



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO CABINA-HORNO DE PINTURA PARA AUTOMÓVIL
LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS
PARA LA EMPRESA MOTORTREN CA.**

Autor: Sequera A. Luis A.
CI: V-21.653.696

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) - Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO CABINA-HORNO DE PINTURA PARA AUTOMÓVIL
LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS
PARA LA EMPRESA MOTORTREN CA.**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO.

Autor: Sequera A. Luis A.
CI: V-21.653.696
Tutor: Ing. Alicia De Pizzella.

San Diego, Marzo de 2020



FI-N-004-2019-JCR (TG)

Valencia, 03 de diciembre de 2019

Ciudadano:
Sequera A. Luis A.
21.653.696
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2019 de fecha 05-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO CABINA-HORNO DE PINTURA PARA AUTOMÓVIL LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS PARA LA EMPRESA MOTORTREN C.A** presentado por usted (est) como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación de la Ing. Alicia de Pizzella C.I:4.598.880 como Tutora Académica que los asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ACEPTACIÓN DE TUTOR.

Quien suscribe, Ingeniero Alicia De Pizzella, portadora de la cédula de identidad N° V-4.598.880, en mi carácter de tutor de trabajo Especial de Grado presentado por el ciudadano Luis Sequera portador de la cédula de identidad N° V-21.653.696, Titulado **"DISEÑO CABINA-HORNO DE PINTURA AUTOMÓVIL LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS PARA LA EMPRESA MOTORTREN CA"**, Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego a los 26 días de mes de febrero de año dos mil veinte.

Ing. Alicia De Pizzella

C.I. 4598880

Tutor Académico




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

San Diego, Febrero 2020


ACTA DE REVISIÓN DEL PROYECTO TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el proyecto trabajo de grado: **DISEÑO CABINA-HORNO DE PINTURA PARA AUTOMÓVIL LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS PARA LA EMPRESA MOTORTREN C.A** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Alicia Pizzella
Tutor Académico


Firma 20-2-20
Fecha

Ing. Alicia Pizzella
Tutor Metodológico


Firma 20-2-20
Fecha

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios que es un pilar fuerte en mi vida, luego están mi familia que gracias a ellos y a sus innumerables consejos para que continuara este camino que es tan bonito como la ingeniería, en especial a mi padre Luis Rafael Sequera y a mi madre Iris Josefina de Sequera. también agradezco a mi esposa Genesis Gómez que siempre me levanto en los momentos que decía que no podía seguir. A mi tutora de trabajo y metodológica, **Ing. Alicia de Pizzella**, por haberme orientado y comprometerse en todos los momentos que necesité sus consejos y sobre todo por compartir sus conocimientos. Profesoras como ellas hay muy pocas y me siento horrado poder ver clases con ellas en distintas materias, y poder elegido a la mejor profesora de tutora.

A todos mis amigos y colegas lo cual he conocido en este trayecto y ahora son mis hermanos, y sin pasar por alto a mi hermano, Luis Alberto Sequera, que sin su ayuda y sus consejos no estaría cumpliendo esta meta.

Luis Sequera.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pg
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
ÍNDICE DE CUADRO.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1	Planteamiento del Problema.....	3
1.2	Formulación del Problema.....	3
1.3	Objetivos de la Investigación.....	4
	1.3.1 Objetivo General.....	4
	1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4	Justificación.....	4
1.5	Alcance.....	5
1.6	Limitaciones.....	5

II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes.....	6
2.2	Bases Teóricas.....	8
	2.2.1 Transferencia de Calor	8
	2.2.2 Conducción	8
	2.2.3 Convección.....	10
	2.2.4 Radiación.....	11
	2.2.5 Intercambiadores de Calor.....	13
	2.2.6 Aislamiento Térmico.....	13

2.2.7	Coeficiente k y resistencia térmica.....	16
2.2.8	Cabina de Pinturas.....	16
2.3	Glosario de Términos.....	33
III MARCO METODOLÓGICO		
3.1	Tipo de Investigación.....	35
3.2	Diseño de la Investigación.....	35
3.3	Nivel de la Investigación.....	36
3.4	Población y muestra.....	36
3.4.1	Población	36
3.4.2	Muestra.....	37
3.5	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	37
3.6	Fases metodológicas.....	38
IV RESULTADOS		
4.1	Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller MotorTren C.A....	40
4.2	Considerar las posibles alternativas que se pueden tomar para el diseño del taller de los vehículos livianos.....	41
4.2.1	Dimensiones	41
4.2.2	Selección de materiales de construcción de la cabina- horno.....	45
4.2.3	Ventilación	49
4.2.4	Sistema de Filtrado.....	53
4.2.5	Iluminación.....	54
4.2.6	Calefacción.....	55
4.3	Modelado mediante una herramienta cad el diseño de la cabina horno....	58
4.4	Simulación del campo de flujo de aire mediante una herramienta de dinámica de fluidos computacional.....	67
4.5	Presentación de los resultados en forma de data y grafica para facilitar su interpretación	76
CONCLUSIONES.....		85
RECOMENDACIONES.....		86

BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA		Pg.
1	Complejo de conducción libre 1.....	9
2	Complejo de convección libre 2.....	11
3	Fotografía infrarroja.....	12
4	Materiales aislantes.....	14
5	Conductividad térmica K de los materiales.....	15
6	Conductividad térmica materiales básicos.....	15
7	Propiedades térmicas materiales de construcción.....	16
8	Cabina de pintura.....	17
9	Rejilla del piso.....	19
10	Lampara LED.....	22
11	Filtro AND-STD 1m x10m.....	23
12	Filtro LamiFlow.....	24
13	Ventilador Sv/Eco.....	26
14	Ventilador CL/PLUS.....	27
15	Curva características CL/PLUS.....	28
16	Conducto de aire galvanizado.....	29
17	Calentador de aire indirecto.....	30
18	Calentador directo.....	31
19	Resistencia Eléctricas.....	32
20	Calentador de aire RS PRO.....	33
21	Taller MotorTren.....	41
22	Chevrolet Captiva ..	42
23	Dimensiones cabina ..	45
24	Tabla IPN.....	46
25	Material Geopanel Pyl.....	48

26	Material puerta STEICOtherm.....	49
27	Material parrilla piso.....	49
28	Curvas de pérdidas de ductos.....	52
29	Filtro de entrada plenum.....	54
30	Especificación del filtro plenum.....	54
31	Calentador de resistencia de hoja S.....	58
32	Cabina de pintura Vista Frontal.....	59
33	Cabina de pintura Posterior.....	59
34	Cabina de pintura Vista Superior.....	60
35	Cabina horno Vista Inferior.....	60
36	Cabina-horno 3D Vista isometría.....	61
37	Cabina-horno Corte A-A Vista Posterior.....	61
38	Cabina-horno Corte B-B.....	62
39	Cabina-horno corte C-C.....	62
40	Volumen de control plano inferior.....	63
41	Volumen de control Plano Superior.....	63
42	Volumen de control Plano Lateral.....	64
43	Volumen de control Plano posterior.....	64
44	Volumen del control Vista Isométrica.....	64
45	Volumen de control secado Vista Superior.....	65
46	Volumen de control secado Vista posterior.....	65
47	Volumen de control secado vista Inferior.....	66
48	Volumen de control secado vista isométrica.....	66
49	Interfaz del inicio característico de SimsCale Workbench.....	68
50	Selección de la opción “Geometries”	69
51	Opciones para importar modelo de Software CAD.....	70
52	Modelo insertado reconocido.....	71
53	Introducción de la creación de la simulación.....	71
54	Convective Heat Transfer.....	72

55	Selección tipo de material.....	73
56	Velocidad de entrada.....	74
57	Velocidad de entrada.....	74
58	Paredes de contorno.....	75
59	Configuración de maya.....	75
60	Inicio de la simulación.....	76
61	Paso 1 de pintado.....	77
62	Paso 1 Convergence Plot.....	77
63	Paso 2 de Horneado.....	78
64	Paso 2 Convergence Plot.....	79
65	Paso 3 de Descontaminación temperatura.....	80
66	Paso 3 Convergence Plot.....	80
67	Paso 3 Descontaminación, Velocidad del aire.....	81

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		Pg.
1	Cuadro de presupuesto.....	83
2	Cuadro Factibilidad.....	84
3	Cuadro de mantenimiento.....	85

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

**DISEÑOR CABINA-HORNO DE PINTURA PARA AUTOMÓVIL
LIVIANO USANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS
PARA LA EMPRESA MOTORTREN CA.**

Autor: Sequera A. Luis A.

Tutor: Ing. Alicia de Pizzella

Fecha: Julio 2019

**RESUMEN
INFORMATIVO**

La presente investigación consiste en el estudio de la interacción del aire caliente en la cabina-horno utilizando las técnicas de aproximación mediante programas de simulación y diseño, con esto se quiere analizar el campo de la transferencia de calor, así como la radiación, convección y conducción. Para aumentar su entendimiento del mismo y poder diseñar un modelo más eficiente que pueda solucionar la problemática planteada con ello se quiere analizar el comportamiento del campo termodinámico, su interacción y la influencia que tiene los cambios de resistencia, velocidad del aire, espesor de aislante, que puede cambiar su interacción. El objetivo principal del proyecto fue el de diseñar una cámara de secado de pintura, para lo cual se desarrolló un estudio de la clase de cabinas, tomando en cuenta parámetros de funcionamiento principales como la temperatura del aire, velocidad del flujo del aire, razón de transferencia de calor, dimensiones; siendo la mejor elección diseñarla a medida, la cual es una combinación en tamaño y requerimiento funcional de la empresa. Después se realizó el análisis y diseño de cada una de sus partes, obteniendo las medidas necesarias para la construcción.

Descriptores: Cabina, interacción, termodinámica, velocidad del aire,
aíslate térmico.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los trabajos de estéticas para vehículos están avanzando cada momento, mejorando la tecnología de la pintura, de la carrocería, tiempo de secado, ampliamente utilizada en de producción en masa o en baja escala. Debido al aumento de demanda de la población, y de vehículos viene la necesidad de hacerlos cada vez más rápido. ¿Cómo podría diseñarse una cabina-horno de pintura? Una de las maneras de conseguirlo consiste en ver la eficiencia de cada uno de sus componentes: ventilación, calentador, horno, iluminación. En el desarrollo de este proyecto se afronta la resistencia de calefacción para cambiar la temperatura del aire y climatizar un cuarto deseado, para así tener la temperatura ideal para el secado de la pintura. Actualmente las mejoras de las cabinas de pinturas son para la necesidad del cliente, tamaño, tiempo de secado, consumo de energía.

Por otra parte, es fundamental el proceso que tiene con el ambiente ya que con este dispositivo se adaptan filtros y ayuda a que los gases no contaminen. Con el objetivo de incidir en la importancia del diseño de la cabina-horno de pintura, el presente trabajo de grado se dispone a el estudio y comportamiento termodinámico, lo cual se busca estudiar cual será las resistencias, tamaño de ventilación y espesor de aislamiento para así seleccionar la mejor opción. El trabajo consta de los siguientes capítulos.

Capítulo I: Explica todo lo relacionado al planteamiento y formulación del problema, además de los objetivos a alcanzar en este proyecto, así como también las limitaciones que se presentan al momento de solucionar el problema.

Capítulo II: Se refiere a toda la terminología y conceptos necesarios que servirán de base para el desarrollo del estudio, además de una breve síntesis sobre los antecedentes relacionado con la investigación.

Capítulo III: Consta de las distintas fases metodológicas a utilizar en el desarrollo de las estrategias, que son instituidas para cumplir con los objetivos propuestos.

Capítulo IV: Define los resultados y valores derivados en la actual investigación.

El trabajo aquí presentado, está constituido de tal manera que el lector pueda ir adquiriendo los conocimientos elementales que le permitirán entender a cabalidad la tecnología referida y los equipos a utilizar. Sin embargo, cabe destacar que, si el lector es lo competente del tema, perfectamente puede obviar los capítulos que contengan información que considere ya conocida, y continuar con los aspectos que crea atractivos sin que se pierda la continuidad o coherencia de la información que se desea mostrar.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, se encuentra una situación deplorable en el planeta, un planeta que se entiende como sobre poblado, y con recursos limitados con una distribución de la población bastante desproporcionada en todo el territorio que le corresponde, dándole así a la ciudad de Valencia una gran tasa de habitantes, esta situación origina a un sector empresarial, trayendo con esto una mayor cantidad de oportunidades.

De esta manera, existe un problema que no ha sido aprovechado en el sector donde se desenvuelve la empresa, teniendo en si una oportunidad de ampliar sus capacidades que permitirán colaborar con el cubrimiento de la demanda. Convirtiendo lugares muy grandes en patio de pintura, no cubriendo las medidas de contaminación, lo cual no beneficia el ambiente. A su modo empresas más actualizadas tienen en su poder las mejores herramientas de última generación.

Las cabinas de pinturas han cambiado en el transcurso de los tiempos, con su prioridad el acabado de las superficies, pero en sus últimas actualizaciones ha tomado una medida más ecológica para el cuidado del ambiente, no botando gases tóxicos y así reduciendo las emisiones de carbono y de efecto invernadero.

Muchos talleres se han visto con la necesidad de tener hornos artesanales que cumplan con las condiciones ambientales, ya que se necesita una cabina-horno para que su acabado sea el mejor y no contaminar el ambiente, la empresa MOTORTREN.CA necesita una cabina-horno a medida y que cumpla con las especificaciones que ellos desean.

1.2 Formulación del Problema

¿Qué tipos de horno se pueden usar para el secado de pintura de carro liviano disminuyendo las emisiones de carbono de la empresa MotorTren.ca?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

– Diseñar cabina-horno de pintura para automóvil liviano usando resistencias eléctricas para la empresa MotorTren CA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del taller MotorTren.
- Seleccionar de materiales, y equipos eléctricos.
- Analizar de equipos y funcionamiento.
- Modelar mediante una herramienta CAD el diseño de la cabina-horno.

1.4 Justificación

En vista que los talleres para autos solo ofrecen los servicios de mecánica ligera, la empresa MotorTren C.A. está estudiando la posibilidad de la ampliación de su taller. Buscando como ofrecer un servicio de calidad para su alta clientela, teniendo en cuenta que para ello se necesita el espacio y las herramientas adecuadas para obtenerlas.

Ahora bien, al momento de querer llevar a cabo proyectos de este tipo, el objetivo de toda empresa es generar ganancias a través de la oferta de productos o servicios de calidad, y la ampliación del taller generara ganancias sea a mediano o corto plazo.

Pintar un automóvil es un proceso delicado y costoso, para eso se necesita tener al alcance las herramientas adecuadas para que el acabado sea el deseado, de esta forma se tendrá un cliente satisfecho y dispuesto a repetir la experiencia e incluso puede recomendarnos. Tomando en cuenta que un automóvil con defectos en la pintura tiende a oxidarse y perder las propiedades del material exterior, ayudando a afrontar todos los agentes externos que rodean el auto, Para que la pintura del automóvil sea la más apropiada y pueda secar en las mejores condiciones es fundamental tener una buena cabina de pintura, moderna y en un óptimo estado de

mantenimiento. Al fin y al cabo, con las mejores instalaciones es más sencillo trabajar y podemos ayudar al medio ambiente por la disminución de la contaminación teniendo un espacio controlado, en consecuencia, será más productivo el trabajo. El propósito de esta investigación es importante ya que se puede obtener avances tecnológicos para dichos elementos con pocos estudios así ayudando al medio ambiente y reduciendo costos de materiales y buscando la eficiencia del entorno.

Teniendo en cuenta del crecimiento rápido de las herramientas computacionales, el diseño ha evolucionado rápidamente, evento que ha facilitado el estudio de muchos temas importantes en las distintas ramas de la ingeniería, es por eso que se pretende ampliar el conocimiento de la materia de transferencia de calor, visto en el pensum de Ingeniería Mecánica de la Universidad José Antonio Páez por medio de la utilización de estas herramientas, realizando más avances de trabajos de grado relacionados con técnicas de diseño basado en el área de la termodinámica.

1.5 Alcance

La presente investigación abarca exclusivamente la simulación del diseño de la cabina-horno seleccionado para el espacio de la empresa MotorTren.CA. Ya que tomando en cuenta el tiempo establecido, no se indagará en otros tipos de espacios, por lo tanto, tampoco se indagará en los cambios de las propiedades por la presencia de elementos externos, y se estudiará

1.6 Limitaciones

Durante la investigación se presentaron las siguientes limitantes:

- El pensum carece de una cátedra especializada en el diseño de estudios termodinámicos en espacios controlados, lo que podría derivar en impedimentos al utilizar la herramienta o software.

- Es necesario el modelado tiene que ser den gran exactitud y alta calidad, requiriéndose así computadores con procesadores de elevado rendimiento, teniendo en cuenta que, para obtener resultados más cercanos a la realidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Las investigaciones en el diseño y desarrollo de cabinas-horno de pintura para el estudio de la termodinámica son de un tiempo reciente, siempre se daba a otros elementos por eso se debe la poca cantidad de investigadores que han entrado en esta área, sin embargo, se puede destacar:

Rivero, J. (2018), en el trabajo titulado **“Diseño de una cabina de pinturas para puertas grandes dimensiones”** publicado en la Universidad de Cantabria, España, para optar al título de Ing. Mecánico su enfoque fue el mejoramiento de las instalaciones de la empresa. Para ello, revisar una serie de pasos para el control del ambiente así ofrecieron un excelente acabado y mejor resistencia al avance de oxidación, ya que el ambiente salino o con altos niveles de radiación solar reduce el proceso de pintura. La presente investigación apporto diferentes maneras de aprovechar el ambiente y controlar la contaminación mejorando el modelo y tamaño para el aprovechamiento máximo de la cabina-horno de pintura. Por último, esta investigación género como aporte de conocimiento para las dimensiones y recomendaciones sobre la cabina de pintura.

Así mismo, Salazar, R. (2017) en el trabajo titulado **“Diseño y construcción de una cámara de secado de pintura express para piezas automotrices para el mejoramiento de la productividad de la empresa fixauto de la ciudad de Ambato”** publicado en la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, para optar al título de Ing. Mecánico. El objetivo del presente proyecto técnico fue el de diseño y construcción de una cámara de secado de pintura express, para el cual se desarrolló el estudio de la clase de cabinas y cuartos limpios de pintura que son: de flujo vertical, semivertical y horizontal, se tomó en cuenta parámetros de funcionamiento como la temperatura del aire, velocidad del flujo del aire, razón de

transferencia de calor, dimensiones físicas y costo Durante la etapa de diseño se realizó simulaciones de funcionamiento lo cual establecieron parámetros para la construcción. Esta investigación género como aportes la optimización de las dimensiones a razón de flujo de aire, desempeño y parámetros de trabajo para la cabina-horno de pintura. Por último, esta investigación género como aporte de conocimiento al diseño y dirección del flujo de aire en la cabina de pintura.

Igualmente, Cevallos, C. (2016) en el trabajo titulado “**Estudio para modificar la fuente de calor en una cabina de pintura, cambio del calentador con quemador a diésel a resistencias eléctricas.**” publicado en la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador, para optar al título de Ing. Mecánica, como motivo de referencia al sistema de calentamiento del aire en una cabina-horno de pintura, la importancia del sistemas de calentamiento del aire para el curado de la pintura, tomando en consideración la utilización de resistencias eléctricas para el calentamiento del aire en la cabina de pintura automotriz, con la finalidad de atacar a los problemas que existen en la actualidad por el progresivo incremento de la contaminación ambiental y sus secuelas, así como también las precauciones por la seguridad y salud ocupacional de los operarios, problemas a disminuir y ser aprovechados adoptando medidas correctoras, usando resistencias eléctricas se contribuye a un medio ambiente sano.

Por último, esta investigación género como aporte de conocimiento sobre la conversión de calentador de quemadores fósiles a quemadores con resistencias.

Por último, Midan J y Toapanta M (2013), en el trabajo titulado “**Diseñar y construir una cámara de pintura automotriz y secado funcional que servirá como material didáctico para su demostración práctica, en las instalaciones de la Universidad técnica del Norte además elaborar las guías de uso y mantenimiento para su aplicación**” publicado en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, se especificó en el aspecto teórico practico al desconocimiento de la mayoría de los estudiantes de la carrera de ingeniera en mantenimiento automotriz acerca del funcionamiento y uso de las cámaras de pinturas. Por último, esta investigación

género como aporte de conocimiento sobre plan de mantenimiento, plan de factibilidad y uso apropiadamente de una cabina de pintura.

2.2 Bases Teóricas

De acuerdo con Arias (2006), “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p.107). Por lo tanto, la correcta realización de las bases teóricas permitirá no solo obtener un sustento sobre el cual se podrá realizar el apropiado y acorde análisis de resultados, sino que también ayudará a explicar la problemática a partir de un conjunto de teorías y supuestos ya establecidos y publicados.

2.2.1 Transferencia de Calor

La termodinámica trata de la cantidad de transferencia de calor a medida que un sistema pasa por un proceso de un estado de equilibrio a otro y no hace referencia a cuánto durará ese proceso. Pero en la ingeniería a menudo estamos interesados en la rapidez o razón de esa transferencia, la cual constituye el tema de la ciencia de la transferencia de calor. (Cengel, pg. 1).

Los tres mecanismos de transferencia de calor son conducción, convección y radiación. Hay conducción dentro de un cuerpo o entre dos cuerpos que están en contacto. La convección depende del movimiento de una masa de una región del espacio a otra. La radiación es transferencia de calor por radiación electromagnética, como la luz del Sol, sin que tenga que haber materia en el espacio entre los cuerpos.

2.2.2 Conducción

La conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas. La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una retícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres.

Si sujetamos el extremo de una varilla de cobre y colocamos el otro en una flama, el extremo que sostenemos se calienta cada vez más, aunque no esté en contacto directo con la flama. El calor llega al extremo más frío por conducción a través del material. En el nivel atómico, los átomos de las regiones más calientes tienen más energía cinética, en promedio, que sus vecinos más fríos, así que empujan a sus vecinos, transfiriéndoles algo de su energía. Los vecinos empujan a otros vecinos, continuando así a través del material. Los átomos en sí no se mueven de una región del material a otra, pero su energía sí.

Así mismo La mayoría de los metales usa otro mecanismo más eficaz para conducir calor. Dentro del metal, algunos electrones pueden abandonar sus átomos originales y vagar por la red cristalina. Estos electrones “libres” pueden llevar energía rápidamente de las regiones más calientes del metal a las más frías; por ello, los metales generalmente son buenos conductores del calor. Una varilla metálica a 20 °C se siente más fría que un trozo de madera a 20 °C porque el calor puede fluir más fácilmente de la mano al metal. La presencia de electrones “libres” también hace que, en general, los metales sean buenos conductores eléctricos. Sólo hay transferencia de calor entre regiones que están a diferente temperatura, y la dirección de flujo siempre es de la temperatura más alta a la más baja como se muestra en la figura 1. (Hugh, Y. y Freedman, R. pág. 590).

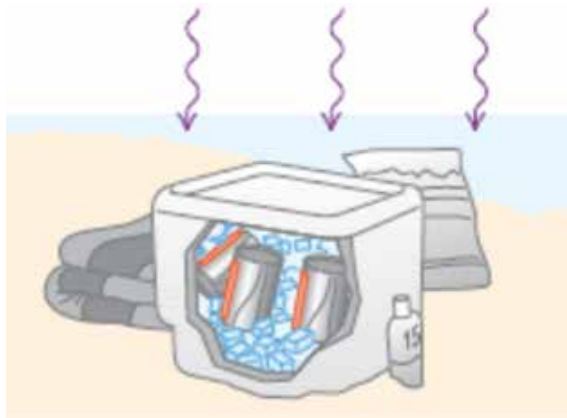


Figura 1 Complejo de conducción libre 1.

Fuente: (Hugh, Y. y Freedman, R.)

Por tanto, se concluye que la razón de la conducción de calor a través de una capa plana es proporcional a la diferencia de temperatura a través de ésta y al área de transferencia de calor, pero es inversamente proporcional al espesor de esa capa; es decir:

$$\text{Razón de conducción del calor} = \frac{(\text{Área}) (\text{Diferencia de temperatura})}{\text{Espesor}} \quad o$$

Q

corazón. La transferencia de calor convectiva es un proceso muy complejo, y no puede describirse con una ecuación simple. (Hugh, Y. y Freedman, R., pg. 595).

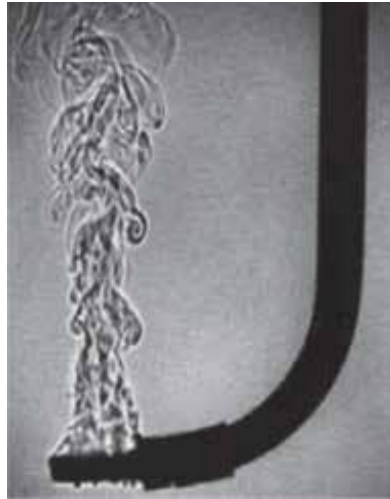


Figura 2 Complejo de convección libre

Fuente: (Hugh, Y. y Freedman, R.).

A pesar de la complejidad de la convección, se observa que la rapidez de la transferencia de calor por convección es proporcional a la diferencia de temperatura y se expresa en forma conveniente por la ley de Newton del enfriamiento como:

$$(Q = h \times A_s (T_s - T_{\infty}) \quad (W) \quad (Eq. 2))$$

En donde h es el coeficiente de transferencia de calor por convección, en $W/m^2 \cdot ^\circ C$ o $Btu/h \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$, A_s es el área superficial a través de la cual tiene lugar la transferencia de calor por convección, T_s es la temperatura de la superficie y T_{∞} es la temperatura del fluido suficientemente alejado de esta superficie. Note que en la superficie la temperatura del fluido es igual a la del sólido. (Cengel, pg.26).

2.2.4 Radiación.

La radiación es la energía emitida por la materia en forma de ondas electromagnéticas (o fotones) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas. A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por radiación no requiere la presencia de un

medio interventor. De hecho, la transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Ésta es la manera en la que la energía del Sol llega a la Tierra. En los estudios de transferencia de calor es de interés la radiación térmica, que es la forma de radiación emitida por los cuerpos debido a su temperatura. Es diferente de las otras formas de radiación, como los rayos x, los rayos gamma, las microondas, las ondas de radio y de televisión, que no están relacionadas con la temperatura. Todos los cuerpos a una temperatura arriba del cero absoluto emiten radiación térmica, como se muestra en la figura 3. (Cengel, pg. 27).



Figura 3 Fotografía infrarroja.
Fuente: (Hugh, Y. y Freedman, R.)

Así mismo la razón máxima de la radiación que se puede emitir desde una superficie a una temperatura termodinámica T_s (en K o R) es expresada por la ley de Stefan- Boltzmann como:

$$Q_{emitida,máx} = \sigma A_s T_s^4 \text{ (W)} \quad (Eq. 3)$$

Donde $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$, o bien, $0.1714 \times 10^{-8} \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4$ es la constante de Stefan Boltzmann. La superficie idealizada que emite radiación a esta razón máxima se llama cuerpo negro y la radiación emitida por éste es la radiación

del cuerpo negro. La radiación emitida por todas las superficies reales es menor que la emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura y se expresa como: (Cengel, pg.28).

$$Q_{emitida} = \varepsilon\sigma A_s T_s^4 (W) \quad (Eq. 4)$$

2.2.5 Intercambiadores de Calor.

Los intercambiadores de calor son dispositivos cuya función es transferir el calor de un fluido a otro de menor temperatura. La transferencia de calor se produce a través de una placa metálica o tubo que favorezca el intercambio entre fluidos sin que estos se mezclen.

Un intercambiador de calor es un aparato construido para intercambiar eficientemente el calor de un fluido a otro, tanto si los fluidos están separados por un panel sólido para prevenir su mezcla y contacto directo. Los cambiadores de calor son muy usados en refrigeración, acondicionamiento de aire, calefacción, producción de energía.

2.2.6 Aislamiento Térmico.

El concepto de aislamiento térmico cubre la noción de economía de energía, para muchas personas ¡y esto es una realidad!, pues reduce el consume de combustible (la mayor será su eficacia si nos ayudaos en la buena regulación y conservación de la calefacción). En línea: (García, R, 2018).

Los materiales aislantes se pueden definir como aquellos que presenta una elevada resistencia al calor, reduciendo la transferencia de calor a su lado o cara opuesta, también se puede decir que protegen del frio y del calor. Sabiendo que el aislamiento térmico ayuda a la eficiencia energética, que consiste es bajar los consumos energéticos.

