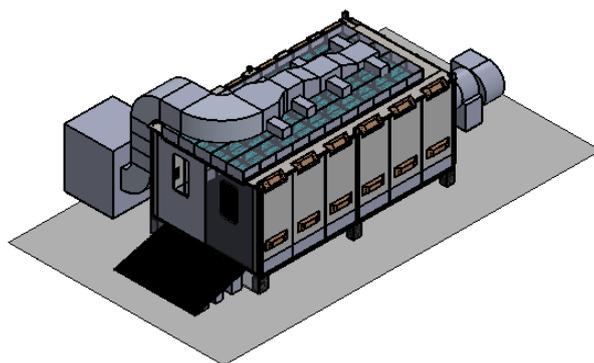
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 4 Sistema Plenum de Inyección de Aire.
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO
PESO:				Plano 4 Sistema Plenum de Inyección de Aire.
				A1
				ESCALA: 1:200
				HOJA 1 DE 1



ESCALA 1 : 100



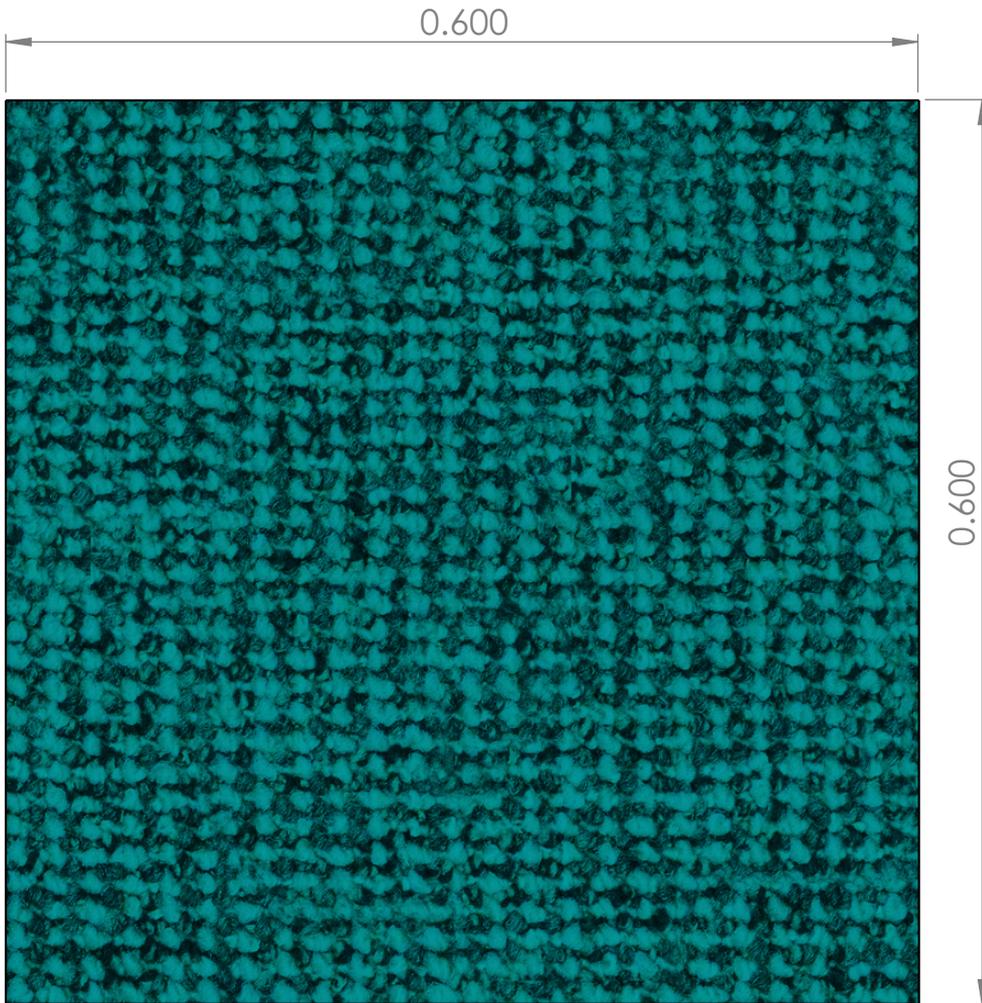
ESCALA 1 : 100



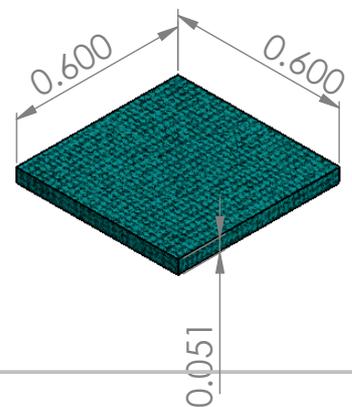
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 5 Ductos de Inyección de Aire.
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		
	MATERIAL:			N.º DE DIBUJO
	PESO:			Plano 5 Ductos de Inyección de Aire.
				ESCALA: 1:500
				HOJA 1 DE 1



