

Facultad de Tecnología de la Industria

Diseño de una Cabina de Pintura Automotriz para vehículos Sedan, en el Taller Moreno ubicado en Managua, Barrio San Luis.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Mecánico/Industrial.

Elaborado por:

Tutor:

Br. Ángel Rubén
Zamora Herrera
Carnet: 2014-0935U

Br. Juan Antonio
Moreno Tinoco
Carnet: 2015-0739U

Br. Erick Leonel
Rojas Pavón
Carnet: 2015-0025S

MSc. Eddy Antonio
Blandón Morales

27 de marzo del 2023
Managua, Nicaragua

Contenido

1. Introducción	6
2. Objetivos	8
2.1. Objetivo General	8
2.2. Objetivos Específicos	8
3. Marco teórico.....	9
3.1. Cabina.....	9
3.2. Funcionamiento de una cabina de Pintura	9
3.3. Importancia en los tiempos de secado en los vehículos	10
3.3.1. La cabina evita desperfectos en la pintura.....	10
3.4. Tipos de cabinas de pintura	11
3.4.1. Cabinas de pintura tipo continua	11
3.4.2. Cabinas de pinturas tipo batch	11
3.4.3. Cabinas de pintura presurizadas	11
3.4.4. Cabinas industriales de pre filtros y filtros secos	11
3.4.5. Cabina de pintura con cortina de agua	12
3.4.6. Cabinas de pintura electrostática.....	12
3.5. Selección de una cabina de pintura automotriz.....	12
3.6. Dimensiones de la cabina de pintura	13
3.7. Ventajas de las cabinas de pintura.....	14
3.8. Acabado de pintura automotriz.....	14
3.8.1. Los tipos de acabados de pintura automotriz	15
3.9. Contaminación	15
3.10. Tipos de contaminación ambiental.....	16
3.10.1. Contaminación atmosférica	16
3.10.2. Contaminación hídrica	16
3.10.3. Contaminación del suelo	17
3.10.4. Contaminación acústica.....	17
3.10.5. Contaminación lumínica	17
3.10.6. Contaminación visual	17
3.10.7. Contaminación térmica.....	17

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

3.11.	Tipos de contaminación que causa la pintura automotriz	18
3.11.1.	Partículas Solidas	18
3.11.2.	Metales Pesados	18
3.11.3.	Compuestos orgánicos de síntesis	18
3.11.4.	Tricloroetileno	19
3.11.5.	Metil cloroformo	19
3.11.6.	Percloroetileno.....	19
3.12.	Requisitos para que la cabina de pintura funcione correctamente.....	19
3.12.1.	Sistema de Inyección	20
3.12.2.	Sistema de extracción	20
3.12.3.	Filtrado de pintura.....	20
3.12.4.	Flujo de aire.....	21
3.13.	Sistema de filtración en una cabina automotriz.....	21
3.13.1.	Pre-filtros	22
3.13.2.	Filtro de techo o plénum	22
3.13.3.	Filtros de piso	22
3.13.4.	Filtro de salida	23
3.14.	Tipos de filtros que se ocupan comúnmente en una cabina.	23
3.14.1.	Mantas filtrantes	23
3.14.2.	Filtros de bolsas.	23
3.14.3.	Filtros de cassette	24
3.15.	Tipos de materiales de filtración.....	25
3.15.1.	Materiales sintéticos	25
3.15.2.	Manta de cartón plisado	25
3.16.	Sistema de iluminación en una cabina.....	25
3.16.1.	Cantidad de iluminación requerida en las áreas de trabajo	27
3.17.	Sistema de succión	28
3.18.	Diferencia entre un extractor de aire y un ventilador.....	28
3.19.	Tipos de extractores.....	29
3.19.1.	Axiales	29
3.19.2.	Centrífugos	29