Por lo tanto, se define como aislantes térmicos aquel material que tiene una conductividad térmica menor que 0,050 W/mk y una resistencia mayor que 0,25

m^2k/W . Las propiedades de los aislantes se encontrarán clasificador por parámetros que les harán únicos y los convertirán en la mejor opción para la cada solución. Las cualidades más comunes de estos elementos son su densidad (ρ) masa de material que existe por unidad de volumen, calor específico (c_p) capacidad que tiene un material para acumular energía por unidad de masa, resistencia térmica (R_t) cociente entre el espesor y la conductividad térmica del material cuando su valor sea mayor es la capacidad aislante ver en la figura 4.

Aislantes térmicos				
Material o producto	HE			
	ρ kg / m ³	λ W / m-K	c_p J / kg-K	μ
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039 ⁽¹⁾ – 0,029	-	20 -100
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	-	0,046 – 0,029	-	
Poliestireno Extruido (XPS)	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con dióxido de carbono CO ₂	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-		-	
Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031	-	1
Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)	-		-	
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO ₂ celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	∞
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO ₂	15 - 20	0,040	-	≤ 20
Otros materiales aislantes)				
Corcho expandido (ICB) ⁽²⁾				
Arcilla Expandida ⁽³⁾	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 -240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 -150	0,050	-	∞
Gusta o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0,038	-	
Espuma de polietileno no reticulado	-	0,042 – 0,035	-	

Figura 4 Materiales aislantes.
Fuente: Tabla de materiales Fernández D.

Conductividad térmica "k" (W/m ² K), a la temperatura en °K de:								Propiedades a 20°C				
ELEMENTO	200	273	400	600	800	1000	1200	ρ kg/m ³	c_p J/kg°C	k W/m ² K	$\alpha \cdot 10^6$ m ² /seg	T. fusión °K
Aluminio	237,0	236,0	240,0	232,0	220,0			2702	896	236,0	97,5	933
Antimonio	30,2	25,5	21,2	18,2	16,8			6684	208	24,6	17,7	904
Berilio	301,0	218,0	161,0	126,0	107,0	89,0	73,0	1850	1750	205,0	63,3	1550
Bismuto	9,7	8,2						9780	124	7,9	6,5	545
Boro	52,5	31,7	18,7	11,3	8,1	6,3	5,2	2500	1047	28,6	10,9	2573
Cadmio	99,3	97,5	94,7					8650	231	97,0	48,5	594
Cesio	36,8	36,1						1873	230	36,0	83,6	302
Cinc	123,0	122,0	116,0	105,0				7140	385	121,0	44,0	693
Circonio	25,2	23,2	21,6	20,7	21,6	23,7	25,7	6570	272	22,8	12,8	2125
Cobalto	122,0	104,0	84,8					8862	389	100,0	29,0	1765
Cobre	413,0	401,0	392,0	383,0	371,0	357,0	342,0	8933	383	399,0	116,6	1356
Cromo	111,0	94,8	87,3	80,5	71,3	65,3	62,4	7160	440	91,4	29,0	2118
Estaño	73,3	68,2	62,2					5750	227	67,0	51,3	505

Figura 5 Conductividad térmica K de los materiales.

Fuente: Tabla de materiales Fernández D.

* = por

Sustancia	Conductividades térmicas k			Valores R
	W/m ² * K	kcal/m ² * s * C°	Btu * in/ft ² * h * F°	
Aluminio	205	5.0 x 10 ⁻²	1745	0.00069
Latón	109	2.6 x 10 ⁻²	750	0.0013
Cobre	385	9.2 x 10 ⁻²	2660	0.0038
Plata	406	9.7 x 10 ⁻²	12	0.00035
Acero	50.2	1.2 x 1 ⁻²	320	0.0031
Ladrillo	0.7	1.7 x 10 ⁻⁴	5.0	0.20
Concreto	0.8	1.9 x 10 ⁻⁴	5.6	0.18
Corcho	0.04	1.0 x 10 ⁻⁵	0.3	3.3
Cartón de yeso	0.16	3.8 x 10 ⁻⁵	1.1	0.9
Fibra de vidrio	0.04	1.0 x 10 ⁻⁵	0.3	3.3
Vidrio	0.8	1.9 x 10 ⁻⁴	5.6	0.18
Poliuretano	0.024	5.7 x 10 ⁻⁶	0.17	5.9
Forno de madera	0.55	1.3 x 10 ⁻⁵	0.38	2.64
Aire	0.024	5.7 x 10 ⁻⁶	0.17	5.9
Agua	0.6	1.4 x 10 ⁻⁴	4.2	0.24

Figura 6 Conductividad térmica materiales básicos.

Fuente: Tabla de materiales Fernández D

MATERIAL	Temperatura °C	Densidad ρ (kg/m ³)	Calor específico c_p (J/kg ² K)	Conduct. térmica k (W/m ² K)	Difusiv. térmica $\alpha \cdot 10^5$ m ² /seg
Amianto	20	383	816	0,113	0,036
Asfalto	20-55	2120		0,74-0,76	
Baquelita	20	1270		0,233	
Ladrillo común	20	1800	840	0,38-0,52	0,028-0,034
Cartón	20			0,14-0,35	
Cemento (duro)	20			1,047	
Arcilla (48,7% humedad)	20	1545	880	1,260	0,101
Carbón, (antracita)	20	1370	1260	0,238	0,013-0,015
Hormigón (seco)	20	500	837	0,128	0,049
Corcho (tableros)	20	120	1880	0,042	0,015-0,044
Corcho (expandido)	20	120		0,036	
Tierra de diatomeas	20	466	879	0,126	0,031
Tierra arcillosa (28% humedad)	20	1500		1,510	
Tierra arenosa (8% humedad)	20	1500		1,050	
Fibra de vidrio	20	220		0,035	
Vidrio, (ventanas)	20	2800	800	0,810	0,034
Yeso	20	1800		0,814	
Plexiglás	20	1180		0,195	
Madera (chapa)	20	590		0,109	
Poliestireno	20	1050		0,157	
Goma dura (ebonita)	20	1150	2009	0,163	0,006
Goma esponjosa	20	224		0,055	
Arena seca	20			0,582	
Arena húmeda	20	1640		1,130	
Serrín	20	215		0,071	
Madera de roble	20	609-801	2390	0,17-0,21	0,011-0,012
Madera (Pino, abeto, abeto rojo)	20	416-421	2720	0,150	0,012
Láminas de fibra de madera	20	200		0,047	
Lana	20	200		0,038	

Figura 7 Propiedades térmicas materiales de construcción.

Fuente: Tabla de materiales Fernández D.

2.2.7 Coeficiente k y resistencia térmica.

El aislamiento térmico de un elemento se caracteriza por la suma de resistencia de los diversos mecanismos, así como de las superficies. Y dado que el coeficiente K define las pérdidas por unidad de área, es decir, la cantidad de calor que atraviesa una superficie de 1 m² por grado de discrepancia de temperatura entre dos ambientes, tendremos que:

$$K = \frac{1}{R} \frac{kcal}{m^2} \left(\frac{W}{m^2} \right) \quad (Eq. 5)$$

2.2.8 Cabina de Pinturas.

La cabina-horno de pintura es un equipamiento fundamental en los talleres de reparación para lograr un repintado con una alta calidad de acabado y en unos tiempos eficientes. Así mismo la gran mayoría de los talleres de latonería y pintura

disponen de una cabina horno (ver figura 8), para la aplicación y secado de las pinturas.

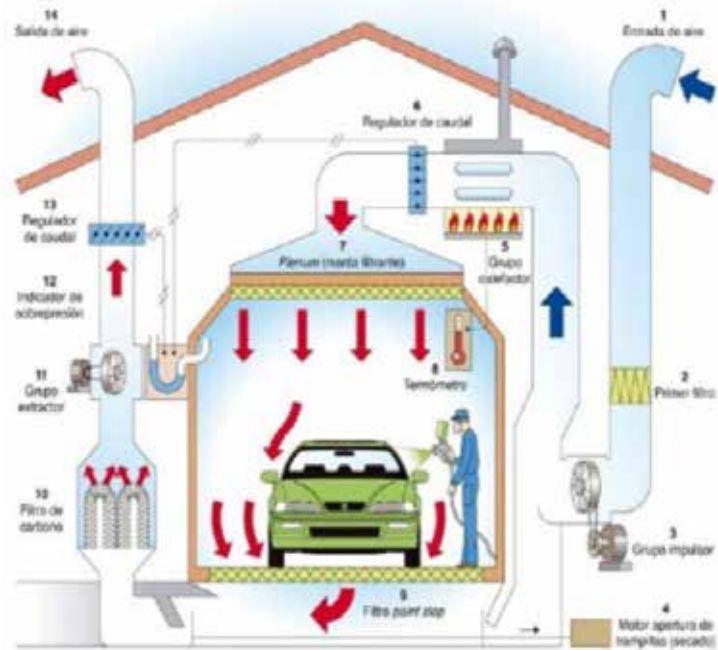


Figura 8 Cabina de pintura.

Fuente: Salazar, R (2017).

Composición de Cabina de Pinturas.

La cabina es un recinto cerrado que aísla las operaciones de pintado del resto de operaciones del taller. Ésta debe ser resistente, segura, fiable, limpia y fácil de usar. Existen diferentes diseños y tamaños de cabina, pero básicamente se componen de los siguientes elementos:

Paredes.

Son modulares para adaptarse a las diferentes necesidades y tipo sándwich, compuestos por dos paneles de acero inoxidable con un aislamiento térmico en su interior, normalmente lana de roca, fibra de vidrio o poliuretano inyectado. Tanto la superficie exterior como la interior van revestidas para protegerlas frente a la corrosión y frente al fuego con productos ignífugos. En el interior, las paredes deben

ser de color blanco para no interferir en la percepción del color y lisas para evitar la acumulación de los restos de pulverizaciones y facilitar su limpieza.

Que tipos de materiales se utilizan normal mente para las paredes, los tipos de materiales siempre están actualizándose ya que se descubre nuevas opciones. Se encuentra los métodos de tabiquería, lo cual consiste en la fijación de paneles de lana mineral o fibra de vidrio de manera de hacer en el interior una especie de capas que recubren y aíslan la fachada desde el interior de la cabina, la fibra de vidrio y la lana mineral son dos materiales más usados aplicando en el sector de aislamiento ya que tienen las mejores propiedades aislantes.

Generalmente disponen de dos tipos de puertas, una grande para el acceso de vehículos o piezas, con sistema de rápida apertura, y una o dos puertas de servicio, más pequeñas, para el acceso de personas, de manera que no se tenga que abrir la puerta grande cada vez que el pintor sale o entra en la cabina, reduciendo así el riesgo de entrada de polvo, corrientes de aire o variaciones de temperatura. Estas puertas tienen una parte acristalada para poder visualizar el interior de la cabina.

Ya que este elemento posee movimiento, no pueden estar fabricadas del mismo material que las paredes (ver figura desde 5 hasta la 7), se tiene que buscar un material más fuerte y fácil de maniobrar, los materiales más utilizados las maderas

Techo.

El techo de la cabina está igualmente hueco para facilitar la entrada de aire y además debe estar aislado para evitar pérdidas de calor. Toda su superficie está cubierta por unos paneles con filtros para la distribución del aire en la cabina. Estos paneles deberán estar diseñados para facilitar el cambio de los filtros durante su mantenimiento.

Piso.

El suelo de la cabina puede ir completa o parcialmente emparrillado para permitir la salida de aire. Este emparrillado se compone de rejillas de acero galvanizado muy resistentes para soportar el peso de los vehículos. Debajo de estas

rejillas se colocan los filtros y a continuación el aire pasa al foso de extracción para canalizar el aire al exterior.

Este espacio va excavado en el suelo del taller para que la cabina quede al mismo nivel del taller y así facilitar la entrada y salida del vehículo o piezas a pintar. En caso de no realizar esta obra civil, el foso se sitúa sobre el nivel del taller y se colocan unas rampas en el exterior de la cabina para que pueda acceder el vehículo. También existe la posibilidad de montar rampas neumáticas en el interior de la cabina para aprovechar más el espacio (ver la figura 9).

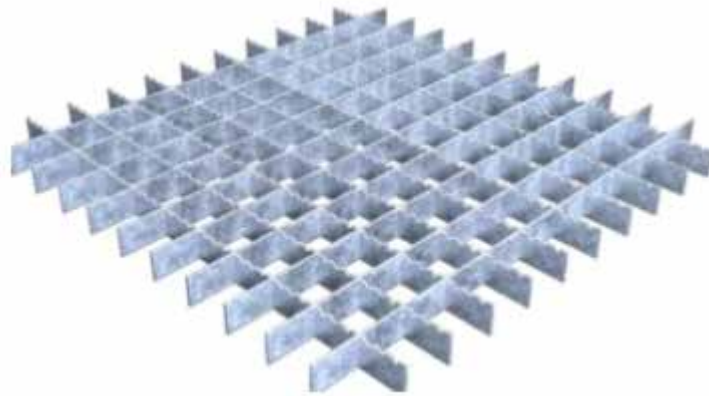


Figura 9 Rejilla del piso

Fuente: Catalogo Aceros.

El diseño de las paredes, puerta, techo y piso de la cabina de pintura influye de manera directa en la conservación térmica. La diferencia se basa concretamente en la pérdida de energía térmica a través de las paredes, piso y techo de la cabina. Esto significa una pérdida de calor en el interior de la cabina, necesitando un sistema de calefacción más eficiente, y que logre mantener los niveles de calor necesarios para la aplicación. Para lograr el nivel de calor requerido, básicamente consiste en seleccionar los materiales correctos para aislar térmicamente las paredes de la cabina, y así poder conservar el calor necesario adentro de la cabina de pintura. Para poder determinar los materiales aislantes que se utilizaran en la construcción de la cabina,

es necesario definir el concepto Resistencia Térmica “R”, la cual nos dice la capacidad de un material para resistir el flujo de calor que lo atraviesa.

La siguiente ecuación permite comprender cómo afecta la resistencia térmica a las pérdidas o ganancias de calor de la construcción,

$$Q = \frac{1}{R} \times A \times T \quad (Eq.6)$$

Donde,

Q = velocidad de la transferencia de calor, BTU/h

R = resistencia térmica del material, h-ft² – 0F / BTU

A = área de la superficie a través de la cual fluye el calor, ft²

$T = t_c - t_t$ = diferencia de temperatura por la que fluye calor, desde la temperatura más alta, t_c , hasta la temperatura más baja t_t , ambas en F.

Como R está en el denominador, los valores altos de R significan baja transferencia de calor (Q), y los valores bajos de R significan transferencia alta de calor. Los materiales cuyo valor de R sean altos, transmitirán el calor a baja velocidad: esto es, son buenos aisladores térmicos. Por lo tanto, para la aplicación de la cabina de pintura, se necesitan materiales que sean aisladores térmicos porque reducen las pérdidas de calor, o sea, que posean un valor de R alto.

Iluminación

En la cabina es importante disponer de suficiente luz para el control en la aplicación de las pinturas, de manera que se pueda ver fácilmente si se ha cubierto bien lo pintado, si se ha realizado correctamente el difuminado, si se ha aplicado homogéneamente el barniz, etc. Esta iluminación actualmente están basadas en lámparas fluorescentes convencionales.

De tal modo, deben resistir las temperaturas alcanzadas en la cabina y proporcionar la cantidad y calidad de luz apropiadas (luz de día, flujo luminoso mínimo de 1000 lux). Estas lámparas están protegidas a lo largo de la cabina, y formando ángulo entre las paredes laterales y el techo de la cabina.

Opcionalmente, algunas cabinas incluyen también a lo largo de los laterales de

la cabina a media o baja altura para iluminar la parte baja de los vehículos. Tienen que cumplir la normativa ATEX de atmósferas explosivas y facilitar su mantenimiento para la sustitución de las lámparas.

En LED Y SPA, S.L., y han desarrollado y fabricado un tubo de LED ideado para su instalación y uso en cabinas de pintura, en sustitución de los actuales tubos fluorescentes, proporcionando no solo un ahorro en consumo eléctrico que alcanza el 65% sino un mayor rendimiento lumínico y una reproducción de colores más fiable, obteniendo resultados finales mucho más precisos. Esta gama de tubos LED para cabinas de pintura es 100% compatibles con las actuales luminarias y con funcionamiento directo a 230V. Lo que nos permite garantizar una extraordinaria disipación calorífica y, en consecuencia, aumentar el rendimiento y la vida útil de cada tubo LED para cabina de vehículos. Así adaptando la temperatura de trabajo a las necesidades específicas de las cabinas de pintura, funcionando dentro de un rango de -30°C y hasta 70°C.

Presentan una solución exclusiva para iluminación de cabinas de pintura. A través de nuestros tubos de LED para cabina, podrás sustituir tus actuales tubos fluorescentes por unos de LED, con tonalidad de luz 5000K exclusiva para cabina de pintura, y alimentados a través de driver externo AGT de máximo rendimiento, capaces de soportar temperaturas superiores a los 70°C.

Estos tubos (ver figura 10) para cabina se fabrican en las 4 medidas estándar y con potencia de hasta 30W, con una eficiencia de 110 Lm/W.

Modelos: TUT810ST2860LA.

Potencia LED 24W, 30W , 40W.

V entrada 230 VAC,

Tª trabajo 35°C hasta 75°C.

Lm: 2280 -3800



Figura 10 Lampara LED.

Fuente: Catálogo LED Y SPA, S.L.

Filtro

En general, las cabinas disponen de varios filtros:

Prefiltros: Ubicado en la entrada de admisión del aire, realiza un primer filtrado del aire que entra en la cabina.

Manta filtrante plenum: Situado en el techo de la cabina, realiza un filtrado de las partículas más finas que han pasado el primer filtro. Son los encargados de asegurar una buena calidad del aire que entra en la cabina y de permitir una distribución uniforme del aire con un flujo sin turbulencias.

Filtro de suelo (Paint-stop) (ver figura 11 y 12): Ubicado sobre el foso de extracción, tras las rejillas, es el encargado de retener las partículas de pintura antes de la salida del aire al exterior.

Filtro: AND – STD de 1m x 10 m

Características principales: caudal de aire (1800 - 3600 m³ / h. / m², 20 - 40 Pa (aprox.), Final máx.: 150 Pa Temperatura máx. (recomendada) 130°C.

Dimensiones que el instalador requiera N.º de pliegues recomendados, por m / lineal 28 (en 0,90 mm).

Velocidad frontal: 0,5 - 1 m/s.



Figura 11 Filtro AND-STD 1m x10m.

Fuente: Catálogo airècnics.

Filtro: LamiFlow

Envolvente en aluminio anodizado.

Media filtrante de microfibras de vidrio plegada sistema "mini-pleat".

Rejilla metálica de protección en las dos caras del filtro.

Eficiencias hasta U17 bajo demanda.

Modelo FL con junta de poliuretano.

Modelo FL-GEL con junta líquida de gel-silicona.

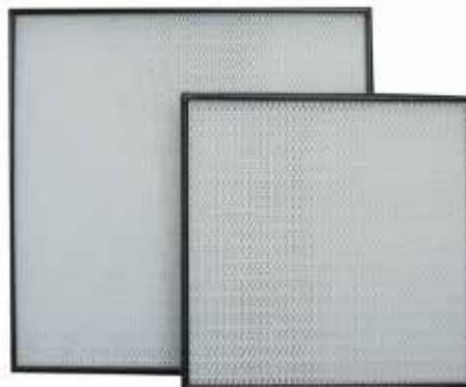


Figura 12 Filtro LamiFlow

Fuente: Catálogo airècnics.

Ventilador

Tiene como misión aspirar el aire del exterior, impulsarlo al plénum y extraer el aire de la cabina. La introducción y extracción de aire se puede realizar mediante un grupo moto-ventilador, en cabinas de pequeñas dimensiones, o mediante dos grupos moto-ventiladores, uno encargado de la impulsión y otro de la expulsión del aire.

Estos grupos crean una corriente de aire que arrastra la niebla de pulverización generada durante el proceso de pintado, garantizando una adecuada renovación del aire en el interior de la cabina. Lo más habitual es un flujo de aire vertical descendente, con impulsión de aire por el techo y salida por el piso, si bien también hay diseños con flujo paralelo al suelo o una combinación de ambos. Lo importante es que en la circulación de aire no se produzcan turbulencias, que podrían adherir los restos de pulverizaciones o contaminantes sobre la superficie recién pintada. Del catálogo Sodeka podemos ver los ventiladores.

SV/ECO: Extractores en línea para conductos, con bajo nivel sonoro montados dentro de una envolvente acústica, con aislamiento de 50 mm, equipados con motor EC (ver en figura 13).

Ventilador:

Envolvente acústica recubierta de material fono absorbente.

SV/ECO: Todos los modelos equipados con turbina a reacción.

Bridas normalizadas en aspiración e impulsión, para facilitar la instalación en conducto.

Se suministran con 4 pies soporte, que facilita su montaje.

Dirección aire sentido lineal.

Los modelos T están equipados con temporizador ajustable entre 1 y 5 min.

Motor:

Motores de rotor exterior, con protector térmico incorporado, clase F, con rodamientos a bolas, protección IP54 Monofásicos 220V. 60Hz. Regulables.

Temperatura máxima del aire a transportar: + 50°C.

SV/ECO: Motor brushless-EC, de alta eficiencia controlados una señal exterior de 0-10VDC.

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)	Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m ³ /h)	Nivel sonoro irradiado* dB(A)	Peso aprox (Kg)
		220V				
SV/PLUS-125/H	2802	0,33	0,08	260	30	12
SV/PLUS-160/H	2976	0,59	0,14	465	36	13
SV/PLUS-200/H	1860	0,72	0,17	700	37	17
SV/PLUS-250/H	2498	1,15	0,27	1050	38	18

Dimensiones mm

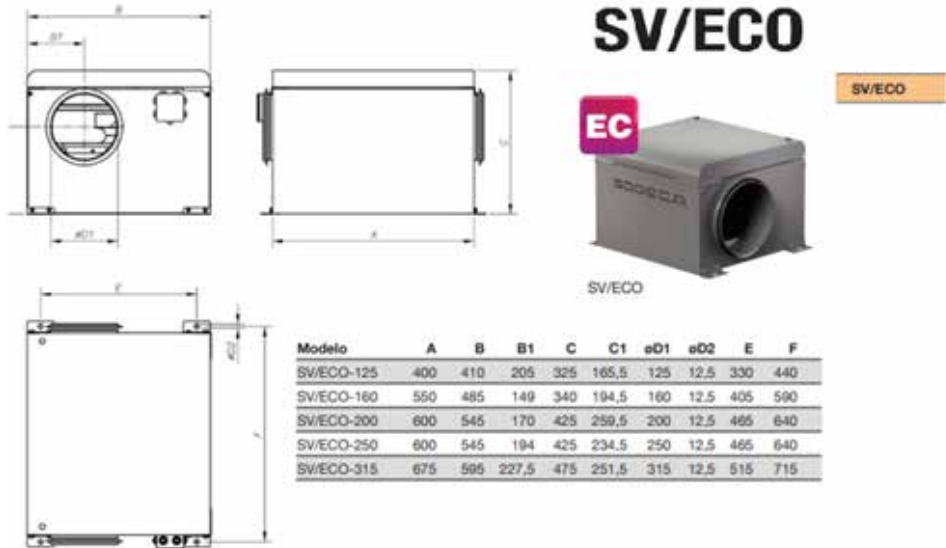


Figura 13 Ventilador Sv/Eco

Fuente: Catálogo Sodeca.

CL/PLUS: Extractores en línea para conductos rectangulares con aislamiento de 50 mm. (Ver figura 14 y 15).

- Ventilador:

- Envoltante en chapa de acero galvanizado.

- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado.

- Caja de conexión en el exterior, ignífuga V0 y protección IP-5.

- Motor:

- Motores eficiencia IE-2, excepto en potencias inferiores a 0,75 kw en motores monofásico y en motores de 2 velocidades.

Motores de rotor exterior clase F, con rodamientos a bolas, protección IP-54.

Monofásicos 220V. 60Hz., y trifásicos 220/380V. 60Hz.

Temperatura de trabajo: -20°C +70°C Acabado:

Anticorrosivo en chapa de acero galvanizado.

CL/PLUS



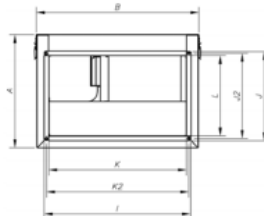
CL/PLUS

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)		Potencia absorbida (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión (1) sonora aspiración a 1/3 de Qmax dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		220V	380V				
CL/PLUS-200-4M	1416	1,8		0,36	1100	36	21
CL/PLUS-225-4M	1500	2,3		0,51	1650	38	23
CL/PLUS-250-4M	1428	3		0,69	1900	42	28
CL/PLUS-280-4M	1452	5,1		1,15	2900	47	37
CL/PLUS-315-4T	1560		4,1	2,5	5050	52	47
CL/PLUS-355-4T	1584		6	3,7	6300	58	78
CL/PLUS-400-4T	1596		8,1	5	7100	61	99
CL/PLUS-400-6T	996		4,9	2,7	7050	50,8	59
CL/PLUS-450-4T	1596		8,1	5	7200	62	111
CL/PLUS-450-6T	996		4,9	2,7	7800	51,8	60

(1) Los niveles sonoros, son presiones dB(A) en aspiración medidas a 1mts. en campo libre.

CL/PLUS



Modelo	A	B	C	C1	I	J	J2	K	K2	L
CL/PLUS-200	338	507	417	445	440	240	220	400	420	200
CL/PLUS-225	393	605	502	530	540	290	270	500	520	250
CL/PLUS-250	443	605	532	560	540	340	320	500	520	300
CL/PLUS-280	443	705	612	640	640	340	320	600	620	300
CL/PLUS-315	493	705	672	700	640	390	370	600	620	350
CL/PLUS-355	562	811	752	780	740	440	420	700	720	400
CL/PLUS-400	662	911	852	880	840	540	520	800	820	500
CL/PLUS-450	662	1110	952	980	1040	540	520	1000	1020	600

Figura 14 Ventilador CL/PLUS.

Fuente: Catálogo Sodeca.

Curvas Características

Q= Caudal en m³/h y m³/s

Pe= Presión estática en mm.c.a. y Pa

CL/PLUS

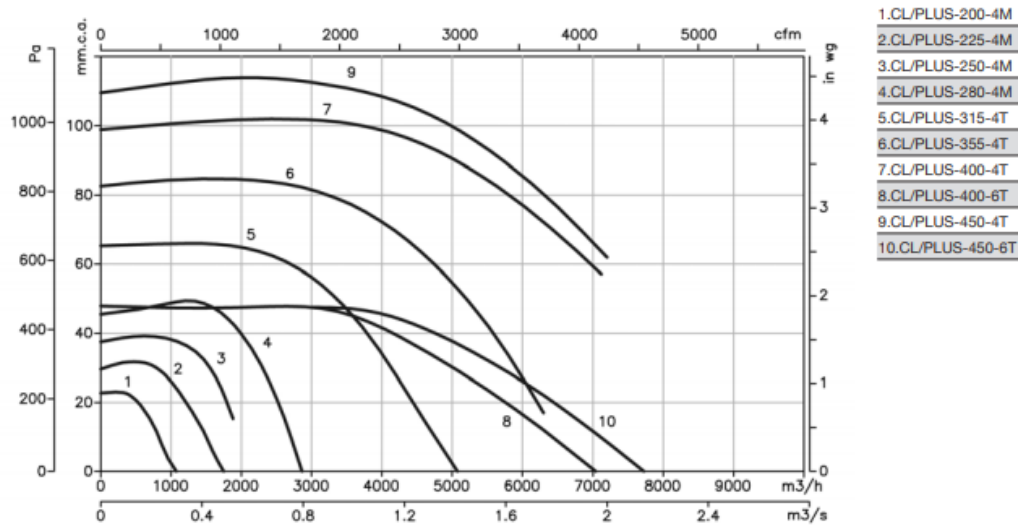


Figura 15 Curva características CL/PLUS

Fuente: Catálogo Sodeca.