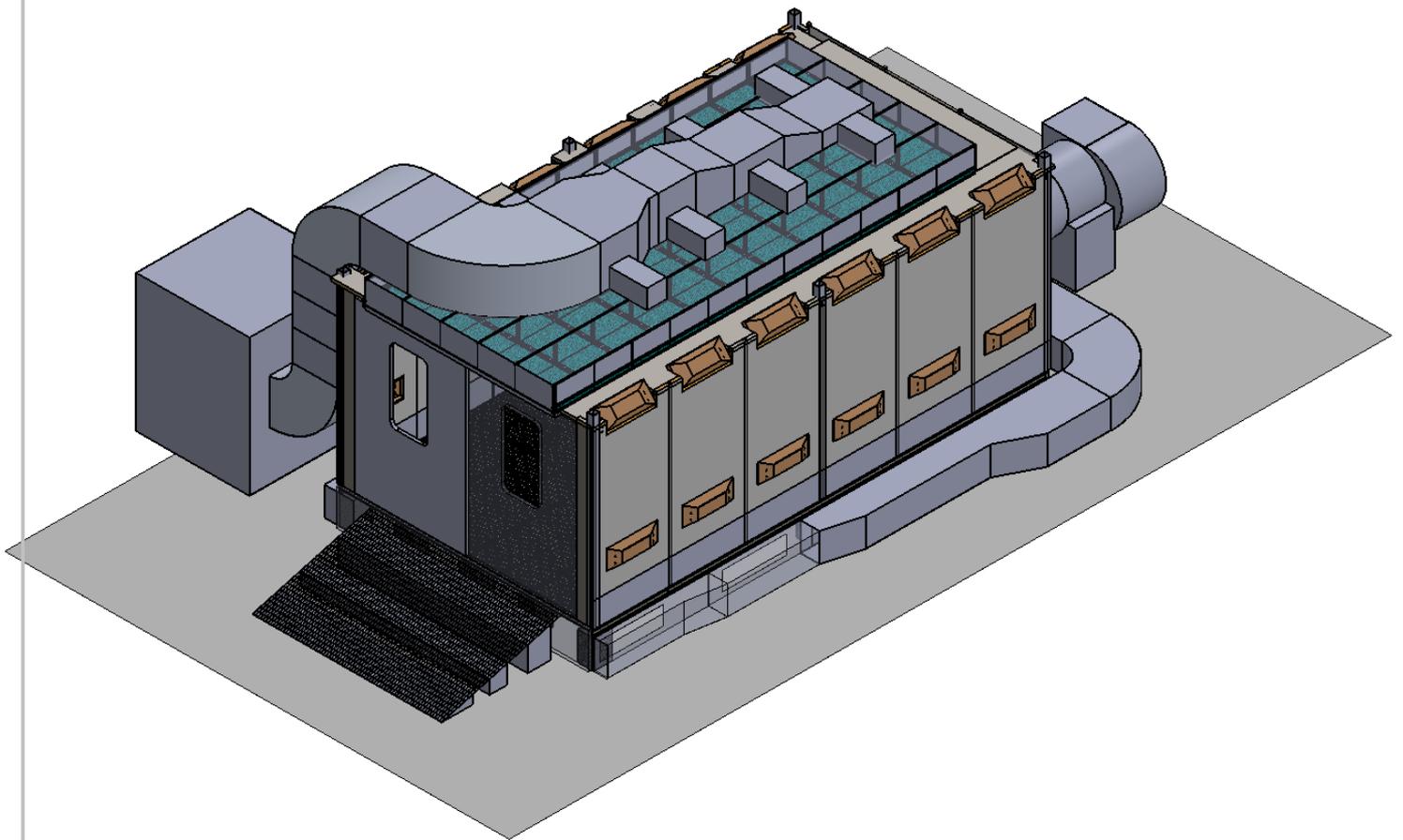
ESCALA 1 : 5



ESCALA 1 : 5



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:		
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 6 Filtro de Inyección		
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015				
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015			N.º DE DIBUJO	Plano 6 Filtro de Inyección
		MATERIAL:			ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1
		PESO:				



ESCALA 1 : 80

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	TÍTULO:
DIBUJ.	RICHARD RESABALA FOSTER	29/08/2015		Plano 7 Cámara pintado de Auto Vista tridimensional
VERIF.	ING. RICARDO LUCAS	29/08/2015		
APROB.	ING. ERNESTO MARTINEZ	29/08/2015		N.º DE DIBUJO Plano 7 Cámara pintado de Auto Vista tridimensional
MATERIAL:				
PESO:			ESCALA: 1:200	HOJA 1 DE 1

A1