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

3.19.3. Helicentrífugos.....	29
4. Diseño Metodológico	30
4.1. Variables a considerar.....	30
4.2. Dimensión del tamaño de la cabina para carros sedan.....	30
4.3. Cálculo del Caudal del Aire	32
4.3.1. Diseño de los ductos para el flujo de aire	34
4.3.2. Cálculo de Área Circular	34
4.3.3. Corrección del diámetro en los ductos.....	35
4.4. Cálculo de sistema de calentamiento	36
4.4.1. Cálculos para dimensionar el intercambiador de calor	36
4.4.2. Aire proveniente del quemador.....	36
4.4.3. Propiedades del Aire proveniente del quemador	36
4.4.4. Aire interno de la cabina	37
4.4.5. Propiedades del Aire en el interior de la cabina.....	38
4.4.6. Temperatura media logarítmica	38
4.4.7. Flujo de calor en el sistema	39
4.4.8. Coeficiente de transferencia de calor hh (Fluido caliente).....	39
4.4.9. Coeficiente de transferencia del fluido caliente $Wm2. °C$	42
4.4.10. Coeficiente de transferencia de calor hc (Fluido Caliente)	42
4.4.11. Coeficiente de transferencia de calor hc (Fluido frío).....	43
4.5. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.....	43
4.6. Cálculo del área de transferencia de calor	44
4.7. Cálculo de Numero de tubos	45
4.8. Cálculo de Quemador.....	46
4.8.1. Balance térmico	46
4.8.2. Cálculo del coeficiente de transferencia por convección al interior de la cabina hi	46
4.8.3. Cálculo del Diámetro hidráulico	47
4.8.4. Coeficiente de transferencia por Convección hi	49
4.9. Resistencia por conducción de la pared interna (laterales y techos).....	49
4.9.1. Resistencia por conducción en el aislante	51
4.9.2. Cálculo de resistencia por convección natural.....	51

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

4.10.	Cálculo del calor necesario para el interior de la cabina Q_2	54
4.10.1.	Calculando Calor interno necesario para la cabina Q_2	55
4.10.2.	Cálculo del calor necesario para calentar el vehículo.....	55
4.10.3.	Sumatoria de calores calculados.....	56
4.11.	Sistema de Filtrado en la Cabina	57
4.12.	Sistema de Iluminación	59
5.	Conclusión	61
6.	Recomendación	62
7.	Bibliografía	64
8.	Cronograma.....	66
9.	Anexos.....	67

1. Introducción

En la actualidad el automóvil es un medio de transporte importante porque permite desplazarse a puntos distantes de manera cómoda y cargar objetos personales de peso liviano o cargas moderadas. Estos contienen un motor de combustión interna el cual están compuestos por distintas partes mecánicas móviles con su vida útil ya definidas.

La pintura automotriz, es aquella pintura usada sobre la superficie de los automóviles. Este trabajo es realizado a nivel mundial por los fabricantes de automóviles y por los distintos talleres de reparación o personalización. Normalmente se piensa, que la pintura automotriz se utiliza no solo para embellecer el vehículo si no su principal objetivo es prevenir la corrosión (oxidación) del metal.

Para lograr el acabado que observamos en los autos de fábricas, o recién sacados de un taller de calidad, se necesita aplicar tres capas sobre la superficie a pintar. Como primera capa se conoce como base, esta capa cumple con las funciones de nivelador, ya que permite corregir las marcas y defectos que pueden quedar sobre la superficie.

La segunda capa se aplica la pintura base, la cual posee las propiedades de color y efectos visuales que desea el fabricante o el cliente, por lo cual es conocida como la pintura en sí. Como la tercera y última capa, se coloca usualmente atomizada sobre la capa de pintura de color, siendo este un

recubrimiento brillante y transparente expuesto al medio ambiente. Esta capa debe ser lo suficientemente fuerte como para resistir a la abrasión, pero a su vez, químicamente estable para soportar los rayos ultravioletas.

El presente estudio nace con el objetivo de proponer un diseño de una cabina de pintura automotriz para el área de enderezado y pintura del Taller Moreno, que se ubica en Managua, Barrio San Luis, debido que a dicho taller no posee una cabina de pintura.

La cabina de pintura actualmente se ha convertido en la herramienta más imprescindible para un taller de Enderezado y Pintura, y es por eso que hay muchas empresas que se dedican a la construcción de estas.

La información encontrada en Internet, básicamente son páginas de las casas matrices de los componentes después mencionados, dando información como precios, características generales, características de instalación, ventajas y desventajas de los productos, etc., proporcionando únicamente información general.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar una Cabina de Pintura Automotriz para vehículos sedan, a fin de disminuir la contaminación exterior y obtener un mejor acabado en el trabajo final, mediante la utilización de equipos o tecnología apropiada.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Seleccionar el tipo de cabina a utilizar
- ✓ Identificar los contaminantes exteriores
- ✓ Elegir los equipos tecnológicos para la disminución de contaminación exterior
- ✓ Dimensionar la cabina de pintura automotriz con sus componentes

3. Marco teórico

3.1. Cabina

La palabra cabina, procede del latín “cabine”, que se refiere a un lugar pequeño y cerrado, independiente de toda otra construcción o estructura, donde se reúnen, por ejemplo, algunas personas para hacer una actividad.