Cuando se habla de la ventilación una parte importantes es su ducto de aires, teniendo en cuenta que es la movilización del fluido más importante, El conducto rectangular Airtub se construye a partir de bobina continua de 1500mm de anchura (ver figura 16). Las uniones entre ellos se realizan según las necesidades de la instalación. Todas las piezas y conductos disponen de matrizado con ondulación transversal (ZPM) con el fin de aumentar la rigidez. Todas las piezas fabricadas en conducto galvanizado presentan una clasificación al fuego MO. El material más utilizado habitualmente es el acero galvanizado, certificado con z200-275 en espesores, 06, 08,1 y 1.2mm según las dimensiones del conducto. A parte también disponemos en stock de acero inoxidable 304 2b en 07mm de espesor para la fabricación del conducto rectangular y Aluminio de 1mm de espesor acabado 1050 H24 para la fabricación en todas las secciones.

Los tipos de unión para pequeñas dimensiones y espacios reducidos se fabrica el conducto con acabado unión vaina deslizante o bayoneta. Otros tipos de unión son, embutido, pestañas interiores y exteriores.

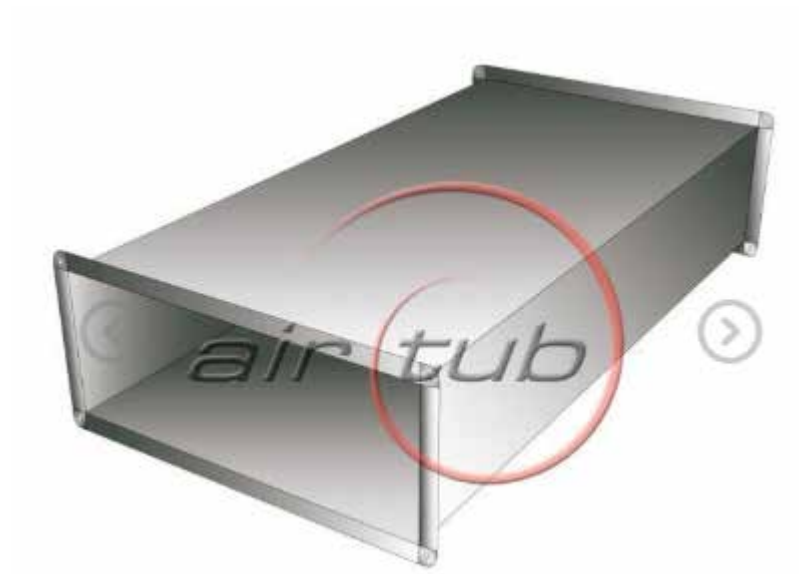


Figura 16 Conductos de aire galvanizados.

Fuente: Catálogo AirTub.

Sistema de Calentamiento

El sistema de calentamiento habitual en las cabinas es por convección, mediante aire caliente generado gracias a un quemador y un intercambiador de calor. Estas cabinas, de combustión indirecta, funcionan con gasoil, gas (natural, propano o GLP). Existen tres tipos de calentadores para la aplicación de la cabina de pintura:

El “calentador de fuego indirecto” como se ve en la figura 17, es cualquier calentador en que los gases de la combustión no se mezclan con, o es expulsado a la atmósfera a través de la misma tubería, con ninguna emanación de gases del proceso o material que se está utilizando.

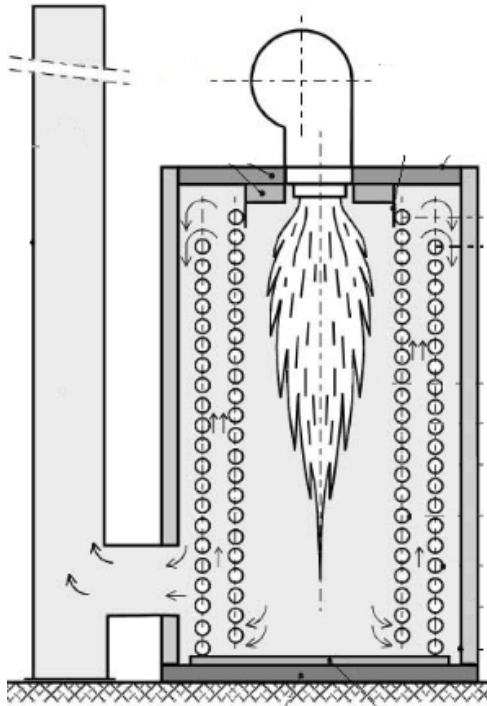


Figura 17 Calentador de aire indirecto

Fuente: (Hugh, Y. y Freedman, R).

El “calentador de fuego directo” (ver en la figura 18), es cualquier calentador en que los gases de combustión se mezclan con, y son expulsados a la atmósfera a través de la misma tubería, con gases originados del proceso o material que se está utilizando.

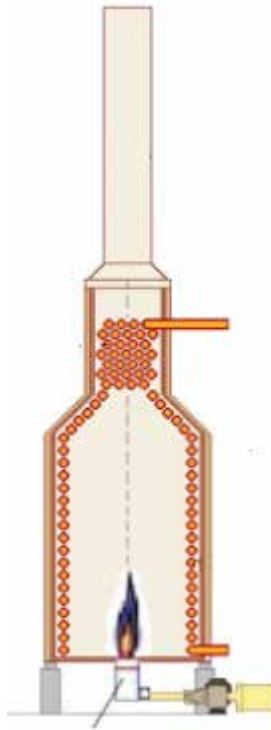


Figura 18 Calentador directo.

Fuente: (Hugh, Y. y Freedman, R.)

Estos sistemas permiten un mejor control de la temperatura de la cabina, un calentamiento más rápido y un menor mantenimiento. Otros sistemas que pueden incorporar las cabinas para el secado de la pintura son paneles infrarrojos, fijos o móviles, o paneles endotérmicos en las paredes y techo de la cabina.

El “calentador por resistencia eléctrica” los elementos calefactores para aire / gases, tanto los de diseño a medida como los de ejecución estándar, se emplean en conductos, autoclaves, hornos. Las resistencias calefactoras para aire o gases pueden fabricarse con elementos tubulares blindados, aletadas helicoidales y/o rectangulares, o con resistencias de hilo bobinado de aleación de Ni-Cr. Como se muestra en la figura. (Electricfor, S.A 2019) (ver figura 19).



Figura 19 Resistencia Eléctricas

Fuente: Electricfor, S.A (2019).

Calefactores de aire con conector

Los calefactores de aire disponen de una bobina abierta de cable de resistencia de alta temperatura aislado eléctricamente en un revestimiento de acero inoxidable (ver figura 20). Puesto que el aire calentado pasa directamente a través del cable de resistencia, se consigue la máxima eficiencia de transferencia de calor. Los calentadores de aire se utilizan para apilado térmico, soldadura de plástico, laminado, secado, sellado térmico y cualquier otra operación donde se necesario calentar el aire hasta 500 °C

- Los calefactores de aire disponen de un cable resistente a alta temperatura de bobina abierta
- El cable está aislado eléctricamente en un revestimiento de acero inoxidable
- Puede calentar aire hasta 500 °C
- Puede utilizarse para apilado térmico, soldadura de plástico, laminado, secado sellado térmico



Figura 20 Calentador de aire RS PRO

Fuente: Catálogo RS PRO.

Control de Mando

Situado en el exterior de la cabina, permite el control y selección de las diferentes funciones y parámetros de tiempo y temperatura para las distintas fases de trabajo. A las cabinas también se les puede incorporar un controlador o autómatas programables PLC, mediante el cual se puede acceder a los elementos de la instalación para conocer su estado y visualizar los datos de los sensores: temperatura, presión, humedad, etc. Según el programa seleccionado, ajustará de manera más eficiente la combustión del gas o por resistencias eléctricas, velocidad de aire en cabina, presión, etc.

2.3 Glosario de Términos:

Aire: Sustancia gaseosa, transparente, inodora e insípida que envuelve la Tierra y forma la atmósfera; está constituida principalmente por oxígeno y nitrógeno, y por cantidades variables de argón, vapor de agua y anhídrido carbónico

Aislante térmico: Se define como Aislamiento Térmico a la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción el cual se evalúa por la resistencia térmica que tienen dichos materiales.

Pintura: Sustancia o producto de textura líquida o espesa con que se da color a una cosa.

Resistencias eléctricas de calentamiento: Las resistencias calefactoras para aire o gases pueden fabricarse con elementos tubulares blindados, alentados helicoidales y/o rectangulares, o con resistencias de hilo bobinado de aleación de Ni.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tamayo y Tamayo (2003) define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados. (p.37)

3.1. Tipo de investigación

La investigación puede ser de varios tipos, y en tal sentido se puede catalogar de distintas maneras, sin embargo es común hacerlo en función de su nivel, de acuerdo a esto logramos clasificarlas en: Investigación exploratoria, la cual se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado y su resultado constituye una visión aproximada de dicho objeto, Investigación descriptiva, la cual consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento, y la Investigación explicativa que se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa y efecto.

Esta investigación será de tipo descriptiva, ya que se caracteriza por describir el diseño mediante a un estudio computacional de una cabina-horno para pinturas.

3.2. Diseño de la Investigación

De acuerdo con Hernández (2004), el diseño de investigación constituye el plan general del investigador para conseguir una respuesta clara a sus interrogantes o comprobar una hipótesis de investigación. El diseño de la investigación se encarga de detallar las estrategias básicas que el investigador adopta para conseguir información exacta y que se pueda interpretar. El tipo de investigación es la manera que se va a adoptar para cumplir con los objetivos, existen varios tipos de investigación los cuales pueden ser; Experimental, de Campo o Documental.

En base al objetivo general, se escribe que es nivel de la actual investigación de tipo documental ya que en este se busca estudiar mediante el uso de un computador el diseño de la cabina-horno para el taller MotorTren. Por lo tanto, el estudio se encuentra alineado en este nivel documental. Según Zorrilla (1993), la investigación documental es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.).

3.3. Nivel de la investigación

El nivel de conocimiento es descriptivo, y éste consiste en la caracterización de un hecho, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Hernández (2004), señala que la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Teniendo como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables al ubicar, categorizar y proporcionar la visión de una comunidad, un evento, un contexto, un fenómeno o situación.

En este orden de ideas, la investigación se basa en describir la interacción del comportamiento de la transferencia de calor, para tener una mejor eficiencia, en los conductos, resistencia y el secado de la pintura sea rápido.

3.4. Población y Muestra

3.4.1 Población

La población de acuerdo con (Arias F., 2006, pág. 81) se define como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”.

Sin embargo, Hurtado y Toro (2001), la definen como: “es la composición de todos los elementos a ser estudiados y a quienes podrán ser generalizados los resultados de la investigación, una vez concluida ésta, para lo que es necesario que la muestra con la cual se trabaje sea representativa de la población”. Por ende, la población será las diferentes gráficas experimentales que muestran los fabricantes. El modelo a emplear en este proyecto es una muestra del tipo no probabilística, donde Véliz, y Arredondo determinan en su trabajo de grado titulado Aspectos Teóricos

sobre tipos de Muestreo, que este tipo de muestra es: “aquel tipo de muestra para el cual no puede calcularse la probabilidad de extracción de una determinada muestra (p. 30)”.

Por lo tanto, las muestras seleccionadas son: los diferentes diseños y composiciones que presentan las cabinas-hornos para pinturas.

3.4.2 Muestra

Para Méndez (2001, p. 181): “Una muestra comprende el estudio de una parte de los elementos de una población”; es decir, en la observación se pueden seleccionar algunos de los elementos que conforman la población a fin de estudiarlos, partiendo de que poseen características comunes con los elementos seleccionados y no seleccionados de la población. Debido a que en la presente investigación la población es manejable, no se considera necesario aplicar ningún tipo de muestreo, considerando como muestra los talleres que poseen cabina de pinturas.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (1998) se define a la técnica de recolección de datos como “las observaciones que consisten en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas”. Las técnicas para la recolección de datos son básicamente: revisiones bibliográficas, entrevistas, registros de prensa, observaciones directas, entre otras. Existen diversos instrumentos para la recolección de estos datos los cuales son: computadores, lápiz, hojas, grabadoras, fotografías, entre otras.

Las técnicas a utilizar en el presente trabajo serán: Según Arias, F. (2006) La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos. (pg. 27).

Y, por último, en el presente trabajo se contará con la utilidad de computadoras para conseguir los resultados obtenidos por la simulación, con los cuales se procede a comparar los valores.

3.6 Fases Metodológicas

Fase I. Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller MotorTren.

En esta fase evaluaremos los diferentes aspectos y componentes que involucran el taller de pintura de un vehículo liviano, como consecuencia analizar los puntos y aspectos más críticos e influyentes que puedan afectar en el diseño y funcionabilidad de este.

Fase II. Considerar las posibles alternativas que se pueden tomar para el diseño del taller en el vehículo liviano.

A través de los datos recopilados sobre la situación actual del taller se piensan múltiples opciones diseños operativos para el desempeño mediante el uso de las distintas herramientas computacionales que nos proporciona la ingeniería mecánica.

Fase III. Modelar mediante una herramienta CAD el diseño cabina-horno.

Una vez seleccionado el diseño de la cabina se modelará mediante una herramienta de dibujo asistido por computadora CAD por sus siglas en inglés, a fin de manejarlos como data necesaria para realizar los objetivos del plan de investigación.

Fase IV: Simulación del campo de flujo del aire mediante una herramienta de dinámica de fluidos computacional.

En este punto ya realizado la revisión bibliográfica satisfactoria, se determinan los modelos matemáticos más apropiados para la realización numérica basándose en la interpretación de la investigación bibliográfica y de ser necesaria la comparación de los resultados obtenidos en la simulación del campo de flujo se realiza a través de la configuración del software SimsCale, es decir, una herramienta que aplica CFD (computational fluid dynamics) bajo el concepto de FSI (Fluid–Solid interaction) para ejecutar algoritmos computacionales seleccionados para la solución

de los modelos matemáticos, estableciendo también los criterios de convergencia que tendrá a la hora de realizar los cálculos, donde se especifica el número máximo de iteraciones o pasos a realizar para el cálculo, así como el valor objetivo del criterio de convergencia ya sea residual o máximo.

Fase V: Presentación de los resultados en forma de data, gráficas y videos para facilitar su interpretación.

Por último, conociendo la solución de los diseños y comportamiento del fluido (aire caliente) bajo condiciones de trabajo al cumplirse esto se podrá generar la data, gráficos y/o diagramas para la descripción de las variables involucradas, para así generar una presentación y se obtenga fácil acceso a su interpretación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presenta el resultado de cada una de las fases metodológicas a fin de cumplir con los objetivos de analizar numéricamente el rendimiento, de la cabina-horno de pintura para el taller MotorTren C.A, donde sus características y diseño fueron seleccionadas por el autor del presente trabajo, cumpliendo así siguientes factores importante el diseño tomando en cuenta los siguientes factores:

- Dimensiones.
- Material de construcción de la cabina-horno.
- Ventilación.
- Filtración.
- Iluminación.
- Calefacción.

4.1 Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller MotorTren C.A.

La situación actual de la empresa MotorTren C.A. es que el taller no dispone del espacio adecuado para la realización del proceso de pintura, haciéndole daño al ambiente con productos de pintura, teniendo en cuenta que tampoco poseen una buena iluminación, el secado de la pintura es lenta y el acabado no es el deseado, caen partículas de polvo en el vehículo pintado, dejando así un acabado muy pobre. Dándole una mala posición frente a sus clientes y no haciendo un servicio de calidad.



Figura 21 Taller MotorTren.

Fuente: Luis Sequera (2020).

4.2 Considerar las posibles alternativas que se pueden tomar para el diseño del taller en los vehículos livianos.

Para poder considerar las posibles alternativas de diseño se investigó en el mercado actual, mediante catálogos y especificaciones del fabricante. Para poder seleccionar la mejor opción se tomaron en cuenta diferentes factores ya mencionados.

4.2.1 Dimensiones

Para seleccionar una cabina-horno de pintura (para automóviles, camionetas o motos), las variables que se tiene que tomar en cuenta es el volumen (longitud, ancho y altura), y el tipo de vehículo. De acuerdo con el tipo del vehículo, se determinan los valores máximos a utilizar, agregando 1.5 metros a cada dimensión o 75 cm a cada lado, para que el operario tenga el suficiente espacio de trabajo, y al mismo tiempo de poder movilizar determinadas herramientas de trabajo para poder finalizar el acabado. Para los vehículos, una de las aplicaciones más prácticas es tomar como modelo un

automóvil tipo Pick-up de trabajo pesado o doble cabina. De acuerdo con el ejemplo anterior, la cabina requerida por un taller pintura consta de dimensiones que oscilan entre 6 a 9 m. de longitud, 4 a 7 m. de anchura, y 2.50 a 3.20 m. de altura. Para efectos de análisis, como vehículo modelo la selección es la siguiente (ver en la figura 22):

Chevrolet Captiva



Figura 22 Chevrolet Captiva

Fuente: Luis Sequera (2020).

- Tipo de Automóvil: SUV
- Fabricante: Chevrolet
- Línea: Captiva
- Modelo: 2006 -2011
- Características: Auto familiar.
- Longitud: 4.673 mm
- Ancho: 1.849 mm

- Alto: 1.756 mm

Cálculos del flujo másico del vehículo

Masa = densidad del aire x flujo volumétrico.

$$M_v = 1,1968 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0,805 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (8,6403 \text{ m}^2) = 8,3243 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

De acuerdo con el vehículo anterior y los factores mencionados anteriormente, se selecciona una cabina del siguiente tipo y dimensiones:

- Longitud: 4.673mm + 2*1.200mm = 7.073 mm.

Longitud final = 7.000mm o 7 m.

- Ancho: 1.849 mm + 2*1.100mm = 4.049.

Ancho final = 4.000 mm o 4 m.

- Alto: 1.756 + 1.200 = 2.956 mm.

Alto Final = 3.000mm o 3 m.

Calculo flujo másico de la cabina.

$$M_c = 1,196 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0,805 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times (7 \text{ m} \times 4 \text{ m}) = 26,97 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Total Flujo másico espacio = $M_c - M_v$

$$M_t = 26,97 \frac{\text{kg}}{\text{s}} - 8,32 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 18,65 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Con el flujo másico total, buscamos el calor necesario pasar de 28 C a 60 C con la siguiente formula/

$$Q_c = M_t \times C_e \times (T_2 - T_1)$$

M_t = Flujo másico total

C_e = calor especificado del aire seco.

D_t = Cambio de temperatura.

$$Q_c = 18.650 \text{ gr/s} \times 4,182 \text{ J/gr C} \times (60 - 28 \text{ C})$$

$$Q_c = 2.495 \text{ k J/s}$$

$$Q_{cv} = R \times A_v \times dT$$

Q_{cv} = calor por conductividad libre del vehículo.

R = resistencia del material

Dt diferencia de temperatura.

$$Q_{cv} = 1,2 \times 10^{-2} \frac{\text{Kcal}}{\text{m s } ^\circ\text{C}} \times 39,91 \text{ m}^2 \times (32 \text{ } ^\circ\text{C}) = 15,32 \text{ Kcal m}$$

Existe una amplia gama de colores sólidos, metálicos y perlados y de colores de efectos especiales. Especificaciones (temperatura horno 30-60 °C) Tiempos de secado se calcula por la formula siguiente

$$\text{Tiempo de secado} = \frac{K_{tsnt} + Hr^2 + E_p}{T}$$

$$\text{Tiempo de secado total} = \frac{K_{tsct} + Hr^2 + E_p}{T}$$

K_{tsnt} = tiempo el cual se libera película de la pintura.

K_{tsct} = la película de pintura queda totalmente seca.

Hr = humedad relativa del entorno.

E_p = espesor de la pintura

T = temperatura del entorno.

Con los datos de los fabricantes de pintura se consiguió el $k_{tsnt} = 0,007$ y $k_{tsct} = 0,015$, humedad promedio relativa es de 30% y el $E_p = 90$ micras.

$$Tiempo\ secado = \frac{0,007 + 30^2 + 90}{60} = 9,45\ minutos$$

$$Tiempo\ total = \frac{0,015 + 30^2 + 90}{60} = 20.25\ minutos$$

Cuando se pinte las capas de pintura, se utilizaría las resistencias del horno por 20 minutos y 15 segundos luego hay que apagar las resistencias.

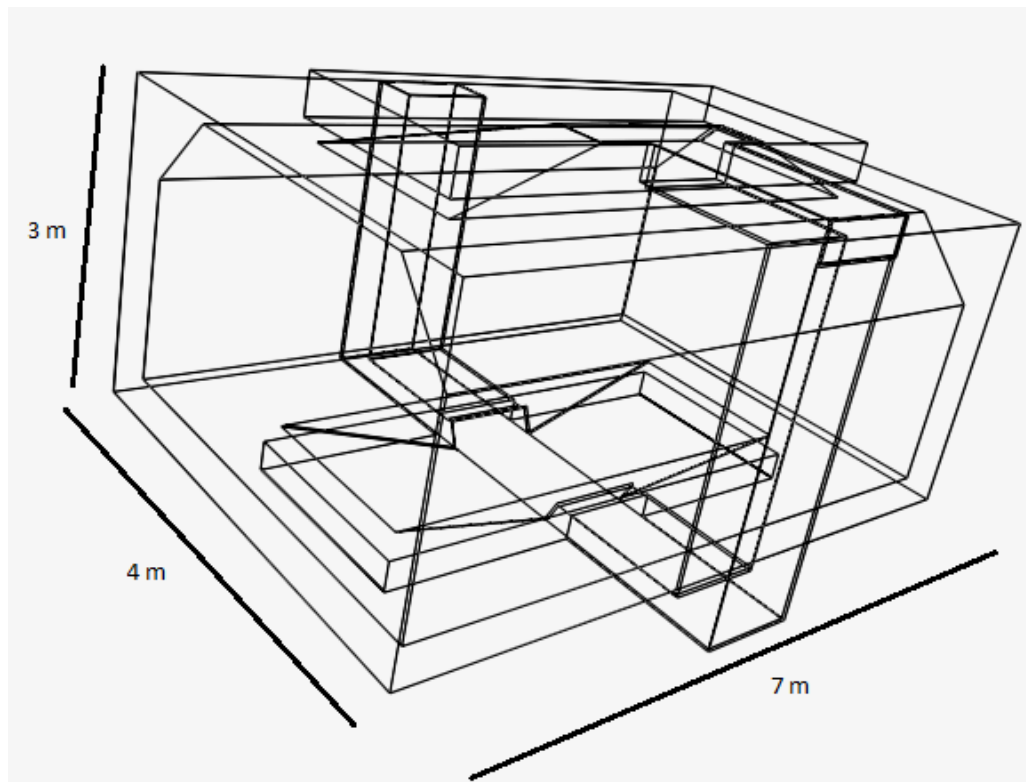


Figura 23 Dimensiones Cabina

Fuente: Luis Sequera (2020).

4.2.2 Selección de material de construcción de la cabina-horno.

El fin principal de una cabina -horno de pintura, es mantener el ambiente a pintar limpio y libre de partículas suspendidas en el aire, que ocasionen una contaminación al acabado final. Al mismo tiempo que proporcione un nivel de

temperatura necesario para la aplicación correcta de la pintura, o dicho en otras palabras que la cabina posea lo que se denomina “conservación térmica”.

En la figura (desde 5 hasta la 7), se muestra una lista de las resistencias térmicas de diversos materiales de construcción.

La estructura de la cabina de pintura se fabricará con acero galvanizado, planchas de lámina de 4 x 8 pies calibre 0.60 para las paredes laterales y la parte del techo. Tendrá una estructura de soporte en toda la cabina que se conformará de 12 tubos UPN 80 fijados a cara para ser columnas y sostener los tubos IPN 80.

Soporte y anclajes: H 59mm = 2,32 in, b 42 mm = 1.65 in, Caras axial 0.593k N o 0.133 K ipf , Momento = 0 k N, compresión del concreto 1.5 in.

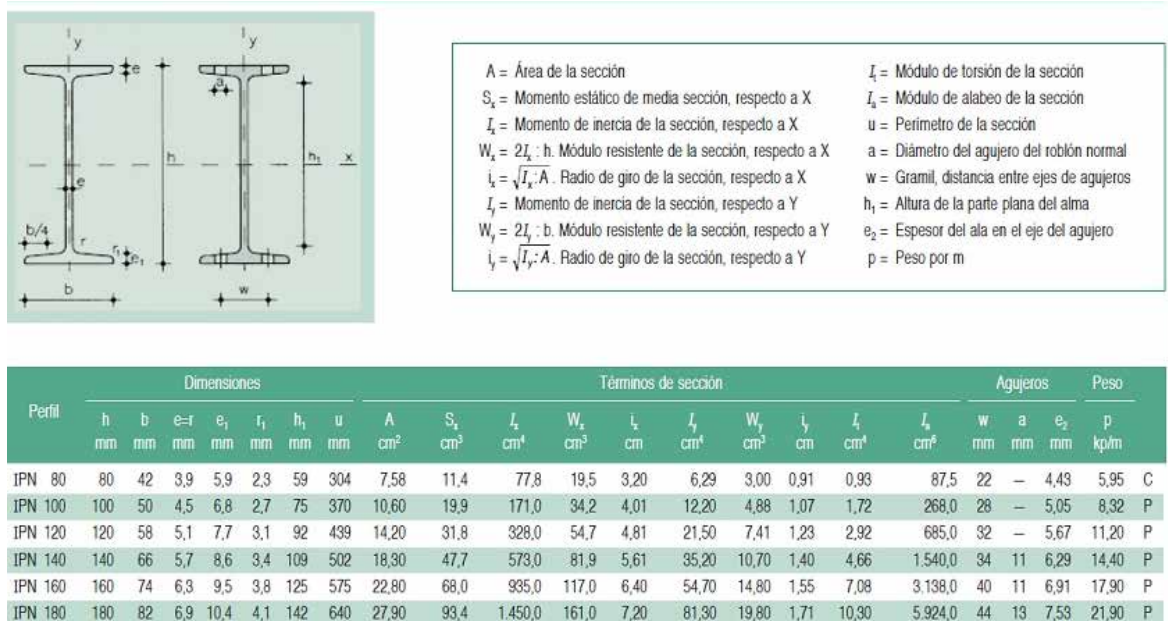


Figura 24 Tabla Ipn.

Fuente: Catalogo acero.

$$N = 2,32 \text{ in} + (0,5 \text{ in} \times 10) = 7,32 \text{ in}$$

$$B = 1,65 \text{ in} + (0,5 \text{ in} \times 6) = 4,65 \text{ in}$$

Asumimos valores

$$Largo = 7,32 \text{ in} + 2 (0,5 \text{ in} \times 6 \text{ in} \times 1,75) = 9,82 \text{ in} \quad 10 \text{ in}$$

$$anc \ o = 4,65 \text{ in} + 2 (0,5 \text{ in} \times 6 \text{ in} \times 1,75) = 6,95 \text{ in} \quad 7 \text{ in}$$

$$A1 = Largo = 10 \text{ in}$$

$$B2 = \frac{B}{N} \times A1 = \frac{4,65}{7,32} \times 10 = 6,35 \quad 7 \text{ in}$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{0}{0,133} = 0 \text{ Condicion me momento de magnitud pequeña.}$$

$$Carga \ q = \frac{Carga \ axial}{A1} = \frac{0,133 \text{ kipf}}{10 \text{ in}} = 0,0133 \frac{Kips}{in}$$

Como el momento es de magnitud pequeña no hay tensión en anclas por lo tanto, esta no tratara de zafarse de concreto, utilizar cuatros anclas ASTM F1554 grado 24, diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada y longitud de 3 pulgadas. El montaje de las paredes con la estructura se realizará con remaches de aluminio tipo standard 5.0. Las paredes serán construidas tipo sándwich, o sea lámina, material aislante, lámina. El piso será elaborado con una losa de concreto de 10 cm de espesor.

$$\text{Teniendo un pero propio del concreto} = \frac{25k \text{ N}}{m^3} \times 4m \times 0.10m = \frac{10k \text{ N}}{m},$$

$$\text{Agregando el peso del vehículo} = \frac{1982 \text{ kg} \times 9.81 \frac{m}{s^2}}{4 \text{ m}} = \frac{4,86 \text{ k N}}{m}$$

Diciendo que la losa esta simplemente apoyada, se puede calcular mediante la fórmula de momento flector = $\frac{p \times L^2}{8}$ y fuerza cortante = $\frac{p \times L}{2}$ dando así como resultados.

$$\text{Momento fletor de la losa} = \frac{(10+4) \frac{kN}{m} \times (7m)^2}{8} = 85.75k \text{ N} \times m$$

$$\text{Corte de la losa} = \frac{(10 + 4) \frac{kN}{m} \times 7m}{2} = 49k \text{ N}$$

El material que se utilizará para aislar térmicamente las paredes de la cabina de pintura es (ver figura 25): **Geopanel Pyl (1250x600x40 mm)**: Algodón regenerado aglomerado con fibras termofusibles. Color gris azulado. Excelentes valores acústicos.

Espesor nominal: 40 mm \pm 15 %.

Densidad: 30 kg/m³ \pm 15 %.

λ): 0,034 W/m·K.

Resistencia térmica: 1,176 m²K/W.

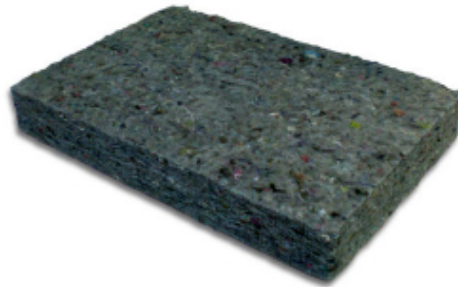


Figura 25 Material Geopanel Pyl.

Fuente: Biomat Ibérica.

Puerta: un recinto bien aislado consume menos energía pues conserva mejor la temperatura en su interior, en el catálogo de Biomat Ibérica (ver en la figura 26).

STEICOtherm (1350x600x40 mm).

Aislamiento térmico de alta densidad.

Para aplicaciones en grandes superficies, muros y tejados.

Posible uso bajo capa de revestimiento.

λ): 0,040

Resistencia térmica: 1,176 m²K/W .

Densidad [kg/m³]: 160.



Figura 26 Material puerta STEICOtherm.

Fuente: Biomat Ibérica.

Piso: El suelo de la cabina puede ir completa o parcialmente emparrillado para permitir la salida de aire (ver figura 27). Detalles rápidos:

Número de Modelo: YZ_SG-01.

Materiales: Q235A/acero inoxidable 304.

Tipo: Rejilla de acero.

Barra transversal tipo: Wisted cuadrado, cuadrado, redondo.

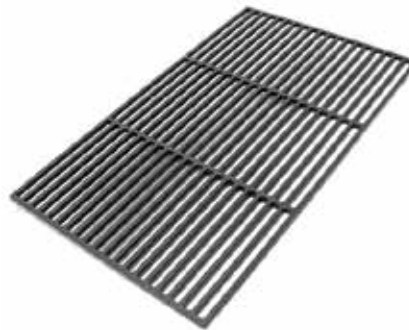


Figura 27 Material parrilla piso.

Fuente Catalogo aceros.

4.2.3 Ventilación

De acuerdo con el tipo de cabina seleccionado, en este tipo (flujo vertical), existe una entrada de aire limpio por sobrepresión a través de unos filtros en el techo

de la cabina, para tratar de evitar, en la medida de lo posible, que los operarios que trabajen en el interior respiren los componentes de la pintura, los distintos fabricantes de cabinas de pintura dan como factor de reposición del aire 180 /h, teniendo así un caudal.

$$Q = \text{largo} \times \text{anchura} \times \text{altura} \times \text{reposición del aire}$$

$$Q = 7m \times 4m \times 3m \times 180/h = 15.120 \frac{m^3}{h}$$

Para determinar la sección de los filtros de entrada de aire y conductos, y tomando en cuenta datos técnicos de fabricantes de filtros secos, se efectuaron los cálculos sobre la base de una necesidad de velocidad de 0.5 m/s, lo que lleva a una sección de paso en el techo de

$$(Se) = \frac{\text{Caudal } (Q)}{\left(\text{Velocidad } \frac{m}{s} \times 3600\right)} \quad (m^2)$$

$$Se = \frac{15.120 \frac{m^3}{h}}{\left(0,4 \frac{m}{s} \times 3.600s\right)} = 10.5 m^2$$

Para determinar la sección del colector inferior para la evacuación del aire, se realizó el cálculo sobre la base de una velocidad del aire en el colector de $1 \frac{m}{s}$ (según datos técnicos de fabricantes de filtros).

$$Ss = \frac{15.120 \frac{m^3}{h}}{\left(1 \frac{m}{s} \times 3.600s\right)} = 4.2 m^2$$

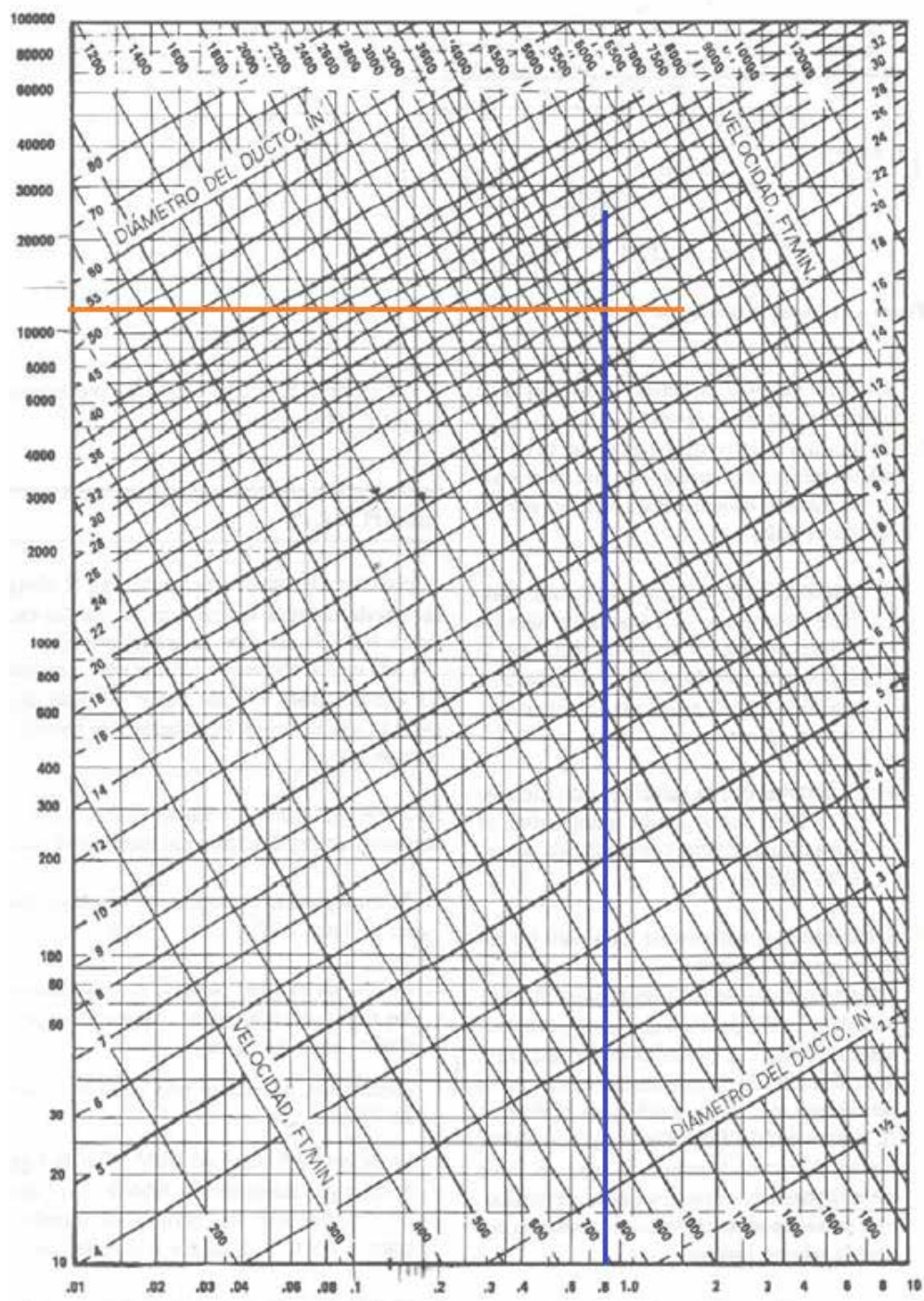
El conducto de evacuación del aire al exterior debe ser de $4.2 m^2$ de diámetro de entrada y sale por el tejado a través de una chimenea.

La Corriente de aire de la descarga tiene que promover la corriente de aire completamente equilibrada alrededor del objeto, incluso el frente, parte de atrás y a los lados. Irregularmente la corriente de aire equilibrada crea condiciones que animan

la migración del overspray desenfrenada hacia el acabado de la pintura. En cada parte del sistema, deben mantenerse todas las partes del sistema de la filtración bajo las especificaciones requeridas del fabricante. Ésta es la única manera de asegurar la corriente de aire apropiada y un ambiente partícula-libre. En las cabinas de tipo “Flujo vertical”, la configuración preferida es un agujero de longitud continua, para minimizar las zonas cero de rocío del vehículo. Como se dijo anteriormente, para lograr el flujo de aire, se realiza mediante un ventilador.

Capacidad del ventilador una vez seleccionado el tipo de ventilador, el siguiente paso es seleccionar al tamaño adecuado del mismo para determinada aplicación. La capacidad de los ventiladores se da en general para aire en condiciones normales: densidad de 0.075 lb/pie³ a 70 °F 29.92 plg. de Hg.

Con la caudal y la velocidad del aire podemos buscar las dimensiones mínimas de los conductos de aire mediante la figura 28 de pérdidas por fricción del flujo del aire de ductos de láminas galvanizadas.



Fuente: Catálogo air tub.

Mediante la figura anterior 28, da como resultados que mínimo se tiene que tener un diámetro de 24 in², o es decir 15.483,8 mm.

En el suelo se colocará un colector de rejillas de filtrado para evacuar el aire, conectado a un conducto de salida al exterior de unos 5 metros de longitud y un mínimo de 0.02 m². La extracción del aire nuevamente filtrado se realiza por el colector antes mencionado, de dimensiones a determinar, sobre el cual debe situarse el vehículo a pintar, para producir corrientes verticales y un movimiento envolvente del aire y así evitar que se disipe la pintura por el resto de la cabina.

4.2.4 Sistema De Filtrado.

La mala elección del filtro, así como el factor económico en la selección del tipo de filtro, es una causa de alta importancia para todo el sistema de la cabina de pintura. La función primordial del filtro es capturar las partículas mojadas y secas que flotan en el ambiente, ya que en una cabina que posee una sobrepresión del aire, o aire entrando a un caudal específico, las partículas que llegan al sistema del filtrado están ya secas, pero al inicio estas partículas están húmedas. El factor más importante en el sistema de filtración es en la etapa de salida, ya que en algunas oportunidades se recircula el aire, y si este ya está contaminado, todo el sistema estaría contaminado. Para la selección del filtro se siguen básicamente tres factores: Eficiencia, Capacidad de sostenimiento y Resistencia al flujo de aire.

Filtro de entrada (ver figura 29 y 30):

Envolvente de aluminio y plenum de poliestireno, apto para instalación suspendida o adaptable a falsos techos en sistema "T".

Entrada de aire circular con compuerta de regulación opcional.

Difusor lacado en blanco con perforaciones especiales para flujo laminar.

Difusor rotacional en opción.

Preparado para alojar filtros lamiflow fl con junta de poliuretano.



Figura 29 Filtro de entrada plenum.

Fuente: Catálogo airècnics.

Modelo	Dimensiones mm	Dimensiones del Filtro mm	Caudal m ³ /h	Presión Inicial Inc. Pa
DIF-BOX 4/4	550x550x340	457x457x68	340	130
DIF-BOX 6/12	712x1320x430	610x1220x68	1200	130
DIF-BOX 6/6	712x712x400	610x610x68	600	130

Figura 30 Especificación del filtro plenum.

Fuente: Catálogo airècnics.

4.2.5 Iluminación.

Al seleccionar una lámpara para una aplicación particular, es importante poder predecir su efecto visual. El tipo y cantidad de luz emitidas de una fuente afectan la percepción de colores dada en él. Varios métodos de cuantificar el volumen colorido de una fuente de iluminación particular existen para ayudar a predecir este efecto: Índice del color, distribución del poder del espectro. Usando estos parámetros de evaluación, una fuente de iluminación del espectro completo es una bombilla que

tiene un CRI de 90 o mayor, con una temperatura correlativa del color entre 5,000 y 7, 500k.

4.2.6 Calefacción.

De acuerdo con datos proporcionados por los fabricantes de pintura, sólo es necesario una temperatura mínima en el ambiente, ya que, con los aditivos incluidos en la pintura y el efecto de catalizado, el nivel de humedad no tiene importancia en el ambiente. Además, muchas capas o tipos de pintura requieren un período mínimo de secado, para alcanzar su estado de acabado final. Los tipos de calentadores se describen en el marco conceptual. Para la selección correcta del tipo de calentador se tomó en cuenta la siguiente comparación:

Normalmente se encuentran disponibles los calentadores según su tipo, por ejemplo, a través de fuego directo (transferencia directa de calor), gas natural o propano, el aire gana calor con el contacto directo con la llama opción más económica fuego indirecto (transferencia indirecta de calor). El gas natural, propano, aceite y otros combustibles con valor calórico vapor o agua caliente el aire gana calor pasando a través y alrededor de las tuberías llenas de calor o agua caliente, alta eficiencia para aplicaciones de baja temperatura cuando existe un quemador con la capacidad del calentador de aire.

Electricidad el aire gana calor pasando a través y alrededor de un elemento eléctrico de calor usando solamente cuando los combustibles alternativos tienen un costo elevado, o se tienen fuentes de energía limpia, como centrales hidroeléctricas, esta opción es una de las más ecológicas ya que no tiene necesidad de quemar combustibles fósiles.

Comparación de calentadores para determinar la carga de calefacción de la cabina de pintura se realizaron los siguientes cálculos:

Condiciones de diseño

- Temperatura interior de la cabina: 140 °F (60 °C).

- Temperatura exterior de la cabina: 86 °F (30 °C).
- Temperatura de piso: 82,4 °F (28 °C).
- Construcción de las paredes: Lámina de acero, construcción de piso: Losa de concreto.

- Detalle de las paredes: Tipo sándwich, material aislante: Fibra mineral.

$$Paredes \text{ área} = 7 \times 3 = 21 \text{ m}^2 = 226,04 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diferencia de temperaturas} = 1,8 \text{ °F}$$

Componentes de la pared: R

- Película interior del aire R= 0.68.
- Aislamiento (Algodón regenerado) K=0.034 R= 29,41
- Película exterior del aire R = 0.17.
- 2 Laminas = 2 x 2.96 R= 5,92.
- Puerta K=0.04 R= 25

$$R \text{ pared} = 0,68 + 29,41 + 0,17 + 5,92 = 36,18$$

$$R \text{ puerta} = 0,68 + 25 + 0,17 + 5,92 = 31,77$$

$$Q = \frac{1}{R} \times A \times DT \text{ (Pita, 1999) (Eq. 6)}$$

$$\text{Según fórmula, } Q_1 = \frac{1}{36,18} \times 226,04 \text{ ft}^2 \times 54 \text{ °F} = 337,37 \frac{BTU}{h}$$

$$\text{Son dos paredes } Q_1 = 337,37 \frac{BTU}{h} \times 2 = 674,75 \frac{BTU}{h}$$

$$\text{Puerta frontal y pared posterior área} = 4 \times 3 = 12 \text{ m}^2 = 129,16 \text{ ft}^2$$

Puerta R =

$$Q_a = \frac{1}{36,18} \times 129,16 \text{ ft}^2 \times 1,8 \text{ °F} = 192,77 \frac{BTU}{h}$$

$$Q_b = \frac{1}{31,77} \times 129,16 \text{ft}^2 \times 1,8 \text{ } ^\circ\text{F} = 219,53 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

$$\text{Son pared y puerta } Q_2 = (192,77 + 219,54) \frac{\text{BTU}}{\text{h}} = 412,30 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

$$\text{Tec o \u00e1rea} = 7\text{m} \times 4\text{m} \quad 10,5 \text{m}^2 (\text{area del filtro}) = 17,5 \text{m}^2 = 188,36 \text{ft}^2$$

$$Q_3 = \frac{1}{36,18} \times 188,36 \text{ft}^2 \times 54^\circ\text{F} = 473,9 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

$$\text{Piso \u00e1rea} = 7 \times 4 = 28 \text{m}^2 \quad 4,2 \text{m}^2 (\text{area del filtro}) = 256,18 \text{ft}^2$$

Diferencia de temperaturas = 140 °F – 82,4 °F = 57,6 °F Se supone temperatura del suelo = 73,4 °F, Coeficiente global de transferencia de calor para losa en seco = 0.18, utilizada de la Tabla de materiales Fern\u00e1ndez D.

$$Q_4 = 0,18 \times 256,18 \text{ft}^2 \times 57,6^\circ\text{F} = 2656,07 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$$

Para calcular la transferencia total de calor, se suman todas las cargas de calefacci\u00f3n parciales: $Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 674,75 + 412,3 + 479,9 + 2656,07 = 4196,02 \text{ BTU/h}$ De acuerdo con los c\u00e1lculos realizados sum\u00e1ndole el calor del veh\u00edculo, se selecciona un calentador del tipo siguiente: Calentador de El\u00e9ctrico, Capacidad para suministrar 4196,02 BTH/h para poder mantener las condiciones m\u00ednima de dise\u00f1o antes mencionadas.

Datos del Producto

Calentadores de resistencia de hoja de la serie RA (ver figura 30), Resistencias con aletas rectangulares con tubo de protecci\u00f3n de acero inoxidable. Dise\u00f1adas para calentar aire o gas con convecci\u00f3n natural o forzada. Se utilizan en calentadores, secadores y t\u00fan\u00e9les de secado. La velocidad de aire m\u00ednima recomendada es de 2,5m/s. Calentador de tiras certificados por Homologaciones UL, CSA.

Temperatura de pico +200°C.

tipo de conexión soporte plano.

Potencia nominal 200W

Tensión de alimentación 230 V ac.

Longitud total 200mm



Figura 31 Calentador de resistencia de hoja S.

Fuente: Catálogo Acim Jouanin.

4.3 Modelado mediante una herramienta cad el diseño de cabina-horno.

A realizar el diseño y tener los parámetros correctos, se escogió como herramienta CAD el software de SolidWork versión 2016 edición de 64 bits. La cual posee las herramientas para la elaboración de la cabina-horno.

Ya considerandos los parámetros de diseño de la cabina-horno se procede a

parametrizarlos y realizar los planos en 2D tales como la vista frontal, vista posterior, vista superior y vista inferior, estos planos se pueden observar en los conjuntos de figuras desde 32 hasta la 35.

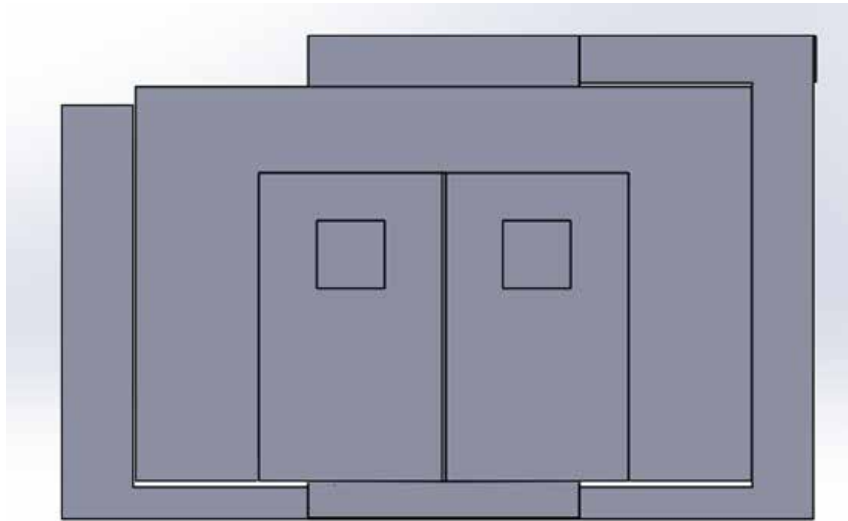


Figura 32 Cabina de pintura Vista Frontal.

Fuente: Luis Sequera (2020).

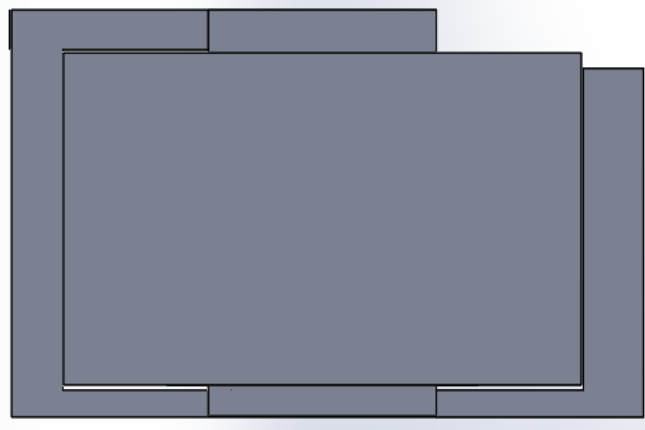


Figura 33 Cabina de pintura Posterior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

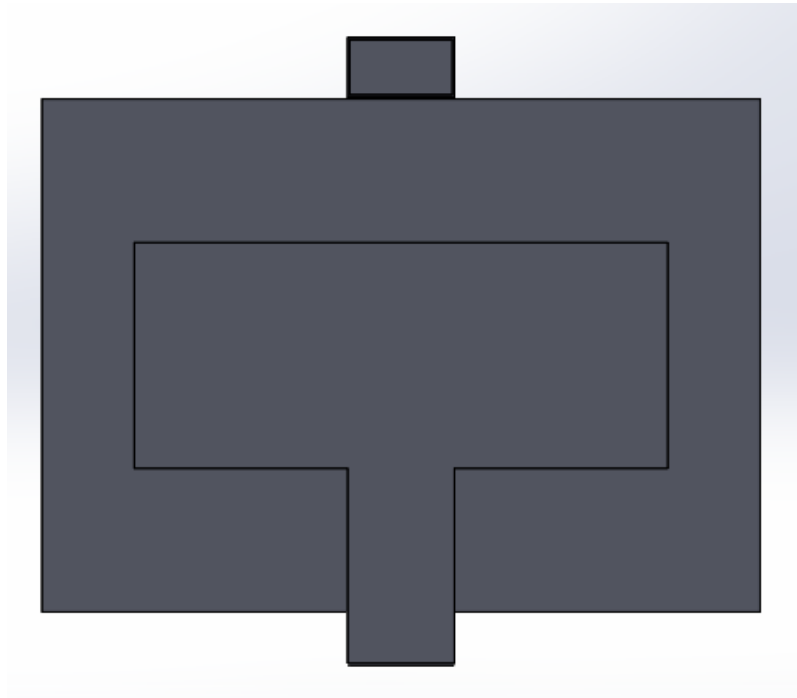


Figura 34 Cabina de pintura Vista Superior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

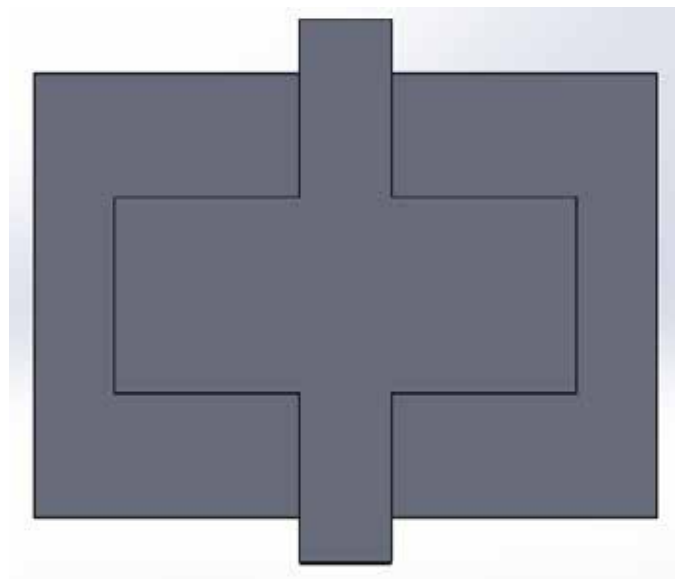


Figura 35 Cabina horno Vista Inferior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Ya con estas vistas se procede a realizar la cabina-horno y sus vistas en 3D. se mostrará en el conjunto de figuras (36 hasta 39).

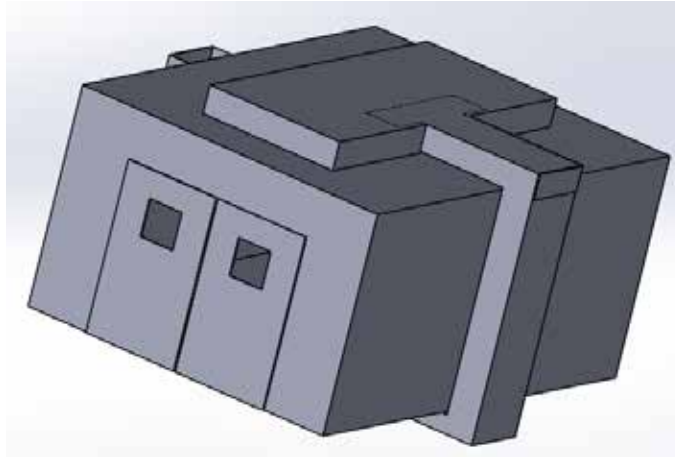


Figura 36 Cabina-horno 3D Vista isometría.

Fuente: Luis Sequera (2020).

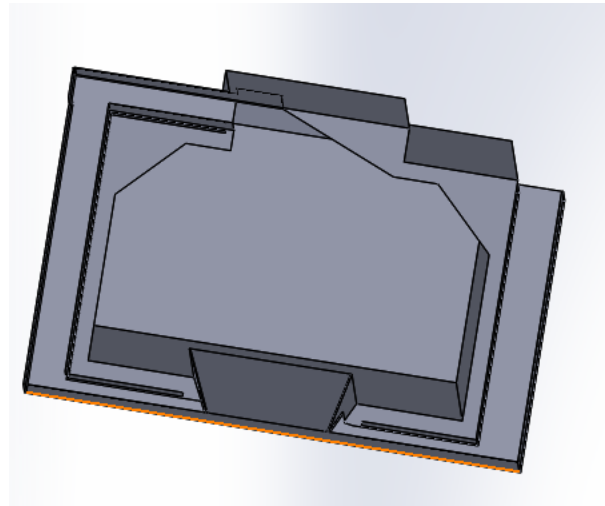


Figura 37 Cabina-horno Corte A-A Vista Posterior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

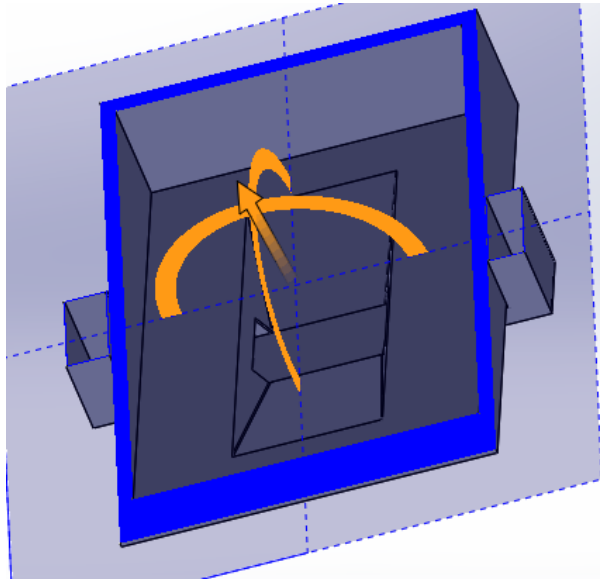


Figura 38 Cabina-horno Corte B-B.

Fuente: Luis Sequera (2020).