la cabina pintura, es un lugar cerrado que permite la ventilación de aire caliente el cual puede acelerar el proceso de pintado y de secado. en ella, intervienen varias fases para que se pueda lograr lo anterior. la cabina de pintura, al ser un recinto cerrado y estanco, permite realizar distintas aplicaciones libres de impurezas. pues en ellas se produce el ambiente idóneo para un repintado de calidad. (Conceptos, 2023)

3.2. Funcionamiento de una cabina de Pintura

Una cabina de pintura es, esencialmente, un recinto acondicionado que cumple tres funciones principales:

- Se garantizan unas condiciones de renovación de aire y ausencia de partículas que permiten garantizar las condiciones de salubridad de un operador industrial que aplica pintura sobre una superficie sin exponerse a inhalar cantidades perjudiciales de compuestos orgánicos volátiles (COV).
- Se garantiza una calidad de acabado ausente de partículas e impurezas del aire para que las piezas no necesiten de pulido posterior

- Se evitan a través de sistemas de captación de los compuestos orgánico-volátiles (COV) la ausencia de niveles relevantes de emisiones al aire de estos compuestos para respetar la normativa ambiental vigente. (Wikipedia, 2022)

3.3. Importancia en los tiempos de secado en los vehículos

La cabina de pintura no sólo cumple funciones precisas como ofrecer un ambiente libre de partículas o de calentamiento para forzar el secado final. También puede ayudar entre cada capa. Independientemente de si se usa una pintura que seca por oxidación o que requiera de un catalizador.

De hecho, conviene y mucho usar una cabina cuando se usa un catalizador, pues permite crear el ambiente preciso que necesita la pintura, ya sea que necesite una temperatura baja, media o alta para que funcione y endurezca como se debe. (Axalta, 2020)

3.3.1. La cabina evita desperfectos en la pintura

Usar una cabina y mantener la temperatura en equilibrio es de gran ayuda a la hora de querer evitar errores o que aparezcan desperfectos en la superficie del auto.

Todas las pinturas cuentan con especificaciones precisas para programar y cuidar los detalles en el ambiente de la cabina, tanto al momento de aplicar el producto como en su proceso de secado.

Es por eso que el uso de la ficha técnica, combinado con un manejo correcto de la cabina te asegura en gran porcentaje proteger el proceso de repintado y, por ende, entregar trabajos de mayor calidad. (Axalta, 2020)

3.4. Tipos de cabinas de pintura

En las cabinas de pinturas existen diferentes tipos que se ocupan en la industria, las cuales son clasificadas a continuación:

3.4.1. Cabinas de pintura tipo continua

Recintos que funcionan con aplicadores automáticos de pintura para producción industrial y continua.

3.4.2. Cabinas de pinturas tipo batch

Son utilizados por pequeños y medianos productores a la aplicación de pieza geométricas de distintos tamaños

Por extracción y filtración de aire, los tipos de cabinas de pintura son:

3.4.3. Cabinas de pintura presurizadas

En estas cabinas el aire accede desde el techo de la cabina y se distribuye de manera vertical hacia el ventilado de extracción. Son utilizadas para los muebles y acabados automotrices.

3.4.4. Cabinas industriales de pre filtros y filtros secos

Se utilizan para pintura líquida, en donde el aire entra a través de la cara abierta de la cabina y mientras pasa por el área va capturando overspray. Es ideal para producciones chicas y medianas.

3.4.5. Cabina de pintura con cortina de agua

En esta cabina la cortina de agua funciona como filtro para los remanentes de la pintura. Se utilizan en altos volúmenes de producción y es de utilidad para diversas viscosidades y densidades.

3.4.6. Cabinas de pintura electrostática

Las piezas a pintar deben de estar eléctricamente conectadas a tierra (haciendo tierra), y las partículas de pintura en polvo cargadas de iones libres son llevadas vertiginosa y directamente a la superficie de la pieza a pintar, posteriormente pasara al horneado donde el polvo se derrite y funde una capa uniforme. (Pinturas, s.f.)

3.5. Selección de una cabina de pintura automotriz.

La cabina de pintura que se selecciones será utilizada para vehículos sedan, y Las capas de pintura serán igualmente aplicadas por los trabajadores del **Taller Moreno.**

Para la selección de la cabina según el tamaño, hay que tomar en cuenta ciertos factores. Como el conocimiento de las instalaciones y el proceso de la producción es importante para escoger el equipo correcto. También es importante tomar el tiempo necesario para entender la aplicación, y cualquier plan a futuro puede influir en la selección de la cabina de pintura.