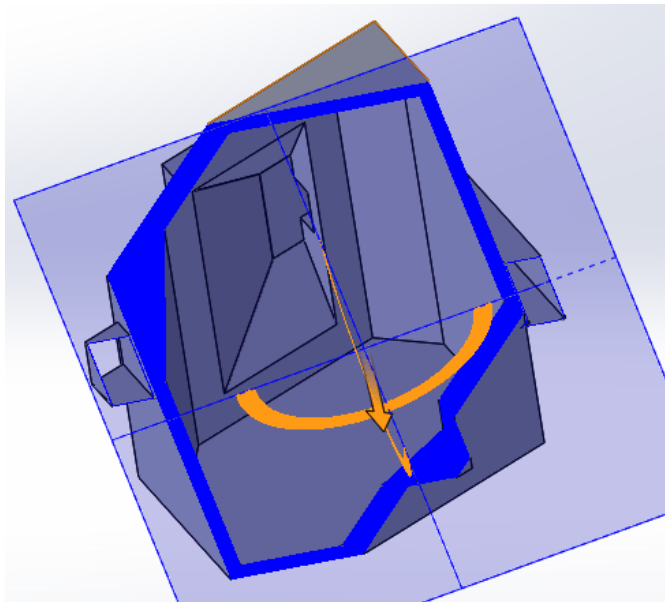


Figura 39 Cabina-horno corte C-C.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Teniendo definido la cabina-horno se procede a la elaboración de dominio donde trabajara, este dominio hay que generarlo dentro de la cabina-horno, habiendo

3 dominios los cuales son los procesos de trabajo de mismo: paso de pintado, paso de secado, y paso de descontaminación. En las siguientes figuras a continuación se mostrarán el primer y tercer dominio que sería el proceso de pintado y de descontaminación. (Ver figuras desde 40 hasta la 44)

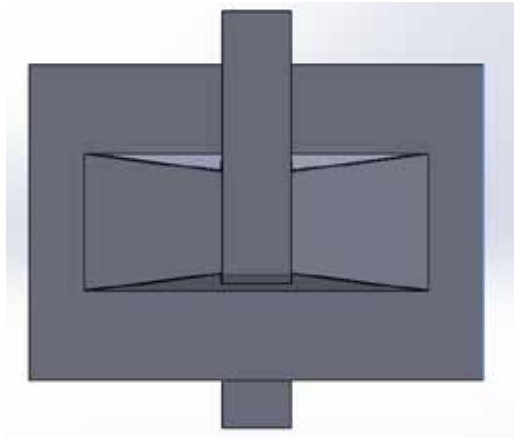


Figura 40 Volumen de control plano inferior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

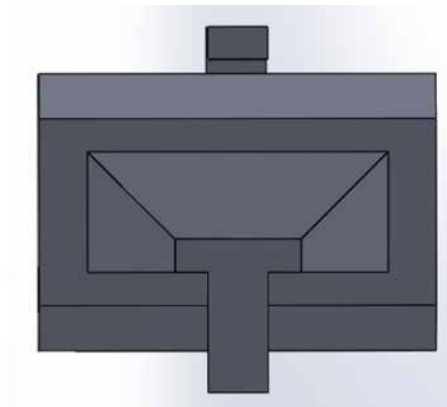


Figura 41 Volumen de control Plano Superior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

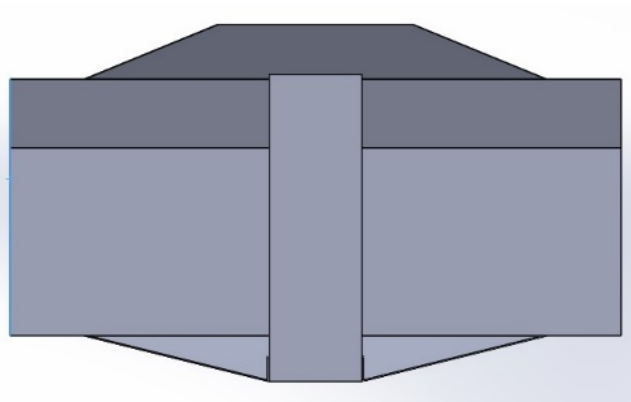


Figura 42 Volumen de control Plano Lateral.

Fuente: Luis Sequera (2020).

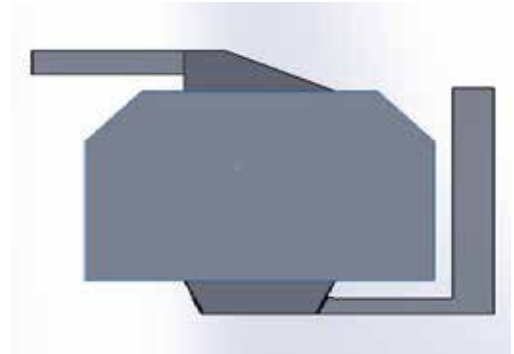


Figura 43 Volumen de control Plano posterior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

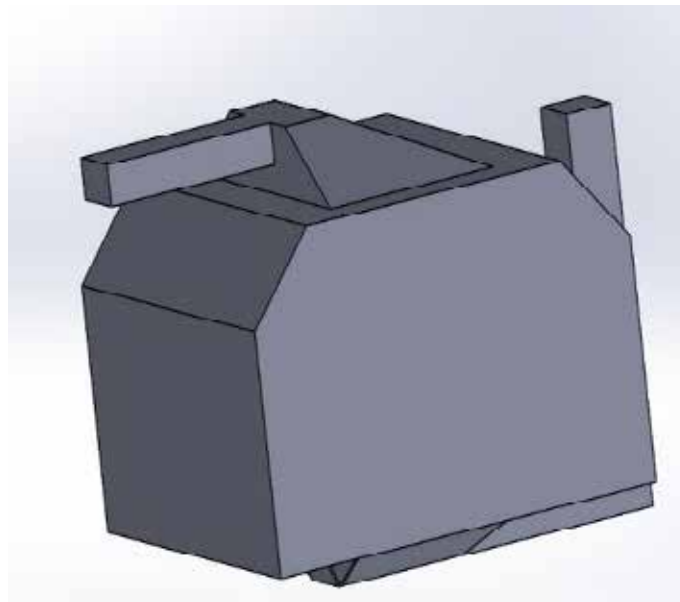


Figura 44 Volumen del control Vista Isométrica.

Fuente: Luis Sequera (2020).

En la siguiente figura se manifestará el segundo paso que sería el de secado, este cuenta con otro tipo de dominio y se mostrará en el siguiente conjunto de figura desde la 45 hasta la 48.

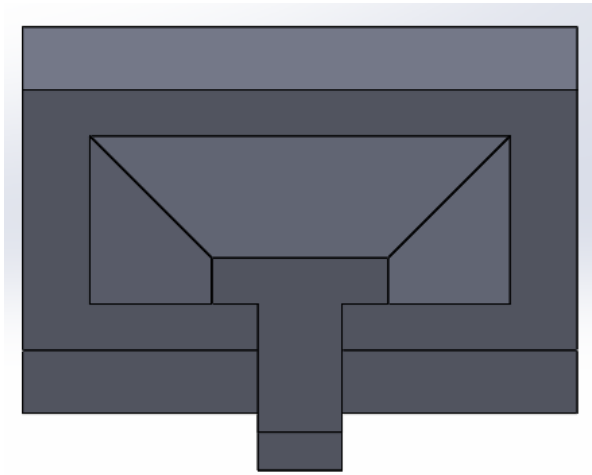


Figura 45 Volumen de control secado Vista Superior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

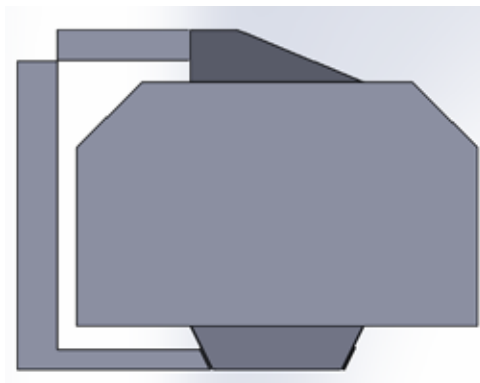


Figura 46 Volumen de control secado Vista posterior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

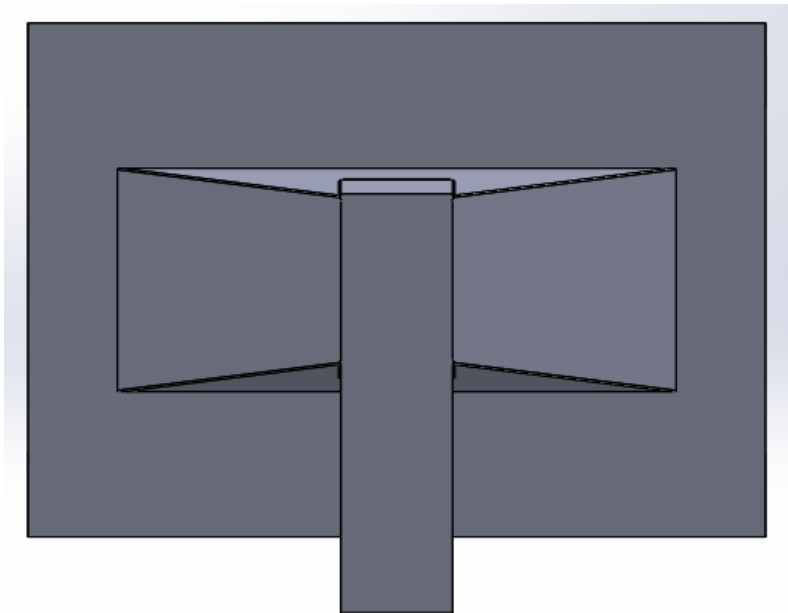


Figura 47 Volumen de control secado vista Inferior.

Fuente: Luis Sequera (2020).

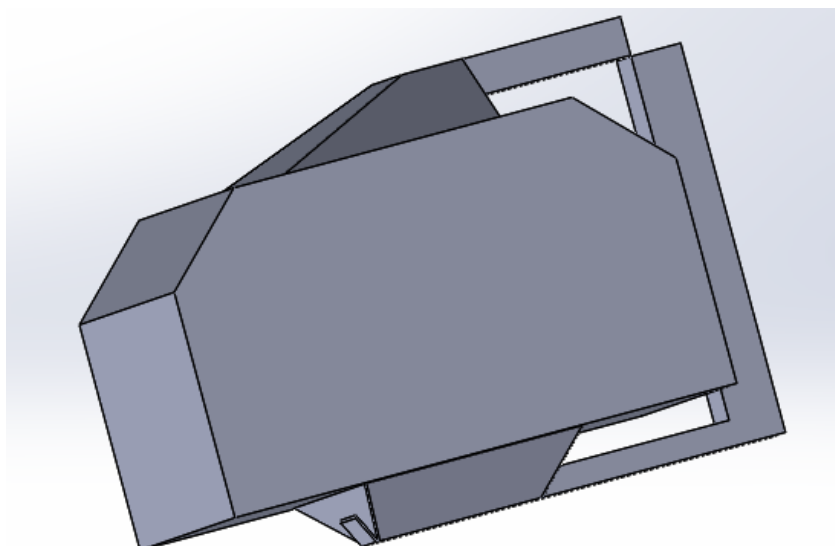


Figura 48 Volumen de control secado vista isométrica.

Fuente: Luis Sequera (2020).

4.4 Simulación del campo de flujo del aire mediante una herramienta de dinámica de fluidos computacional.

El software SimScale Workbench es una herramienta con cada vez mayor fama debido a su amplia gama que abarca, permitiendo a los diseñadores de todo el mundo simular las condiciones de trabajo o reales en los elementos que estén desarrollando. SimScale Workbench Web, entre sus múltiples funciones posee módulos de simulación de fluidos ideales para elaboración de los estudios requeridos, con la interacción de corriente de aire en dicha cabina y permite la interacción del fluido.

Una vez cargado la página web el programa despliega la interfaz (ver figura 48) que le permite al beneficiario desarrollar los diferentes proyectos en los que se encuentre trabajando. La interfaz le muestra del lado izquierdo las múltiples opciones que se pueden desarrollar, tantos estudios térmicos, de fluidos, estático o dinámicos, entre otros. Del lado derecho se puede visualizar un gran recuerdo blanco el cual hace referencia a la pantalla de proyecto.

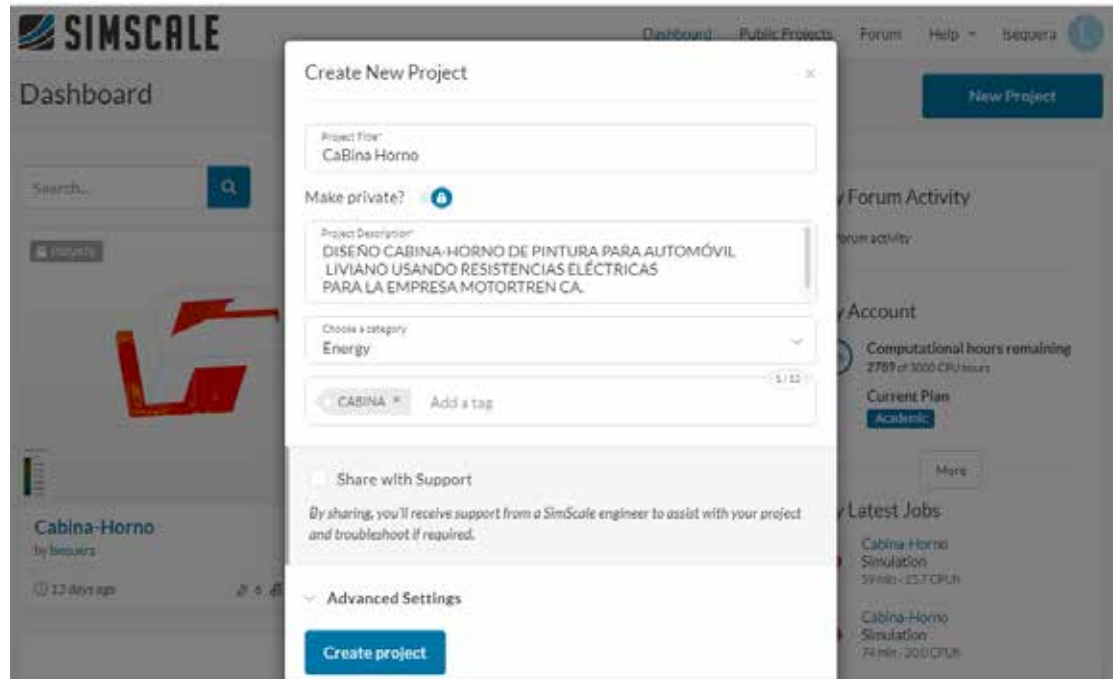


Figura 49 Interfaz del inicio característico de SimsCale Workbench.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Ya en la interfaz de usuario que presenta SimsCale Workbench web se debe introducir el diseño CAD, y el dominio del estudio al que se le harán los diferentes análisis, para esto en el menú ubicado al lado izquierdo se busca la opción de “geometries” y se presiona el botón de (+), una vez realizado esto quedara en la pantalla las opciones disponibles referentes (ver figura50)

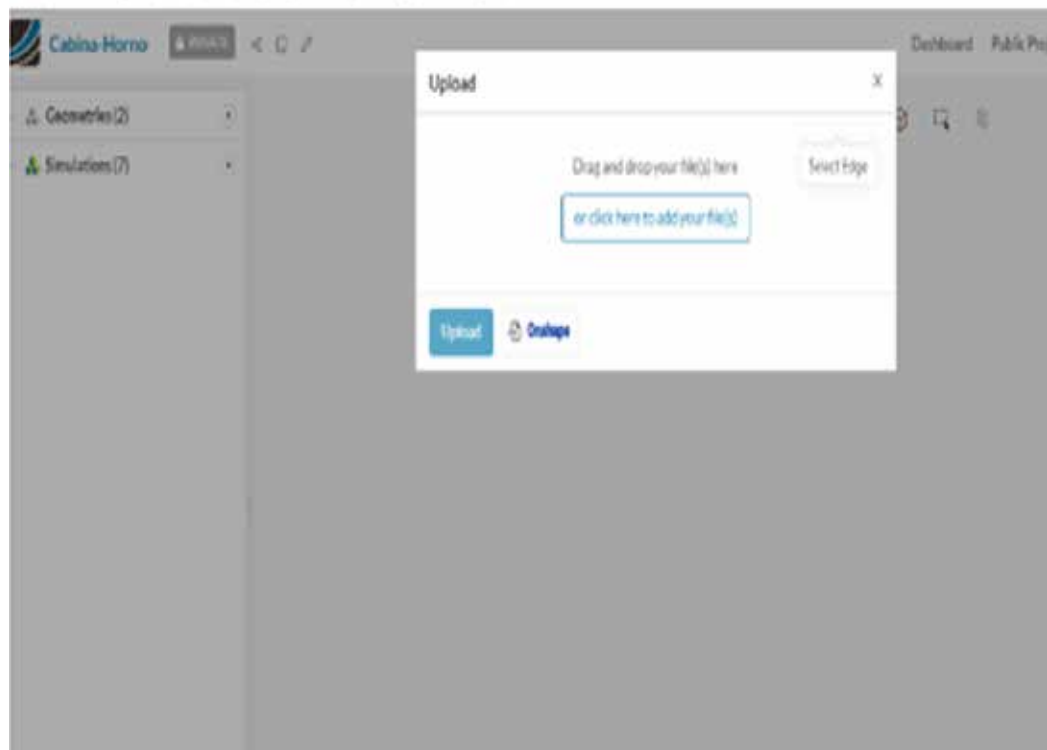


Figura 50 Selección de la opción “

Fuente: Luis Sequera (2020).

Con la opción “ ” seleccionada se encamino al recuadro que ahora se visualiza en la pantalla de proyecto, desplegando las opciones y escogiendo “ ” esto con la finalidad de importar el modelo del dominio de estudio previamente realizado en el software CAD, buscando el archivo en los documentos solo quedara subirlo en el formato guardado STEP o SolidWorks. (ver figura 50)

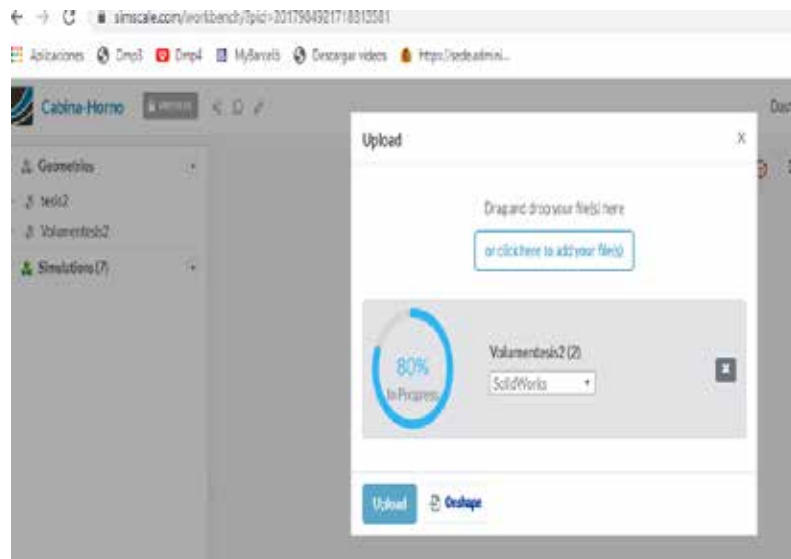


Figura 51 Opciones para importar modelo de Software CAD.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Una vez ubicado el modelo objetivo para el estudio y habiendo sido importado exitosamente se mostrará en la pantalla de trabajo el diseño, esto indica que la geometría creada previamente ha sido reconocida satisfactoriamente (ver figura 51).

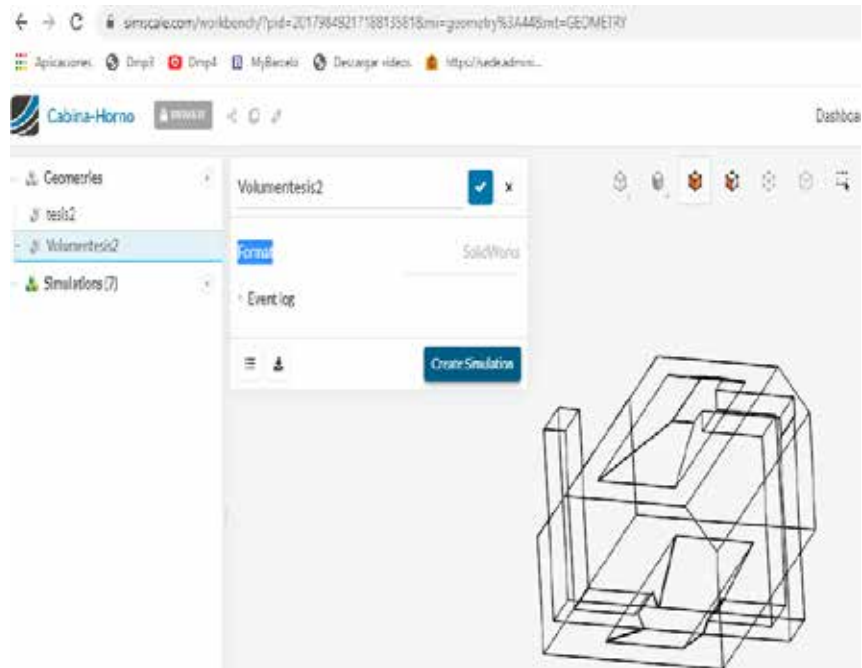


Figura 52 Modelo insertado reconocido.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Al tener importada el modelo exitosamente, se procede a la creación de la simulación dándole clic a “ ”. Se despliega una ventana haciendo referencia a los tipos de simulación que admite el modelo (ver figura 52).

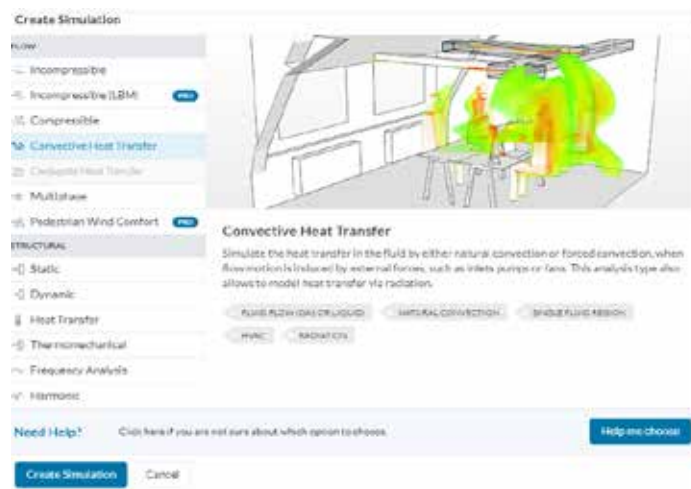


Figura 53 Introducción de la creación de la simulación.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Al visualizar el nuevo recuadro desplegado se pudo observar las distintas alternativas de poder simular el modelo, Se simula en “”, luego van a efectuar unos parámetros,

. (ver Figura 54), ya el sistema de simulación viene con unos ajustes determinados, pero hay que agregar el fluido en la pestaña donde dice materiales (ver figura 54) Se puede agregar el aire que es nuestro fluido, y darles las condiciones del ambiente, indicando su peso molecular.

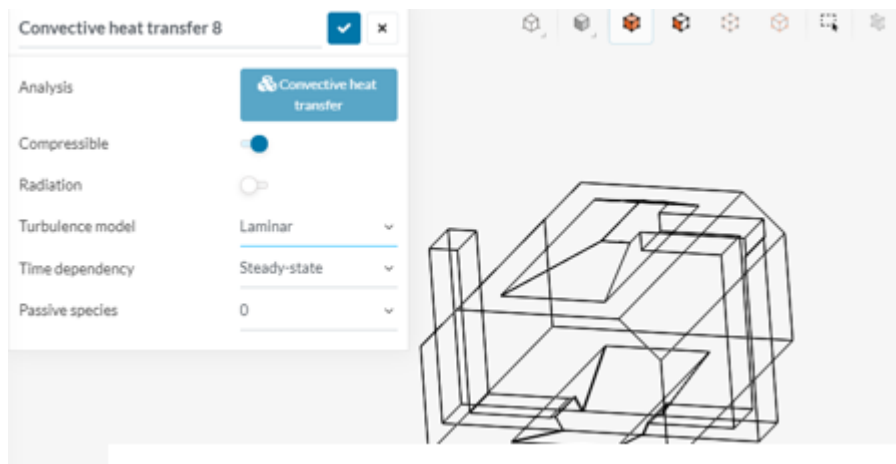


Figura 54 Convective Heat Transfer.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Luego que se selecciona la herramienta de diseño, se agregan los parámetros principales como material del fluido y condiciones de borde, se le da clic donde dice “” desplegando una pantalla donde sale todos los tipos de materiales, se va a trabajar con aire con una densidad de $1,1965 \text{ kg/m}^2$, (ver figura 55)

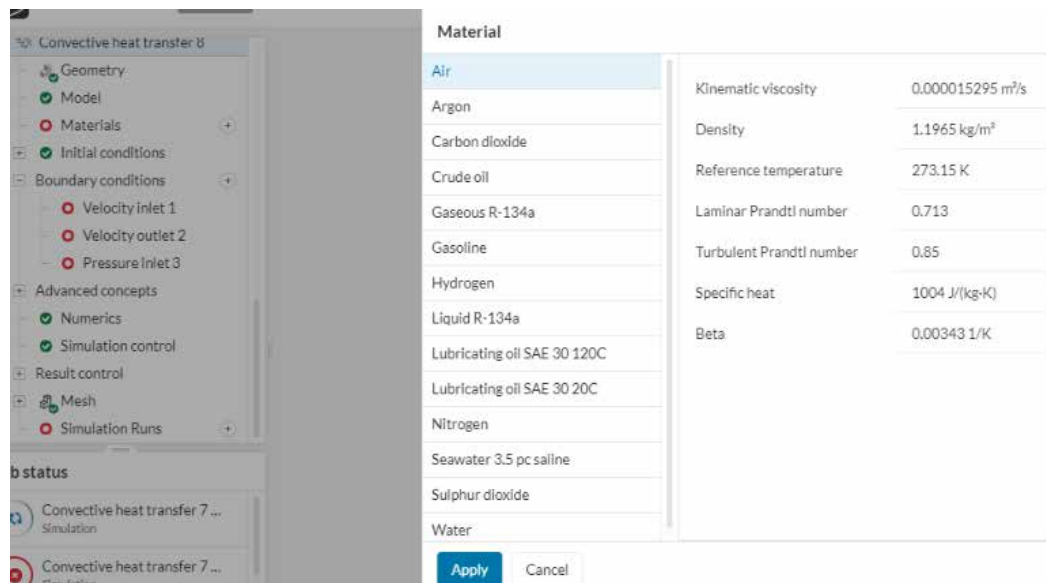


Figura 55 Selección tipo de material.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Así como se selecciona el material, también se tiene que introducir las condiciones de borde, tales como velocidad de entrada, volumen del caudal, temperatura (ver figura 56 hasta 59), también se agrega como condiciones de borde las paredes, dándole temperatura ambiente, después se configura la maya donde se le da el algoritmo que se desea y se ven los cell y nodos.