Durante la aplicación de la pintura, la cabina debe contar con filtros que permitan eliminar cualquier partícula de polvo para no perder el proceso. Por eso,

es preciso que elementos como el calentador de aire y los ventiladores se encuentren en buen estado.

Las cabinas para pintura deben de tener:

- Un equipo de ventilación con filtros especiales que sirve para evacuar el aire que lleva humo de la pintura en aerosol.
- Un armario eléctrico que sirve para controlar distintas herramientas del funcionamiento de la cabina.

Los vehículos entran a la cabina de pintura listos para la aplicación de pintura, sin tapicería y accesorios adicionales, adecuados para el proceso de fabricación y reparación de la carrocería, y deben salir con los mejores acabados.

3.6. Dimensiones de la cabina de pintura

Determinar el tamaño de la cabina es muy importante para desarrollar el diseño de sistema. Que influenciaría en el tipo de funcionamiento (manual o automático). Verificando el diseño de la localidad y la situación de la cabina propuesta ayudara a determinar si el espacio repartido es adecuado para el tamaño y estilo de la cabina.

Una cabina correctamente dimensionada ayudara al funcionamiento apropiado del sistema y ayudara al operador y al equipo seleccionado a convivir en un ambiente correctamente balanceado. La dimensión tiene que ser bastante sobrada para que el operario pueda desplazarse correctamente.

3.7. Ventajas de las cabinas de pintura

Entre las ventajas del uso de las cabinas de pintura, podemos enumerar las siguientes:

- Aísla las operaciones del resto del taller, garantizando aplicaciones limpias y seguras.
- Acelera el secado de las pinturas de preparación y acabado.
- Mejora la calidad de la aplicación.
- Facilita, entre otras, la igualación de color, por su adecuada iluminación.
- Rentabiliza la zona de pintura.
- Reduce los riesgos sanitarios y de incendios.
- Retiene la mayor cantidad de partículas de pintura y compuestos orgánicos volátiles (VOC). (AutoCrash, 2018).

3.8. Acabado de pintura automotriz.

Según Sinnek Academy, la pintura final que se encuentra en la superficie del vehículo, y su finalidad es dar color, brillo y efecto con el objetivo de reproducir el aspecto original del vehículo. También tiene una función protectora ante posibles daños ocasionados por agentes químicos o mecánicos. Existen varios acabados como son los siguientes:

3.8.1. Los tipos de acabados de pintura automotriz

Los más utilizados hoy en día es la pintura bicapa, o bien metalizado o perlados, por los efectos visuales que se pueden llegar a obtener con ellos.

- **Pintura bicapa efecto sólido:** acabados bicapa sin ningún efecto (blancos, rojos, azules...).
- **Pintura bicapa efecto metalizado:** acabados con pigmentos metálicos y generalmente pequeñas proporciones de pigmentos sólidos que confieren el tono.
- **Pintura tri capa efecto perlado:** habitualmente este tipo de acabados incluyen pigmentos sólidos, metálicos, perlados. Es el tipo de bicapa que más presencia tiene en la actualidad.

Ventajas: colores muy vivos, efectos y reflejos imposible de conseguir con otro acabado

Desventajas: mayor coste y complejidad de igualación con respecto a otros sistemas de acabado. (Morales, 2018)

3.9. Contaminación

La contaminación es cuando en un entorno ingresan elementos o sustancias que normalmente no deberían estar en él y que afectan el equilibrio del ecosistema.

Los agentes contaminantes pueden ser físicos, químicos o biológicos y perjudican medios como el agua, el suelo o el aire, cuando se presentan en

concentraciones muy elevadas. Estos compuestos alternan las condiciones de los organismos que habitan en ellos, generando problemas de salud o de seguridad, malestar e incluso la muerte (EAFIT, 2018).

3.10. Tipos de contaminación ambiental

Lo importante de cuidar el medio ambiente está cada vez más extendida y un llamado a la conciencia sobre no realizar trabajos en condiciones inadecuadas, también generar un tratamiento adecuado a los materiales de desperdicios. Pero no siempre se sabe hasta dónde llega la contaminación en la actualidad. Se conoce que existen varios tipos de contaminantes para el medio ambiente (acción, 2023), y se enumeran de la siguiente manera:

3.10.1. Contaminación atmosférica

Es la que es producida a causa de la emisión de sustancias químicas a la atmosfera que afectan directamente a la calidad del aire. El más conocido es el monóxido de carbono.