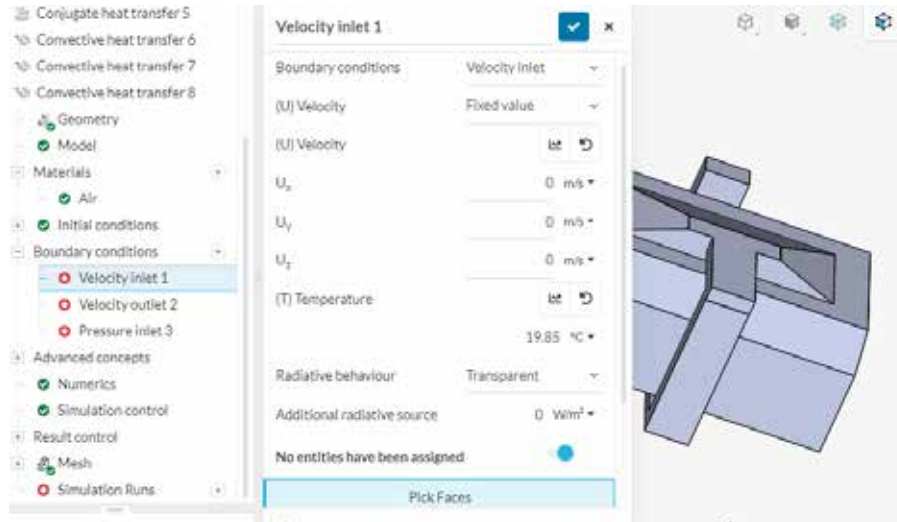


Figura 56 Velocidad de entrada.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

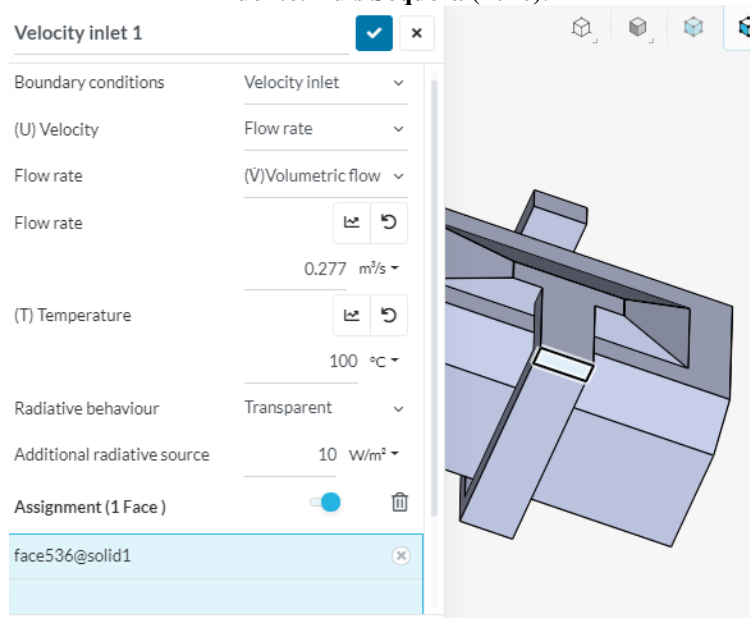


Figura 57 Velocidad de entrada.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

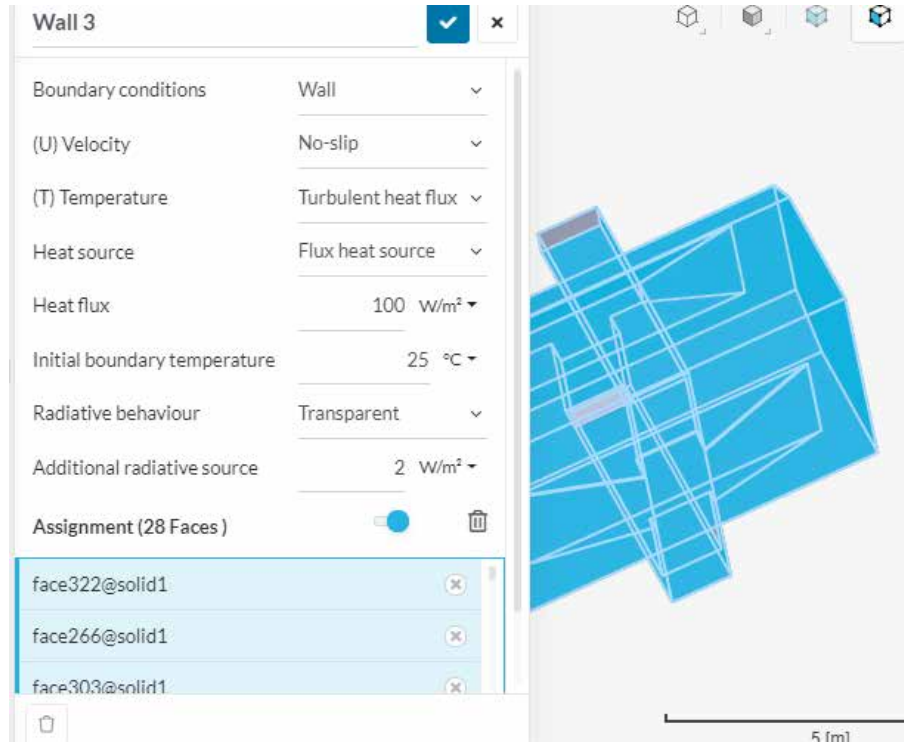


Figura 58 Paredes de contorno.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

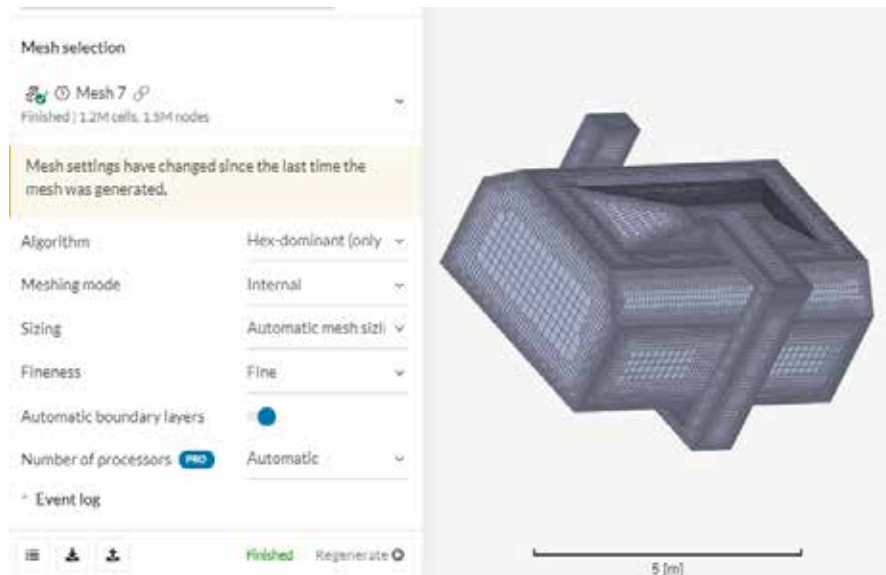


Figura 59 Configuración de maya.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

Luego que se tiene tondo los parámetros configurados se le da con el clic es star simulación colocando el nombre del proyecto ver figura 60.

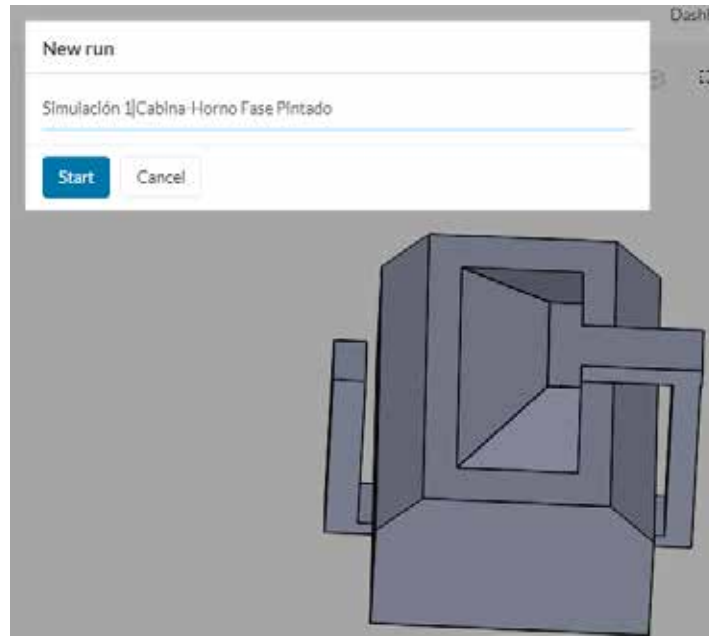


Figura 60 Inicio de la simulación.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Repitiendo todos estos esto lineamientos en casa paso restante, como el paso 2 de horneado y paso 3 descontaminación, colocando nuevos parámetros y dándole clic a star simulación.

4.5 Presentación de los resultados en forma de data y gráficas para facilitar su interpretación.

Para lograr interpretar los resultados obtenidos se explicará los cálculos por cada paso de forma separada, debido a las condiciones de trabajo de la cabina-horno en base a sus temperaturas. (ver figura).

Teniendo en cuenta los 3 pasos de pintado, primer paso pintado del vehículo, segundo paso horneado de la pintura, tercer paso depuración de la cabina. Se puede notar los cambios drásticos de temperatura y velocidades. Demostrando que las dimensiones y especificaciones de los materiales y herramientas cumple con su

propósito.

Primera Fase pintado de vehículo (Ver figura 61 y 62).

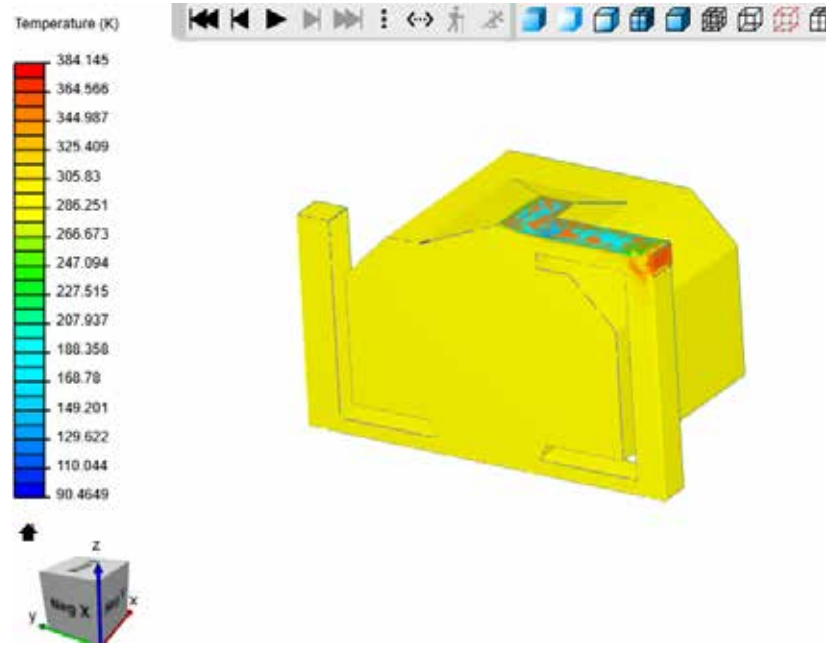


Figura 61 Paso 1 de pintado.
Fuente: Luis Sequera (2020).

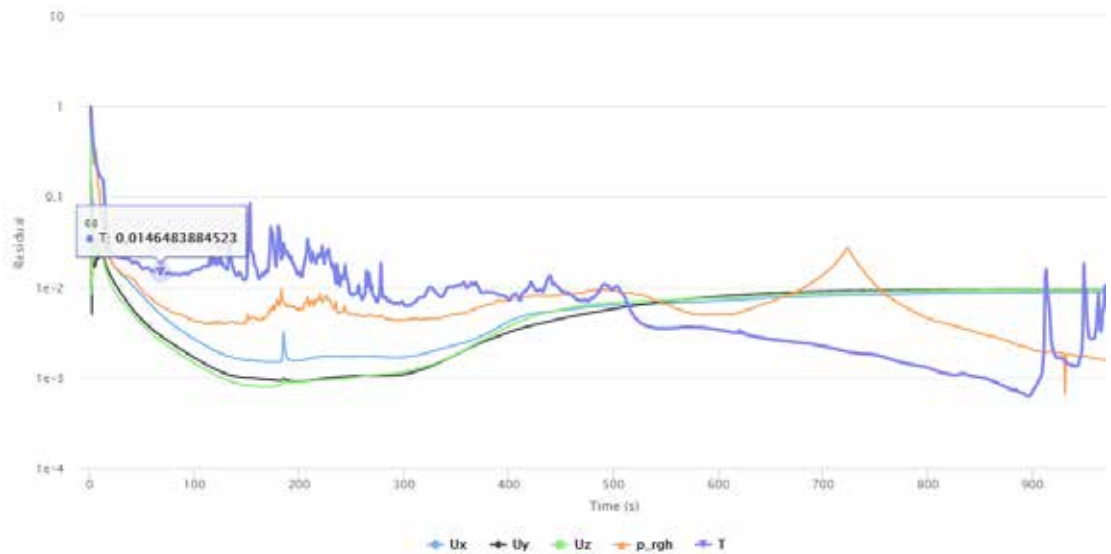


Figura 62 Paso 1 Convergence Plot.

Fuente: Luis Sequera (2020).

La temperatura de trabajo del operador está basada en la temperatura ideal para la adherencia de la pintura, que está comprendida en 27 a 30 C, el aire circula con una velocidad controlada de 0.25 m3/s vertical, así disminuyendo el efecto del overspray y quitando las zonas de cero flujos. Recordando que hay que tener un flujo de aire que no puede ser reutilizado, y otro que vuelve a entrar al conducto de calentamiento la resistencia estará prendida para controlar el flujo de calor que sale por el conducto a 80 °C.

El aire entra por la parte superior de la cabina permitiendo que las partículas de pintura no queden en el espacio, van hacia el filtro y queda un aire más limpio.

Segundo paso secado del vehículo (ver figura 63 y 64).

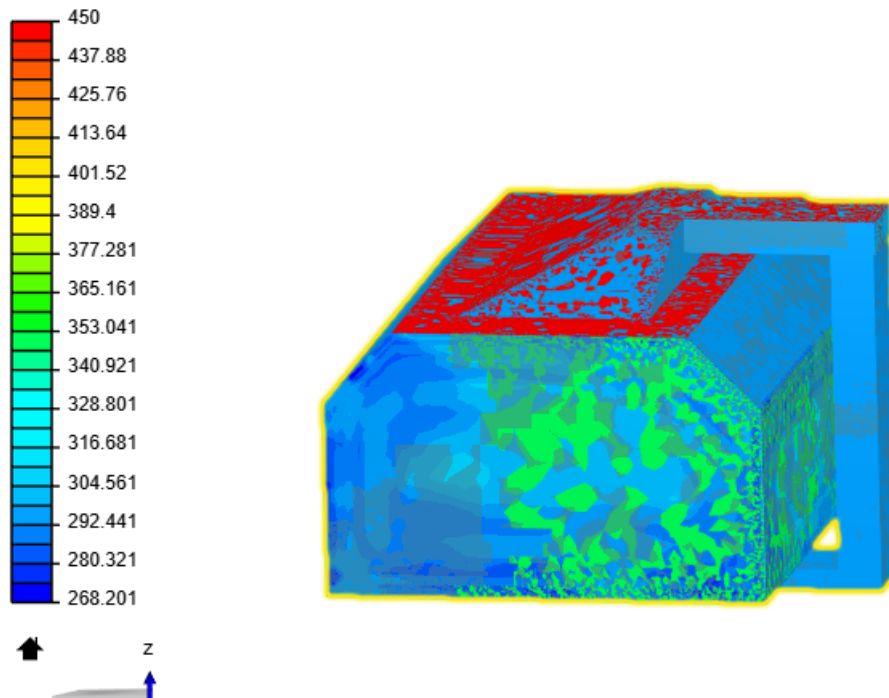


Figura 63 Paso 2 de Horneado.

Fuente: Luis Sequera (2020).

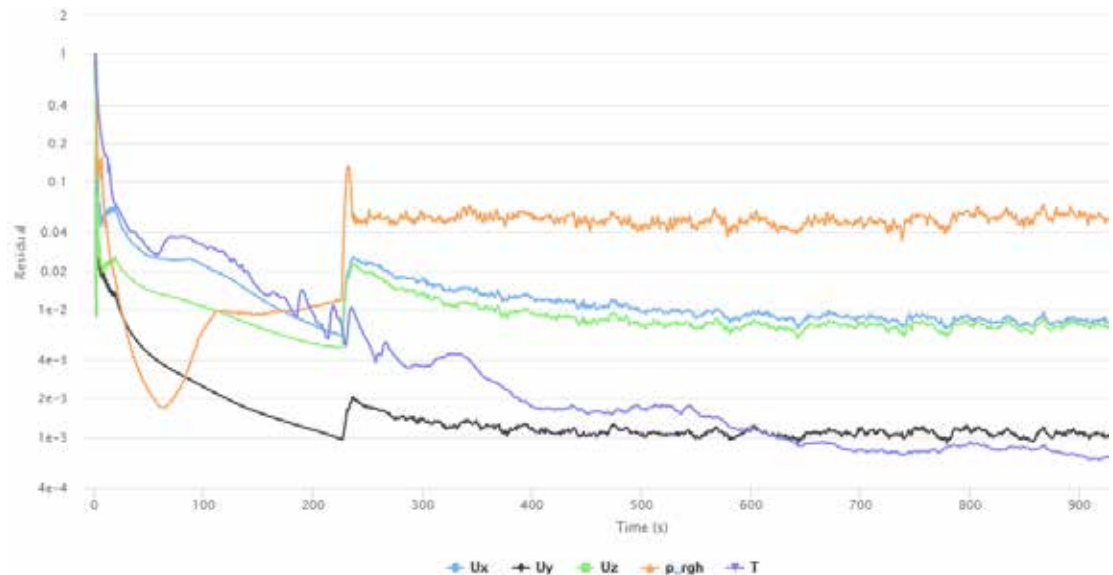


Figura 64 Paso 2 Convergence Plot.

Fuente: Luis Sequera (2020).

La temperatura de secado es mayor a la del trabajo por el simple hecho que ya no hay personas dentro de la cabina y lo cual da la libertad de aumentar hasta la temperatura deseada entre 50 y 60 C, lo cual es la temperatura más idónea para que la pintura se adhiera correctamente a la lata de la misma, este paso es rápido entre 10 y 15 minutos, por lo tanto no requiere tanto consumo de energía (Eléctrica), Recordando que la ventilación siempre estará encendida por qué se necesita un buen flujo de aire.

El aire entra por la parte superior de la cabina, con una temperatura determinada a 450K o 177C°, aproximadamente lo cual calienta el vehículo y la cabina a la temperatura deseada, pasando el aire por el filtro y volviendo a su inicio, ya que esta precalentado vuelve a pasar por las resistencias y sigue entrando otra vez por la cabina. Haciendo un trabajo cíclico, ahorrando consto de energía y tiempo.

Tercer paso depuración o descontaminación de la cabina. (Ver figura 65 hasta 67).

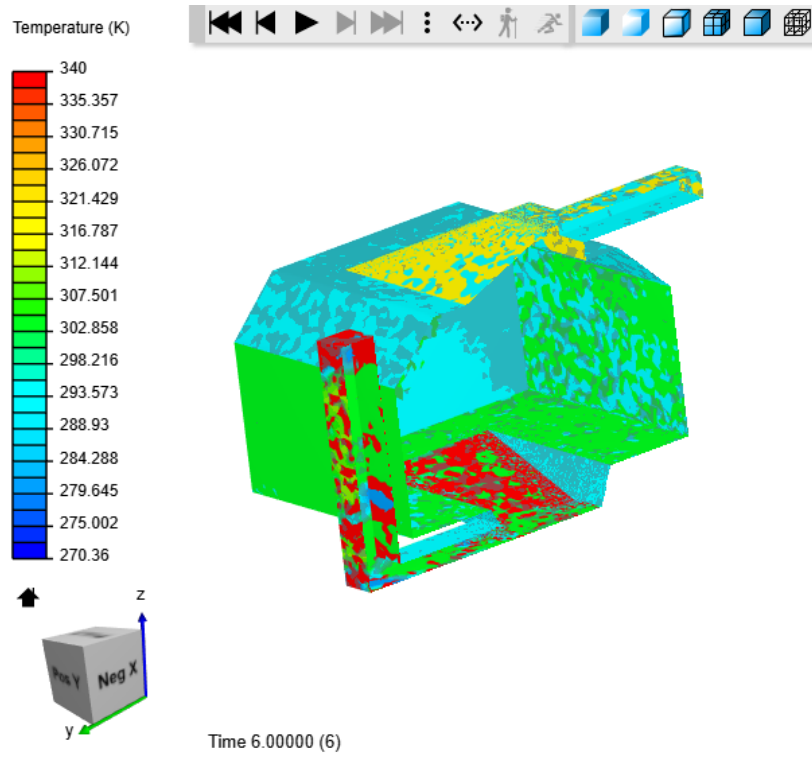


Figura 65 Paso 3 de Descontaminación temperatura.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

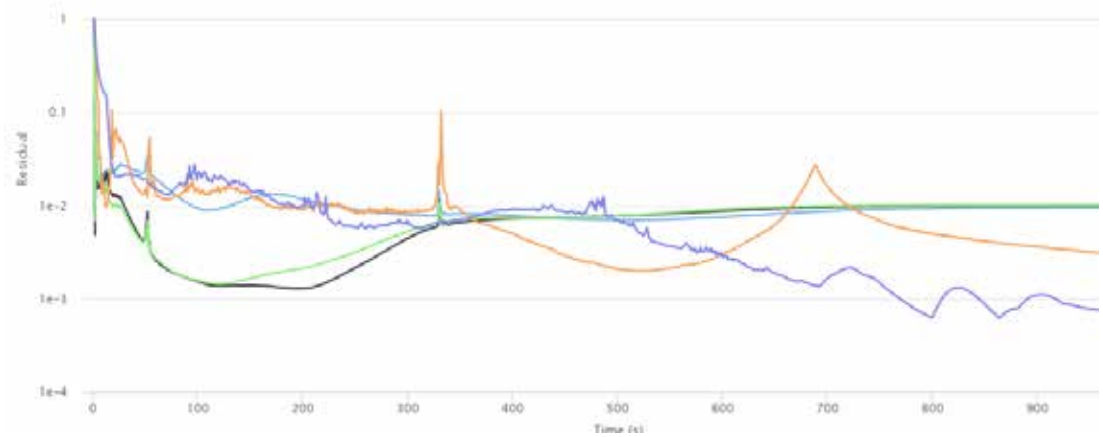


Figura 66 Paso 3 Convergence Plot.
 Fuente: Luis Sequera (2020).

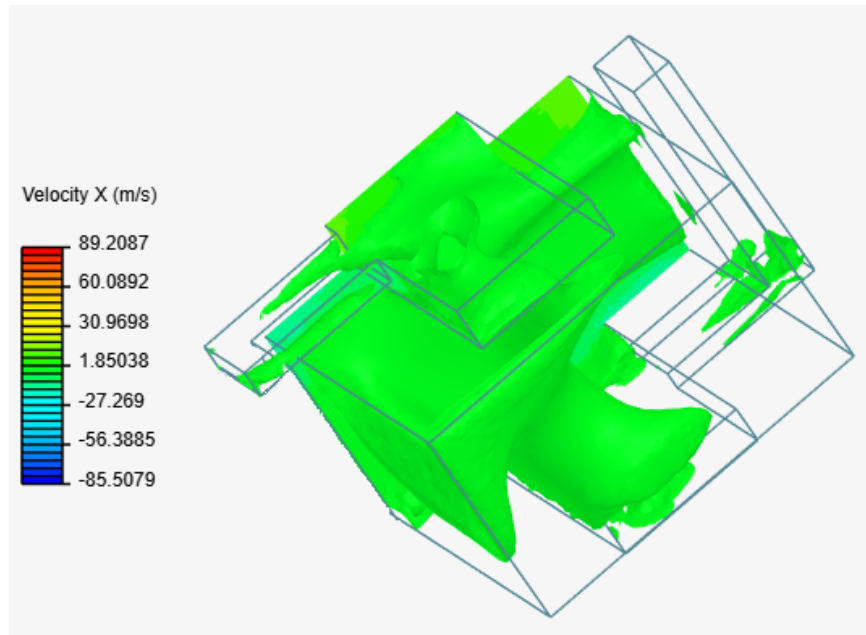


Figura 67 Paso 3 Descontaminación, Velocidad del aire.

Fuente: Luis Sequera (2020).

Esta fase se trata de liberar el calor, en la cabina y limpiando los residuos de pintura, el operario cierra la compuerta de recirculación así abriendo la de salida y apagando la resistencia, así el calor es expulsado, circulando temperaturas menores para que el vehículo se baje la temperatura con rapidez, cuando la cabina este en la temperatura adecuada vuelve a entrar el operador sea a seguir pintando las otras capas o ya terminado el vehículo retirarlo totalmente listo.

Ya con los parámetros tomados, y las soluciones de la simulación se puede tomar la decisión de los materiales de la cabina, lo cual se va a utilizar 10 kilos de acero UPN y IPN para la estructura , 10 piezas de acero galvanizado para los conductos, sándwich conformada por láminas de acero galvanizado y por dentro con la fibra de algodón Geopanel pyl (1250x600x40mm) , unidas con remaches tipo standard 5.0, con puerta tipo SteicoTherm (1350x600x40 mm) ,con una ventanilla de 2, una losa de 5 cm de espesor para el piso, la parrilla para el piso seleccionada de acero inoxidable 304, la ventilación será por CL/Plus 200-4M impulsando 1100 m³/h

y una potencia de 360W, el filtro principal será plenum de poli estireno, con difusor acanalado de 712x1320x430, con un máximo de caudal de 1200 m³/h el filtro inferior será filtro AND-STD 1m* 10m 4 filtros, van a usar 2 lámpara de LED TUT810ST2860LA, el calefactor de resistencia de hoja, de serie Ra dimensiones 200mm y una potencia de 200w en la figura se puede mostrar la especificación y el costo.

Cuadro 1: Cuadro de presupuesto

Tipo	Producto	Cantidad	Descripción	Costo	Total
Acero	Vigas IPN	350	kg	\$1.20	\$420.00
	Conductos galvanizados	10	piezas	\$15.00	\$150.00
	Parrilla Piso	4	kg	\$5	\$20.00
Material térmico	Geopanel Pvl	6	piezas	\$60.00	\$360.00
	SteicoTherm.	11	piezas	\$40.00	\$440.00
filtros	Plenum DIF-BOX 6/12	10	1.200 m ³ /h	\$50.00	\$500.00
	HFDA H-13	1	150 m ³ /h	\$64.00	\$64.00
Ventilación	CL/PLUS	5	230 V	\$60.00	\$300.00
Iluminación	LED TUT810ST2860LA	4	80W	\$10.00	\$40.00
Calentador	Resistencia de hoja de la serie RA	2	1 k W	\$55.00	\$110.00
Total, Consumo					\$2,404.00

Fuente: Luis Sequera (2020).

Definiendo los niveles de factibilidad:

Factibilidad Económica: para el desarrollo de la propuesta se contó con el todo el apoyo económico, se buscó la opción más económica minimizando los costos ubicándose en un nivel 4.

Factibilidad Humana: según lo analizado se ubica en el nivel 3, mostrando que nuestra propuesta cuenta con medianamente el personal para la realización de esta.

Factibilidad Técnica: de acuerdo con el análisis se ubica en el nivel 4, se indica que la propuesta cuenta la mayoría con los materiales y los equipos necesarios para que se lo realice.

Factibilidad Legal. Según lo analizado se ubica en el nivel 5, lo que muestra que la propuesta cuenta totalmente con las normas suficiente y necesarias sobre el cual puede apoyarse.

Factibilidad Ambiental. De acuerdo con lo analizado la propuesta se encuentra en el nivel 5, lo que indica que cuenta totalmente con las herramientas apropiadas y se lista para su ejecución.

Cuadro 2: Cuadro Factibilidad.

Factibilidad			
Tipo	Descripción	Disponibilidad	nivel
Economía	La empresa dispone de los recursos	si	4
Humana	La empresa cuenta con el personal capacitado	si	3
Técnica	La empresa tiene material y herramientas	si	4
Legal	La empresa dispone de las normas para la propuesta	si	5
Ambiental	La propuesta aporta mejoras ambientales	si	5

Fuente: Luis Sequera (2020)

5 = Totalmente

4 = En gran medida

3 = Medianamente

2 = Casi Nada

1 = Nada

Dando como resultado 4,2 en su total se puede decir que es en gran medida factible.

Cuadro 3: Cuadro mantenimiento.

Tipo	Producto	Mantenimiento	Cambio
Filtros	Plénium DIF-BOX 6/12	6 meses	-
	HFDA H-13	3 meses	6 meses
Ventilación	CL/PLUS	6 meses	-
Iluminación	LED TUT810ST2860LA	6 meses	-
Calentador	Resistencia de hoja de la serie RA	6 meses	-

Fuente: Luis Sequera (2020)

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación diseño cabina-horno de pintura para automóvil liviano usando resistencias eléctricas para la empresa MotorTren ca. se realizó satisfactoriamente llegando a la conclusión:

De la búsqueda de información relacionada al diseño de la cabina de pintura se obtuvo información bibliográfica y de trabajos anteriores, para poder sacar datos importantes como temperatura de trabajo y velocidad del fluido, pero no se consiguió pruebas ni ensayos termodinámicos de las características de la cabina.

El software de solidword2016 usado en el desarrollo de esta investigación cumplió satisfactoriamente con la demanda del modelo ya que es una herramienta especializada en el dibujo en 3D.

El software SimsCale Workbench cuenta con las características especiales para el estudio del CFD de espacios interiores. También teniendo la herramienta de mayas y nodos.

Los resultados obtenidos mediante el software, estuvieron en el rango de resultados acorde, esto quiere decir que las dimensiones, materiales y partes específicas como calentador, filtros y ventilación son las ideales para este tipo de cabina

RECOMENDACIONES

No se debe manipular el circuito eléctrico del calentador esto produciría el mal funcionamiento de todo el sistema de calefacción en la cámara de pintura.

Se recomienda que los filtros no deben ser mojados y tendrá un tiempo de uso de 1200 a 2100 horas.

Se recomienda capacitar al personal, para la utilización de la cabina ya que contiene componentes eléctricos importantes y delicados.

Se recomienda cerrar las puertas en los procesos de pintura, secado y descontaminación, para que el flujo de aire no se altere.

Se recomienda no usar carros mayores dimensiones (micro bus – autobuses, gandolas entre otros ya que no tendrán un espacio adecuado para la circulación del aire.

Hacer mantenimientos al sistema de calentamiento 6 meses, revisando las instalaciones eléctricas.

BIBLIOGRAFIA

- Arias, F (2012) **El proyecto de la investigación**. (6ª ed.). Editorial Episteme, C.A. Caracas Venezuela.
- Cengel, Y. (2007), **Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico**. (3ª ed.). México D.F: Editorial McGraw Hill Education.
- Cevallos, C. (2016) en el trabajo titulado “**Estudio para modificar la fuente de calor en una cabina de pintura, cambio del calentador con quemador a diésel a resistencias eléctricas.**” Equinoccial, Ecuador.
- Electricfor, S.A (2019), **Desde 1918 ofreciendo soluciones electrotérmicas**. Rubí, Barcelona. España [En línea] Disponible en:
<https://www.electricfor.es/es/333184/Resistencias-para-calentamiento-aire.htm>
- Fernández Diez, P (2017) **Tabla de propiedades de los materiales y térmicas**. [En línea] Disponible en:
<http://files.pfernandezdiez.es/IngenieriaTermica/Tablas/PDFs/Tablas.pdf>
- García, R (2018) **Ingeniero marino**. [En línea] Disponible en:
https://ingenieromarino.com/intercambiadores-de-calor/#.XYJFE_n0nIV
- Hugh, Y. y Freedman, R. (2009), **Física universitaria volumen 1**. (12ª ed.). México, Editorial Pearson educación.
- Midan J y Toapanta M (2013), en el trabajo titulado “**Diseñar y construir una cámara de pintura automotriz y secado funcional que servirá como material didáctico para su demostración práctica, en las instalaciones de la Universidad técnica del Norte además elaborar las guías de uso y mantenimiento para su aplicación**” Ibarra, Ecuador
- Rivero, J. (2018), en el trabajo titulado “**Diseño de una cabina de pinturas para puertas grandes dimensiones**” España,
- SimsCale Workbench (2012) **Desde el 2012 ofreciéndose como herramienta de simulación**, Nueva York, Estados Unidos de América [En línea] Disponible en:
<https://www.simscale.com/workbench/>

Tamayo y Tamayo, Mario. **El Proceso de la Investigación científica**. Editorial Limusa S.A. México.1997.

Salazar, R. (2017) en el trabajo titulado **“Diseño y construcción de una cámara de secado de pintura express para piezas automotrices para el mejoramiento de la productividad de la empresa fixauto de la ciudad de Ambato”**
Ambato, Ecuador

ANEXOS

BIOMAT IBERICA



Desde **Biomat Ibérica**, como profesionales del mundo de la construcción, llevamos años seleccionando y asesorando en soluciones técnicas y sistemas basados en materiales ecológicos y tradicionales.

Cuestiones a las que normalmente no damos importancia cuando nos decidimos a comprar una vivienda o a construirla por nuestra cuenta pueden ser fundamentales: la orientación del edificio, los materiales con los que está construido, la utilización de sistemas de energía alternativos y de medidas para ahorrar agua, la creación de jardines y huertos sostenibles...

En Europa es cada vez más habitual que las casas se construyan teniendo en cuenta estos criterios basados en la arquitectura bioclimática. En nuestro país comienzan a hacerse un hueco, y afortunadamente la legislación obliga a aplicar alguna de estas medidas en la construcción de nuevas viviendas. Y para que este objetivo se cumpla, la vivienda debe cumplir ciertos requisitos, es decir, integrar las técnicas, materiales y avances científicos, pero sin olvidarse de las personas que la ocupan. Aquí tienes unas claves para que construyas o adaptes la que tienes.

- **Enplazamiento:** se deben evitar zonas industriales y ruidosas, y líneas de alta tensión. Definir la orientación de la casa en función de la localización geográfica y radiación solar.
- **Revestimiento exterior:** ladrillos cerámicos, piedra, madera, adobe y morteros de cal.
- **Energías renovables:** placas solares fotovoltaicas y aerogeneradores para producir electricidad. También se emplean colectores solares térmicos para calentar el agua, biomasa y geotermia.
- **Abastecimiento de agua:** se pueden instalar depósitos de agua para el aprovechamiento del agua de lluvia y depuración de aguas grises para su posterior uso en el riego. Sistemas economizadores del consumo de agua en grifos, duchas, cisternas...
- **Aislamientos:** hay que prestar atención a la respiración de la casa por las paredes y techos, evitando aislantes de poro cerrado y pinturas plásticas. **Fibras de madera, celulosa y corcho** son una buena opción además de transpirables, reguladores de humedad, aíslan del frío y calor, y cumplen con los máximos parámetros de calidad, además de ser inofensivos para la salud durante y después de su vida útil. Imprescindible la colocación de **Barreras de Vapor** y **Láminas impermeables**.

Usuario

Contraseña

[Registrarme ahora →](#)
[Olvidé mi contraseña ↻](#)

Aislamientos

[Fibra de Madera](#)
[Corcho](#)

[Fibras Textiles](#)

[Celulosa](#)
[Lino](#)
[Granulados](#)
[Sombra y Ocultación](#)

[Impermeabilización y Láminas Transpirables](#)

[Todos los productos](#)
[Productos más vendidos](#)

 <p> Geopanel Pyl 1250x600x40 mm - 12 placas p... </p> <p> 60,11€ <input type="button" value="COMPRAR"/> </p>	 <p> Geopanel Super Pyl 1250x600x40 mm - 12 pl... </p> <p> 68,04€ <input type="button" value="COMPRAR"/> </p>
--	--

Biomat Me gusta 201 Ofertas 3 Tiene 1 artículo en la cesta Castellano Francés

INICIO **TIENDA** BIOMAT FAQS NOTICIAS CONTACTO

[Inicio](#) > [Tienda](#) > [Aislamientos](#) > [Fibras Textiles](#)

Usuario

Contraseña

Regístrate ahora +
Olvidé mi contraseña

Aislamientos

Fibra de Madera

Corcho

Fibras Textiles

Celulosa

Lino

Gránulados

Sombra y Ocultación

Impermeabilización y Láminas Transpirables

Tratamientos y Color para Maderas

Cal hidráulica Natural

Pintura a la Cal

Morteros y Adhesivos

Madera

Geopanel Pyl

1250x600x40 mm - 12 placas por paquete

60,11 €

5 paquetes
45,00 m²
1 paquete contiene 12 placas

Algodón regenerado aglomerado con fibras termofusibles. Color gris azulado. Excelentes valores acústicos.

(*) Este producto tendrá gastos de envío adicionales.

Descripción Facebook Twitter LinkedIn Google+

Aplicaciones: sobre cubierta entre rastreles, bajo cubierta, en aislamiento interior y trasdosados. Diseñado especialmente para tabiquería en yeso y particiones interiores verticales separativas.

- Espesor nominal: 40 mm ± 15 %
- Densidad: 30 kg/m³ ± 15 %
- Reacción al fuego: F
- Conductividad térmica (λ₁₀): 0,034 W/m·K
- Resistencia térmica: 1,178 m²/K/W
- Tolerancia largo: ± 2 %
- Tolerancia ancho: ± 1,5 %
- Resistencia a la tracción paralela: 10 kPa
- Resistencia biológica: Sin crecimiento (L0)
- Estabilidad dimensional: DS (70,-) 3 / DS (70,90) 3
- Absorción de agua: 6 kg/m²
- Permeabilidad al vapor de agua (μ): 1 a 4

Biomat Ofertas 3 Tiene 0 artículos en la cesta Castellano Francés

INICIO **TIENDA** BIOMAT FAQS NOTICIAS CONTACTO

[Inicio](#) > [Tienda](#) > [Aislamientos](#) > [Fibra de Madera](#)

Usuario

Contraseña

Regístrate ahora +
Olvidé mi contraseña

Aislamientos

Fibra de Madera

Corcho

Fibras Textiles

Celulosa









Lino

Gránulados

Sombra y Ocultación

Impermeabilización y Láminas Transpirables

Todos los productos **Ofertas** Productos más vendidos

 <p>STEICOflex 1220x600x40 mm - 10 placas por p...</p> <p>37,20€ <input type="button" value="SELECCIONAR"/></p>	 <p>STEICOthem 1350x600x40 mm</p> <p>8,71€ <input type="button" value="SELECCIONAR"/></p>	 <p>STEICOuniversal 2500x600x22 mm</p> <p>10,18€ <input type="button" value="SELECCIONAR"/></p>	 <p>STEICOintegral 1880x600x40 mm</p> <p>14,80€ <input type="button" value="SELECCIONAR"/></p>
 <p>Descuento 25% STEICOspecial</p>	 <p>STEICOunderfloor 790x590x5 mm - 15 placas p...</p>	 <p>Descuento 25 % STEICOcorel</p>	 <p>Descuento 35% STEICOfloor</p>

Usuario

Contraseña

Entrar

Regístrate ahora >
Olvidé mi contraseña >

Aislamientos

Fibra de Madera

Corcho

Fibras Textiles

Celulosa

Lino

Granulados

Sombra y Ocultación

Impermeabilización y Láminas Transpirables

Tratamientos y Color para Maderas

Cal Hidráulica Natural

Pintura a la Cal

Morteros y Adhesivos

Madera

STEICOtherm

1350x600x40 mm



9,99 € **8,71 €**

OFERTA

Descuento 10%

12 placas
9,72 m²
1 placa contiene 0,81 m²

Comprar Seleccionar

- * Un edificio bien aislado consume menos energía pues conserva mejor la temperatura en su interior.
- * Aislar térmicamente una vivienda consiste en lograr que sus elementos en contacto con el exterior aumenten su resistencia al paso del calor, lo que se consigue incorporando materiales aislantes en: muros exteriores, cubiertas, suelos, tabiques y huecos.

(* Este producto tendrá gastos de envíos adicionales.

Descripción Documentación **Productos recomendados**



- Aislamiento térmico de alta densidad.
- Para aplicaciones en grandes superficies, muros y tejados.
- Posible uso bajo capa de revestimiento.

DIMENSIONES

- **Espesor (mm):** 20 a 160
- **Largura (mm):** 1350
- **Anchura (mm):** 600

PROPIEDADES:

- **Coefficiente de conductividad térmica AD [W / (m * K)]:** 0.040
- **Resistencia a la compresión garantizada [kPa]:** 50
- **Densidad [kg/m3]:** 160
- **Impedancia acústica [kPa * s / m²]:** 100
- **Comportamiento al fuego según EN 135 01-1:** E





Catálogo general

Soluciones y proyectos de iluminación LED eficientes



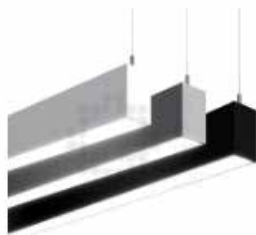
**TIRA DE LED
DECORATIVA Y
NAVIDAD – TI-
NASTCR**



**TUBO LED
ALUMINIO –
TUT8/ST28**



**TUBO LED 140
LM/W –
TUT8/STPH/L**



**LINEAL LED
INTERCONECTABLE
SUSPENSIÓN –
PT/SA5075**



**TUBO LED PARA
CABINA DE
PINTURA**

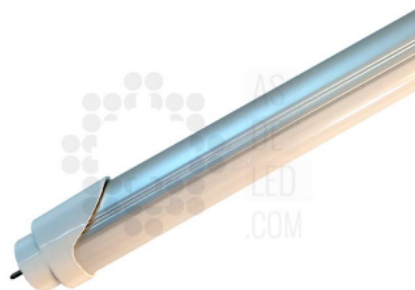


**LUMINARIA LED
T5 DOBLE –
PT5/ST30/LY**

← 1 2 3 4 5 →

TUBO LED PARA CABINA DE PINTURA

INICIO / TUBOS LED / GAMA T8 / TUBO LED PARA CABINA DE PINTURA



Presentamos nuestra solución exclusiva para **iluminación LED de cabinas de pintura**. A través de nuestros **tubos de LED para cabina**, podrás sustituir tus actuales tubos fluorescentes por unos de LED, con tonalidad de luz **5000K exclusiva para cabina de pintura**, y alimentados a través de driver externo AGT de máximo rendimiento, capaces de soportar temperaturas superiores a los 70°C.

Estos tubos para cabina, se fabrican en las **4 medidas estándar** y con potencia de hasta 30W, con una eficiencia de **110 Lm/W**. **Garantía de 5 años**.

Modelos	TUT810ST2860LA, TUT818ST2890LA, TUT824ST28120LA, TUT830ST28150LA
Casquillo	<u>G13</u>
Potencia LED	<u>10W, 18W, 24W, 30W</u>
V entrada	230VAC
Color (CCT)	<u>Blanco frío 5000-5500K</u>
Medidas	60 cm, 90 cm, 120cm, 150 cm x 26 mm
Luminosidad	Consultar ficha técnica
Tª trabajo	-35°C hasta 75°C
Ángulo luz	<u>140°</u>
Vida útil	Cálculo L70 (105°C, 60mA), >30.000 horas
Garantía	5 años
Alimentación	Driver externo AGT (1 driver para 2 tubos LED)
Certificados	CE, RoHS, TÜV



Buscar por palabra clave o nº de ref.



Buscar por

N° ref. fabric.



Iniciar sesión ▶

Registrarse ▶

Todos los productos ▼

Fabricantes ▼

Novedades

Mi cuenta RS ▼

[Página Principal](#) <

[Automatización y Control de Procesos](#) <

[Control de Temperatura](#) <

[Calentadores de Aire](#)

Calentadores de Aire

En RS Componentes garantizamos que cuando nuestros clientes realizan sus pedidos online, están comprando productos de la más alta calidad y que cumplen con las normas de seguridad pertinentes. Hemos construido nuestra reputación sobre nuestro servicio al cliente. Todas nuestras gamas de componentes de Calentadores de Aire y otros productos de Control.

[Read more](#) ▼

11 Products

Aplicar filtros

Filtros

Fabricante ▶

Temperatura de Pico ▶

Popular en la categoría de calentadores de aire



Calentador de aire RS
PRO, 240 V ac, 400 W,
temperatura máx. +500°C

60,33 €

Añadir



Calentador de aletas Acim
Jouanin RA 4060 1000, 230
V ac, 1 kW, temperatura
máx. +200°C

53,13 €











Añadir

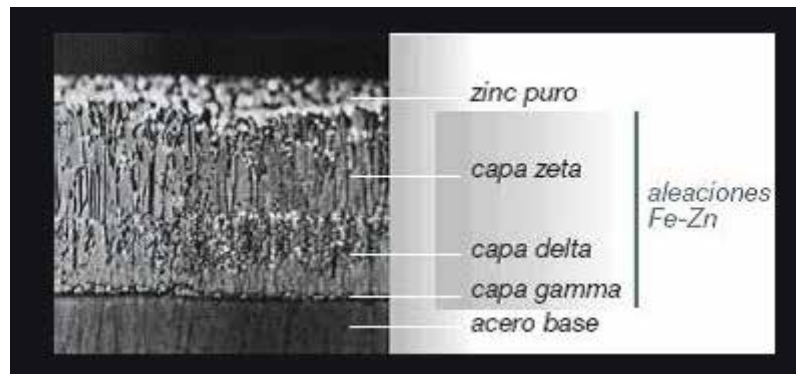
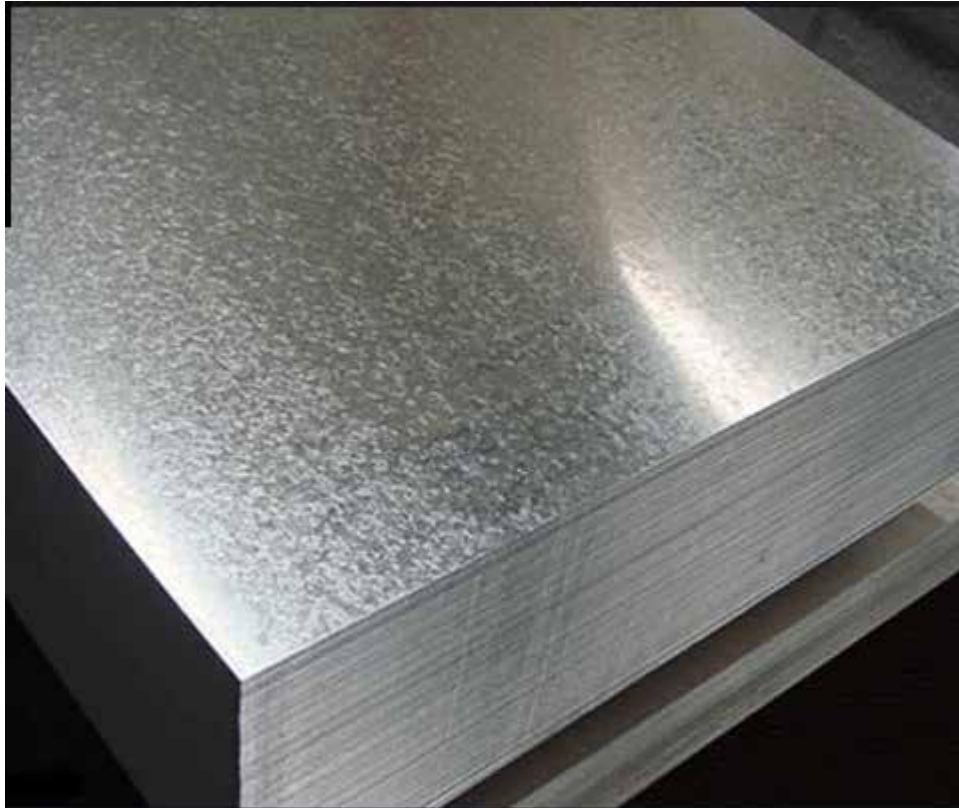


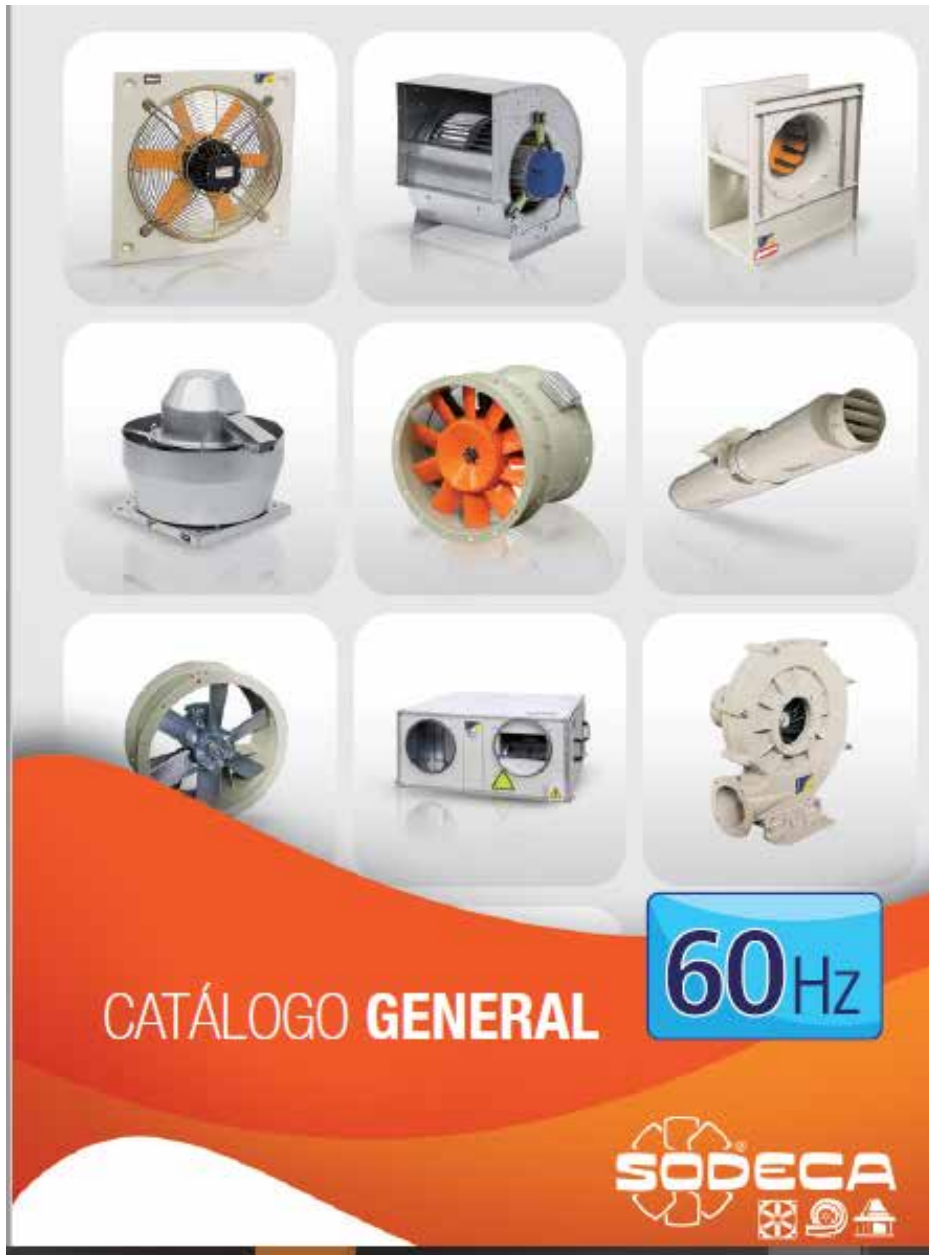
Calentador de aire RS
PRO, 240 V ac, 600 W,
temperatura máx. +500°C

45,03 €

Añadir

Descripción	Calentador de aletas Acim Jouanin RA 2652 200, 230 V ac, 200 W, temperatura máx. +200°C	Calentador de aletas Acim Jouanin RA 2652 750, 230 V ac, 750 W, temperatura máx. +200°C	Calentador de aletas Acim Jouanin RA 4080 1000, 230 V ac, 1 kW, temperatura máx. +200°C	Calentador de aire RS PRO, 240 V ac, 400 W, temperatura máx. 500°C	Calentador de aire RS PRO, 240 V ac, 600 W, temperatura máx. +500°C
					
	374-2296	374-2303	374-2319	860-7185	860-7198
Fabricante	Acim Jouanin	Acim Jouanin	Acim Jouanin	RS PRO	RS PRO
Referencia de fabricante	RA 2652 200	RA 2652 750	RA 4080 1000	-	-
Info. téc.					
Longitud Total	200mm	370mm	325mm	5plg	5plg
Tensión de Alimentación	230 V ac	230 V ac	230 V ac	240 V ac	240 V ac
Temperatura de Pico	+200°C	+200°C	+200°C	500°C	+500°C
Potencia Nominal	200 W	750 W	1 kW	400 W	600 W
Longitud de cable	-	-	-	10plg	10plg
Categoría	Calentadores de Aire	Calentadores de Aire	Calentadores de Aire	Calentadores de Aire	Calentadores de Aire
Código RS	374-2296	374-2303	374-2319	860-7185	860-7198
Disponibilidad	✓ Disponible para entrega en 24/48 horas	✓ Disponible para entrega en 24/48 horas	✓ Disponible para entrega en 24/48 horas	✓ Disponible para entrega en 2 día(s) laborable(s).	✓ Disponible para entrega en 2 día(s) laborable(s).
Precio	Unidad Cantidad Precio Unitario 1 30,43 €	Unidad Cantidad Precio Unitario 1 34,55 €	Unidad Cantidad Precio Unitario 1 53,13 €	Unidad Cantidad Precio Unitario 1 45,03 €	Unidad Cantidad Precio Unitario 1 45,03 €
Cantidad	<input type="text" value="1"/> Añadir Disponibilidad de stock	<input type="text" value="1"/> Añadir Disponibilidad de stock	<input type="text" value="1"/> Añadir Disponibilidad de stock	<input type="text" value="1"/> Añadir Disponibilidad de stock	<input type="text" value="1"/> Añadir Disponibilidad de stock





60Hz

CL CL/PLUS



CL CL/PLUS

CL: Extractores en línea para conductos rectangulares de bajo perfil, con tapa de inspección para facilitar la limpieza
CL/PLUS: Extractores en línea para conductos rectangulares con aislamiento de 50 mm.

Ventilador:

- Envoltente en chapa de acero galvanizado
- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado
- Caja de conexión en el exterior, ignífuga V0 y protección IP-55



CL



CL/PLUS

Motor:

- Motores eficiencia IE-2, excepto en potencias inferiores a 0,75 kw en motores monofásico y en motores de 2 velocidades
- Motores de rotor exterior clase F, con rodamientos a bolas, protección IP-54
- Monofásicos 220V. 60Hz., y trifásicos 220/380V. 60Hz.
- Temperatura de trabajo: -20°C +50°C

Acabado:

- Anticorrosivo en chapa de acero galvanizado

Código de pedido

CL — 250 — 4T — 60Hz

CL: Extractores en línea para conductos rectangulares de bajo perfil

CL/PLUS: Extractores en línea para conductos rectangulares, con aislamiento de 50 mm.

Tamaño turbina

Número de polos motor

4=1860 r/min. 60 Hz
6=1080 r/min. 60 Hz
8=900 r/min. 60 Hz

T=Trifásico
M=Monofásico

Características técnicas

60Hz

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)		Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión (1) sonora irradiada a 2/3 de Qmax dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		220V	380V				
CL-200-4T	1524	0,94	0,54	0,12	1150	52	11
CL-200-4M	1380	0,68		0,08	860	51	11
CL-225-4T	1452	1,42	0,82	0,3	1700	53	17
CL-225-4M	1512	1,9		0,24	1670	53	18
CL-225-6T	864	0,73	0,42	0,08	1070	45	16
CL-225-6M	972	0,75		0,08	1080	45	16
CL-250-4T	1548	2,56	1,48	0,55	2650	55	21
CL-250-4M	1608	3,1		0,5	2350	54	23
CL-250-6T	1050	1,11	0,64	0,15	1630	49	19
CL-250-6M	1080	1,3		0,15	1500	48	21
CL-280-4T	1596	4,05	2,34	0,85	3100	60	30
CL-280-6T	964	1,42	0,82	0,2	2010	52	27
CL-280-6M	852	2,1		0,24	2120	53	28
CL-315-4T	1656	7,01	4,05	1,8	4160	65	44
CL-315-6T	1020	2,46	1,42	0,37	2820	54	34
CL-315-6M	1032	3,15		0,37	2780	54	34
CL-355-6T	1008	4,54	2,62	0,85	4200	58	46
CL-355-6M	1068	6,2		0,8	4070	58	53
CL-355-8T	744	2,15	1,24	0,37	3030	50	43
CL-400-6T	1056	7,88	4,55	1,7	7120	63	71
CL-400-8T	744	3,87	2,12	0,7	5020	55	66
CL-450-6T	1056	12,47	7,2	2,9	8900	64	94
CL-450-8T	816	7,38	4,26	1,3	7440	58	85

(1) Los niveles sonoros, son presiones dB(A) irradiadas medidas a 1mts. en campo libre.

Características técnicas

Modelo	Velocidad (r/min)	Intensidad máxima admisible (A)		Potencia absorbida (kW)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión (1) sonora aspiración a 1/3 de Qmax dB(A)	Peso aprox. (Kg)
		220V	380V				
CL/PLUS-200-4M	1416	1,8		0,36	1100	36	21
CL/PLUS-225-4M	1500	2,3		0,51	1650	38	23
CL/PLUS-250-4M	1428	3		0,69	1900	42	28
CL/PLUS-280-4M	1452	5,1		1,15	2900	47	37
CL/PLUS-315-4T	1560		4,1	2,5	5050	52	47
CL/PLUS-355-4T	1584		6	3,7	6300	58	78
CL/PLUS-400-4T	1596		8,1	5	7100	61	99
CL/PLUS-400-6T	996		4,9	2,7	7050	50,8	59
CL/PLUS-450-4T	1596		8,1	5	7200	62	111
CL/PLUS-450-6T	996		4,9	2,7	7800	51,8	60

(1) Los niveles sonoros, son presiones dB(A) en aspiración medidas a 1mts. en campo libre.

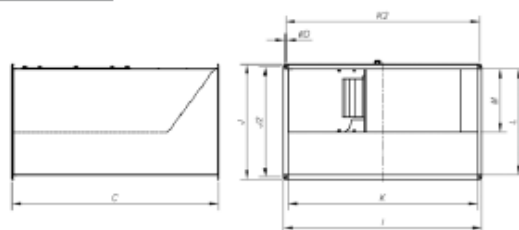
Características acústicas

Espectro de potencia sonora Lw(A) en dB(A) por banda de frecuencia en Hz

Modelo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Modelo	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
200-4	44	49	52	53	55	52	48	42	CL/PLUS-200-4M	20	22	31	37	40	37	35	35
225-4	45	50	53	54	56	53	49	43	CL/PLUS-225-4M	29	27	33	43	44	38	42	40
225-6	38	43	46	47	47	44	40	34	CL/PLUS-250-4M	34	33	37	43	44	39	39	35
250-4	47	52	55	56	58	55	51	45	CL/PLUS-280-4M	44	37	41	44	46	44	41	40
250-6	42	47	50	51	51	48	44	38	CL/PLUS-315-4T	38	41	40	47	53	48	48	47
280-4	52	57	60	61	63	60	56	50	CL/PLUS-355-4T	41	41	49	55	58	54	52	51
280-6	45	50	53	54	54	51	47	41	CL/PLUS-400-4T	47	48	50	56	63	58	53	53
315-4	57	62	65	66	68	65	61	55	CL/PLUS-400-6T	37	38	40	46	53	48	43	43
315-6	47	52	55	56	56	53	49	43	CL/PLUS-450-4T	45	49	51	59	63	58	53	53
355-6	51	56	59	60	60	57	53	47	CL/PLUS-450-6T	35	39	41	49	53	48	43	43
355-8	43	48	50	53	51	48	44	39									
400-6	56	61	64	65	65	62	58	52									
400-8	48	53	55	56	56	53	49	44									
450-6	57	62	65	66	66	63	59	53									
450-8	51	56	58	61	59	56	52	47									

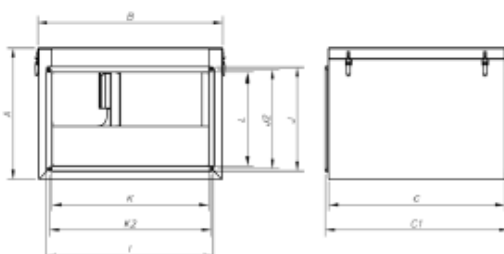
Dimensiones mm

CL



Modelo	C	eD	I	J	J2	K	K2	L	M
CL-200	450	e9	440	240	220	400	420	200	115
CL-225	530	e9	540	290	270	500	520	250	142
CL-250	560	e9	540	340	320	500	520	300	155
CL-280	640	e9	640	340	320	600	620	300	165
CL-315	700	e9	640	390	370	600	620	350	175
CL-355	780	e9	470	440	420	700	720	400	202
CL-400	880	e9	840	540	520	800	820	500	285
CL-450	980	e9	1040	540	520	1000	1020	500	300

CL/PLUS



Modelo	A	B	C	C1	I	J	J2	K	K2	L
CL/PLUS-200	338	507	417	445	440	240	220	400	420	200
CL/PLUS-225	393	605	502	530	540	290	270	500	520	250
CL/PLUS-250	443	605	532	560	540	340	320	500	520	300
CL/PLUS-280	443	705	612	640	640	340	320	600	620	300
CL/PLUS-315	493	705	672	700	640	390	370	600	620	350
CL/PLUS-355	562	811	752	780	740	440	420	700	720	400
CL/PLUS-400	662	911	852	880	840	540	520	800	820	500
CL/PLUS-450	662	1110	952	980	1040	540	520	1000	1020	600

60Hz

CL CL/PLUS



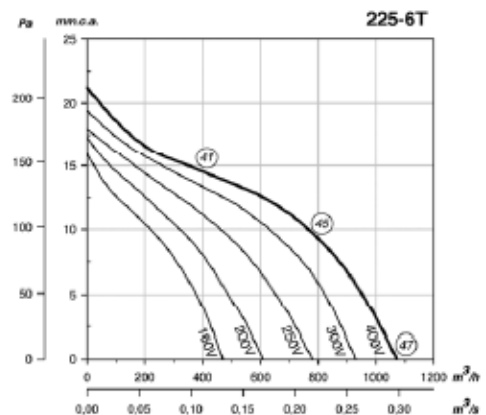
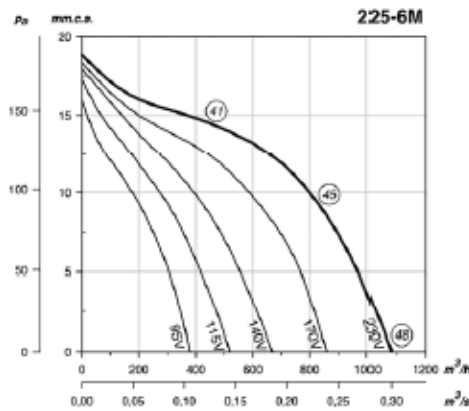
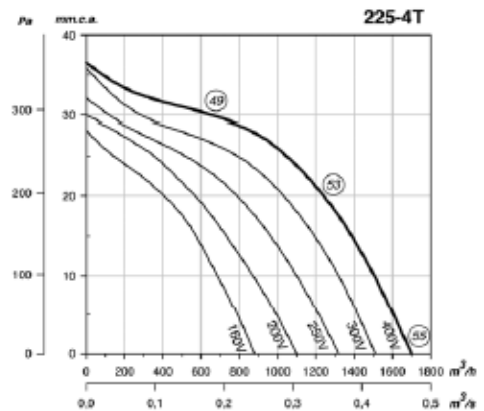
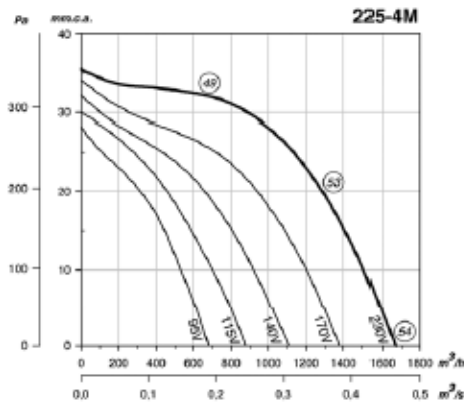
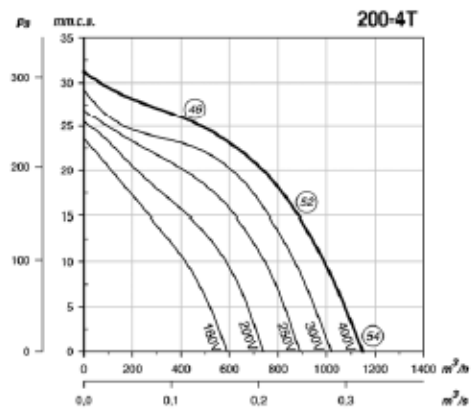
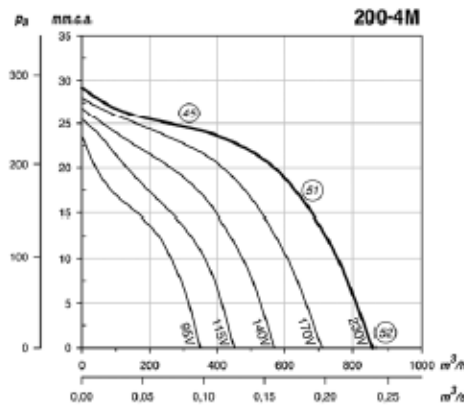
Curvas Características

Q= Caudal en m³/h y m³/s

Pe= Presión estática en mm.c.a. y Pa

Los niveles sonoros indicados en las curvas, con presiones irradiadas medidas a 1 mts. en campo libre.

CL



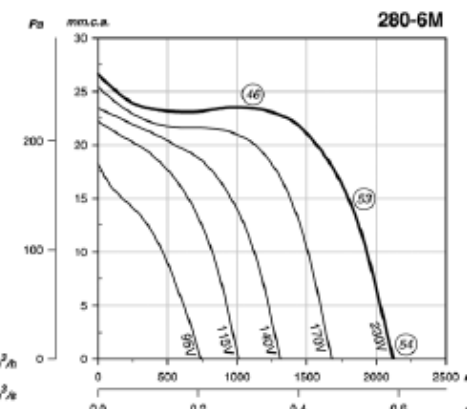
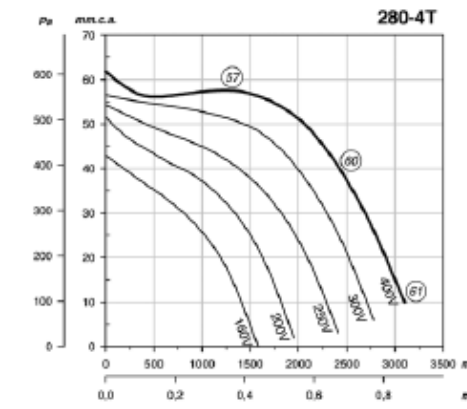
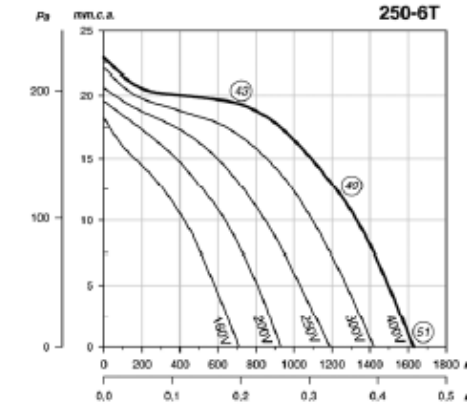
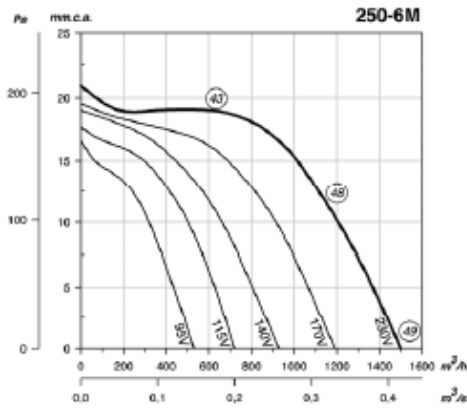
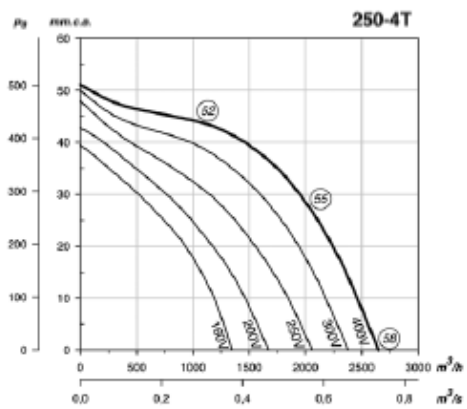
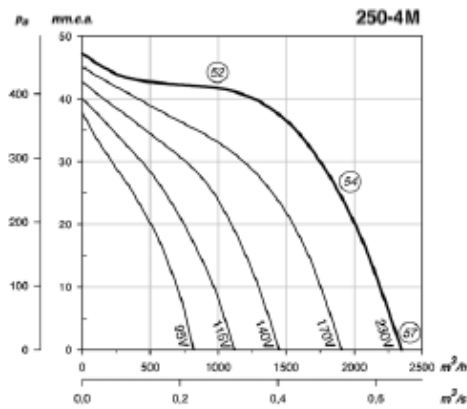
Curvas Características

Q= Caudal en m³/h y m³/s

Pe= Presión estática en mm.c.a. y Pa

Los niveles sonoros indicados en las curvas, son presiones irradiadas medidas a 1 mts. en campo libre.

CL



60Hz

CL CL/PLUS

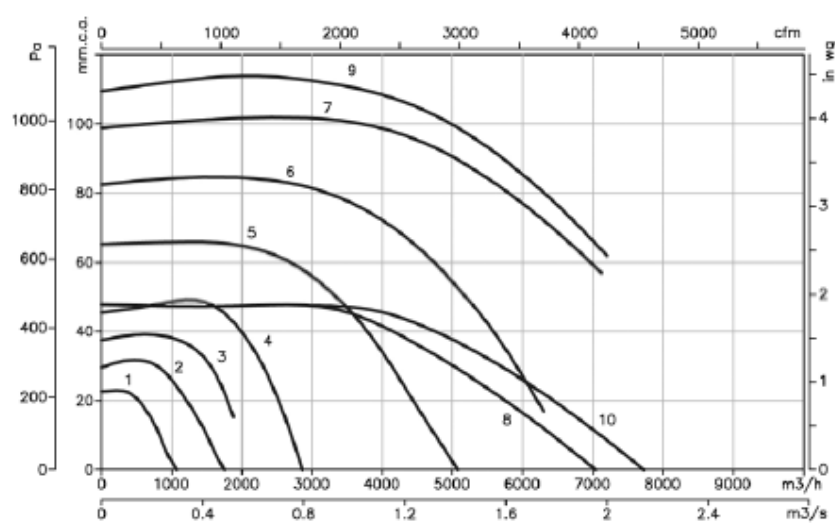


Curvas Características

Q= Caudal en m³/h y m³/s

Pe= Presión estática en mm.c.a. y Pa

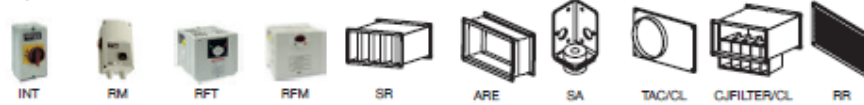
CL/PLUS

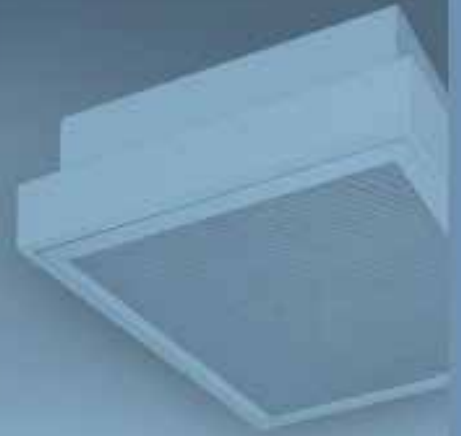


- 1. CL/PLUS-200-4M
- 2. CL/PLUS-225-4M
- 3. CL/PLUS-250-4M
- 4. CL/PLUS-280-4M
- 5. CL/PLUS-315-4T
- 6. CL/PLUS-355-4T
- 7. CL/PLUS-400-4T
- 8. CL/PLUS-400-6T
- 9. CL/PLUS-450-4T
- 10. CL/PLUS-450-6T

Accesorios

Ver apartado accesorios.






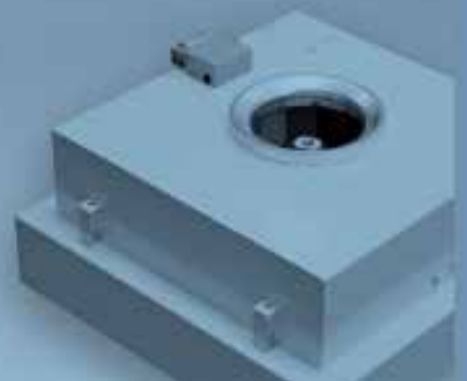
Dif-Vent[®]

Dif-Box[®]

Unidades de Filtración
Filtration Units



**ENERGY SAVING
TECHNOLOGIES** 

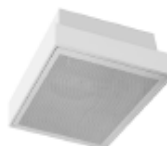


Descripción general

Una completa gama de unidades de filtración, ligeras, versátiles y fáciles de instalar que proporcionan un ambiente localizado libre de partículas exactamente allí donde se necesita. Incrementan la clase de áreas concretas dentro de una sala limpia. Instaladas dentro de cortinas de vinilo transparente, sectorizan y aíslan la zona de trabajo de la contaminación externa.

Overview

A complete range of filtration units, lightweight, versatile and easy to install providing a localized particle free environment where needed. Appropriate to increase the concrete areas inside a clean room. When installed inside vinyl transparent curtains, it divides and insulates the working area of the external pollution.



Caja filtración

Mueble de alta resistencia, preparado para instalación suspendida. Es fácilmente adaptable a todo tipo de falso techo.

Casing

Furniture high-strength, ready for hanging mounting. It is easily adaptable to all types of false ceiling.

Los equipos Dif-Vent están formados por un plenum de acero galvanizado con una reja ecualizadora especial para flujo laminar y totalmente extraíble para facilitar los cambios de filtro. Ambos elementos se suministran lacados en blanco. Bajo pedido pueden fabricarse equipos en acero inoxidable (AISI 304).

Dif-Vent models are made of electro galvanized steel casings, optionally in stainless steel (AISI 304) with a lacquered equalizer grid with special perforations for laminar flow. Fully removable grille for easy filter changes.

Los equipos Dif-Box están contruidos con un chasis de poliestireno antichoque resistente a los rayos UVA con marco de aluminio y reja ecualizadora lacada en blanco y abatible para facilitar los cambios periódicos de filtro. Bajo pedido pueden fabricarse en otros colores y acabados.



Dif-Box units are made of shockproof polystyrene UV resistant and a frame made of aluminium profile, lacquered white RAL 9016. Other colours and finishes are optional. Have a lacquered equalizer grid with special perforations for laminar flow. Reclining grid make easier the filters replacement.

Motores de rotor exterior EC

Los equipos Dif-Vent van equipados con moto-ventiladores del tipo a reacción, con palas hacia atrás, de alta eficiencia y bajo consumo, con motor de rotor externo EC. El conjunto está equilibrado estática y dinámicamente hasta Q=2,5. Estos motores presentan numerosas ventajas sobre los motores convencionales:

EC External rotor motors

Dif-Vent units are equipped with EC external rotor motor fans, backward wheel with high efficiency and minimum consumption. The fan is balanced dynamically and statically according to DIN/ISO1940 quality G2,5.

- Mayor esperanza de vida
- Diseño compacto
- Turbina y motor montados y equilibrados conjuntamente



They have many advantages over conventional motors:

- Increased life expectancy
- Compact design
- Impeller and motor mounted and balanced together

La tecnología EC se resume en motores de rotor exterior con conmutación electrónica, de imanes permanentes, sin escobillas y controlados por un microprocesador que dirige su rotación.

EC technology is resumed in external rotor motors with electronic commutation, permanent magnet, brushless and controlled by a microprocessor that runs its rotation.

En comparación con los motores estándar de corriente alterna, los motores EC trabajan independientemente de la tensión o frecuencia de alimentación.

Compared with standard AC motors, the brushless DC motors operate independently of the supply voltage or frequency.

Su velocidad máxima de rotación sólo está limitada por la potencia del motor.

Its maximum rotation speed is only limited by motor power.

La electrónica de los motores EC permite un control directo mediante una señal 0-10VDC. Los motores disponen de una señal de salida de 10VDC, así como salida de tacómetro.

The EC motors allows direct control by a signal 0-10VDC.

The motors have a 10VDC output signal and tachymeter output.

Todas estas características se resumen en las siguientes ventajas:

All these characteristics are summarized in the following advantages:

- Elevada eficiencia que permite ahorrar hasta un 70% de energía
- Facilidad de control con señal 0-10V



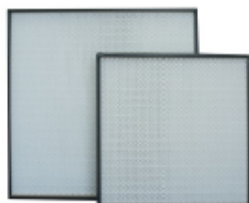
- High efficiency saving up to 70% of energy.
- Easy control by 0-10V signal

Filtros

Filtros absolutos HEPA y ULPA tipo minipleat con marco de aluminio con junta de Poliuretano o de Gel integrada en el marco de aluminio y doble reja de protección, con una eficiencia del 99,995% E%@MPPS (Clase EN1822 H-14). Opcionalmente se pueden instalar filtros de eficacia superior, hasta 99,999995% E%@MPPS (Clase EN1822 U-17).

Filters

Absolute filters HEPA and ULPA minipleat type with aluminum frame with Gel or Polyurethane gasket integrated in the aluminum frame and double protection grid, with an efficiency of 99.995% E%@MPPS (EN1822 Class H-14). Optionally there can be installed higher efficiency filters, till 99.999995% E%@MPPS (EN1822 Class U-17).


Clasificación de filtros / Filter classification

EN 1822		VALOR INTEGRAL MPPS INTEGRAL VALUE MPPS		VALOR LOCAL MPPS LOCAL VALUE MPPS	
Grupo de filtro Filter group	Clase de filtro Filter class	Eficacia % Efficiency %	Penetra. % Penetra. %	Eficacia Local % Local efficiency %	Penetra. % Penetra. %
HEPA (H)	H-10	85	15	-	-
	H-11	95	5	-	-
	H-12	99,5	0,5	97,5	2,5
	H-13	99,95	0,05	99,75	0,25
	H-14	99,995	0,005	99,975	0,025
ULPA (U)	U-15	99,9995	0,0005	99,9975	0,0025
	U-16	99,99995	0,00005	99,99975	0,00025
	U-17	99,999995	0,000005	99,9999	0,0001

Nomenclatura técnica / Technical formular		
	Concepto / Designation	Unidad Unit
U	Tensión de alimentación Rated voltage	V / Hz
P ₁	Potencia nominal Rated motor power	kW
I _N	Amperaje nominal Rated current	A
n	Revoluciones máximas Fan speed	min ⁻¹ / rpm

Nomenclatura datos técnicos / Technical data nomenclature

Modelo / Type : Dif-Vent EC 6/6						
(1)	U	(2)	230V(50Hz)	ΔI	(8)	- %
	P ₁	(3)	0.155 kW	I _A / I _N	(9)	-
	I _N	(4)	0.7 A	⚠	(10)	IP44
	n	(5)	2780 min ⁻¹	⚖	(11)	23 kg
	t _h	(6)	50 °C	ErP ₂₀₁₃	(12)	OK
	Δp _{h min.}	(7)	- Pa	ErP ₂₀₁₅	(13)	OK

- 1 Modelo / Type
- 2 Tensión de alimentación / Rated voltage
- 3 Potencia nominal / Rated motor power
- 4 Amperaje nominal / Rated current
- 5 Revoluciones máximas / Fan speed
- 6 Temperatura máxima de trabajo / Max. permissible air temperature
- 7 Presión mínima de trabajo / Min. required counter pressure
- 8 Incremento máximo de consumo / Current increase in partial voltage area
- 9 Cociente de intensidad de arranque e intensidad nominal / Ratio of starting current to rated current
- 10 Protección del motor / Motor protection class
- 11 Peso del equipo / Weight
- 12 ErP 2013 / ErP2013
- 13 ErP 2015 / ErP2015



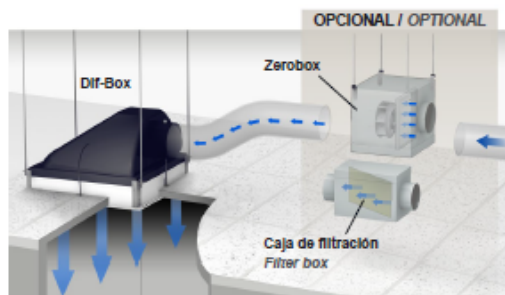
- Marco de aluminio y plénum de poliestireno, apto para instalación suspendida o adaptable a falsos techos en sistema „T“
- Entrada de aire circular con compuerta de regulación opcional
- Dos tomas para control de presión diferencial y test DOP
- Difusor lacado en blanco con perforaciones especiales para flujo laminar
- Difusor rotacional en opción
- Preparado para alojar filtros absolutos HEPA y ULPA tipo minipleat

- Aluminium frame and polystyrene plenum, suitable for hanging installation adaptable to false ceilings in „T“ system
- Circular inlet with optional regulation damper
- Two pressure nozzle to control differential pressure and DOP test
- Lacquered white diffuser with special perforations for laminar flow
- Rotational diffuser in option
- Ready to accommodate absolute filters HEPA and ULPA minipleat type

Datos técnicos / Technical data:

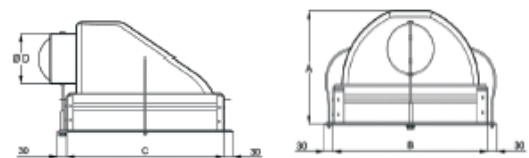
	Caudal nominal a 0,4 m/s / Nominal airflow to 0,4 m/s	Peso sin filtro / Weight without filter	Medidas filtro / Filter measures
DIF-BOX 4/4	340 m³/h	6 Kg	457x457 mm
DIF-BOX 6/6	600 m³/h	8 Kg	610x610 mm
DIF-BOX 6/12	1200 m³/h	15 Kg	610x1220 mm

Esquema de funcionamiento / Operating diagram:



Dimensiones / Dimensions:

(todas las dimensiones en mm / all dimensions in mm)



	A	B	C	D
DIF-BOX 4/4	340	490	490	ø 200
DIF-BOX 6/6	400	652	652	ø 200
DIF-BOX 6/12	430	652	1260	ø 250

Accesorios / Accessories:



Interruptor de presión diferencial / Differential pressure switch

Kit de conexión / Connection kit

Palomilla regulación / Regulation damper

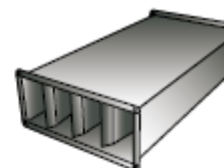
Caja de filtración / Filter box

Unidad ZeroBox / ZeroBox Unit



FABRICACIÓN DE CONDUCTOS
PARA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN





SILENCIADORES

Carcasa exterior compuesta de acero galvanizado con terminaciones para su ensamblaje en perfil integral, compuestos por paneles de 100, 150 (medida especial) o 200mm enmarcadas en chapa de acero galvanizado, dispuestas paralelamente y conformadas para facilitar el flujo del aire con la menor pérdida de carga, compuestas estas en su interior por paneles de fibra de lana de roca basáltica con un recubrimiento de velo negro por una de sus caras; material clasificado según la Norma UNE 23.727 como M0: NO COMBUSTIBLE, totalmente estable a la dilatación y contracción y NO HIDRÓFILO con un coeficiente de absorción acústica comprendido entre 0.1 y 0.90 Sabine dependiendo de la frecuencia de la honda sonora en Hz.

PANELES DE 100

LADO A	LONG. L* MM	LADO B (MM)								NÚMERO PANELES
		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	
200	1250	81,58	124,01	174,85						1
400	1250	132,93	184,45	287,46	334,17	500,14				2
600	1250	190,55	341,38	393,98	457,51	651,55	727,58			3
800	1250	256,00	407,12	487,98	578,22	814,18	910,38	1105,48		4
1000	1250	312,75	478,07	585,76	705,33	982,67	1072,26	1296,23	1420,38	5
1200	1250	367,17	610,35	686,93	822,93	1163,89	1252,96	1512,28	1653,71	6
1400	1250	479,85	712,59	862,07	1024,33	1301,98	1446,76	1742,25	1844,21	7
1600	1250		775,59	985,15	1145,11	1495,12	1626,26	1914,60	2091,34	8
1800	1250			1097,64	1273,49	1644,71	1786,22	2147,63	2294,40	9
2000	1250			1211,44	1401,20	1827,95	1964,82	2359,07	2573,45	10
2200	1250			1344,00	1550,49	1957,14	2207,95	2570,88	2744,61	11
2400	1250				1665,83	2147,64	2329,59	2787,95	3001,37	12

Para medidas especiales o paneles con chapa perforada consultar precios.

PANELES DE 200

LADO A	LONG. L* MM	LADO B (MM)								NÚMERO PANELES
		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	
350	1250	102,52	145,09	219,31	260,38	377,69				1
700	1250	175,33	242,92	367,84	427,69	611,84	685,09			2
1050	1250	276,78	366,58	504,91	613,16	845,77	942,16	1100,61	1215,86	3
1400	1250	405,76	524,36	710,56	857,34	1049,60	1199,67	1384,99	1541,37	4
1750	1250		651,72	880,39	1034,77	1290,44	1424,69	1689,33	1842,31	5
2100	1250			1060,36	1234,49	1507,77	1698,69	1981,14	2135,38	6
2450	1250				1438,84	1745,64	1914,60	2292,67	2468,61	7

Para medidas especiales o paneles con chapa perforada consultar precios.

Longitud efectiva del panel; la longitud de las carcasas será de 1390 mm para perfil integral de 20 mm y 1340 para perfil integral de 30 mm.