3.10.2. Contaminación hídrica

Este tipo de contaminación ambiental afecta directamente a las especies animales, vegetales y también al ser humano ya que convierte el agua potable en un recurso no apto para consumo.

3.10.3. Contaminación del suelo

Una vez más las sustancias químicas de uso común en la agricultura intensiva son las causantes de este tipo de contaminación. Los principales afectados de este tipo de contaminación son las plantas, árboles y cultivos.

3.10.4. Contaminación acústica

La contaminación acústica se produce con cualquier ruido excesivo ya sea en proporción, frecuencia, tono, volumen o ritmo.

3.10.5. Contaminación lumínica

Se produce especialmente en las ciudades durante la noche y hace referencia a la iluminación artificial excesiva que emiten las poblaciones.

3.10.6. Contaminación visual

Es todo aquello que altera visualmente el paisaje natural. Hace referencia a todos los elementos que no son naturales y que nos envían estímulos visuales. Pueden ser vallas publicitarias, torres eléctricas o minas a cielo abierto.

3.10.7. Contaminación térmica

Esta contaminación está relacionada con el ultimo tipo de contaminación ambiental más importante: la contaminación térmica. El aumento de la temperatura afecta a los polos y los glaciares. (acción, 2023)

3.11. Tipos de contaminación que causa la pintura automotriz

Los más peligrosos que produce son daños en el sistema neurológico, y más preocupantes es el daño que produce en el desarrollo mental de los niños. (Brito, s.f.)

3.11.1. Partículas Solidas

Se distingue entre partículas gruesas (más de 2 micrómetros de diámetro) y partículas finas (menos de 2 micrómetros). Las partículas finas son las más peligrosas ya que pueden ser arrastradas cientos de kilómetros por el viento y el cuerpo humano o cuenta con ninguna protección contra ellas, así que penetran fácilmente en los sacos alveolares de los pulmones, desde donde los contaminantes que transportan pasan directamente a la sangre.

3.11.2. Metales Pesados

Los más peligrosos son el mercurio, que produce daños en el sistema neurológico, el cadmio, que perjudica los riñones, y el plomo, cuyo efecto clínico más preocupante es el daño que produce en el desarrollo mental de los niños. Su toxicidad se agrava debido a su carácter persistente y bioacumulativo: no se degradan y los seres vivos no cuentan con mecanismos para eliminarlos.

3.11.3. Compuestos orgánicos de síntesis

Destacan por su elevada toxicidad, volatilidad, persistencia en el medio, carácter bioacumulativo y movilidad en los vertebrados, sustancias como el hidrocarburo alifático, aromáticos (tolueno, xileno, bencenos), ésteres, éteres,

cetonas, aminas, PCBes, PCTes... Entre ellos están los contaminantes más peligrosos generados nunca por la actividad humana: las dioxinas y los furanos, que pertenecen a una familia química más amplia, los organoclorados:

3.11.4. Tricloroetileno

Se usa en las pinturas, gomas y limpiadores de alfombras. Como efectos causa cáncer y daños en el sistema nervioso central y causa fallos en la reproducción.

3.11.5. Metil cloroformo

Se usa en los líquidos correctores y tintas, como efecto daña el corazón y el sistema respiratorio, y al medio ambiente tiene como consecuencia la destrucción de la capa de ozono.

3.11.6. Percloroetileno

Se usa en la limpieza en seco, desengrasantes de metales, como efectos daña el hígado y los riñones, en el medio ambiente origina la lluvia acida. (acción, 2023).

3.12. Requisitos para que la cabina de pintura funcione correctamente.

El objetivo es conseguir un acabado perfecto en la pintura de las carrocerías de los vehículos. El diseño de la cabina y sus características harán que la capa de pintura no esté contaminada y se pueda realizar un adecuado

pulido sobre la superficie para quitar imperfecciones y perfeccionar aún más la zona.

Para que una cabina aporte buenos resultados necesita cumplir con los siguientes requisitos:

- Disponer de un sistema de inyección filtrado de aire limpio
- Sistema de extracción del sobrante de pintura
- Sistema de filtrado de pintura
- Sistema de aceleración del secado (DPA, 2021)

3.12.1. Sistema de Inyección

Este crea presión positiva del aire, importante para ayudar a que no entren a la zona de trabajo partículas contaminantes que estropeen el acabado de pintura. El inyector impulsa el aire del exterior hacia la pared tipo plénum con superficie pegajosa que atrapa los contaminantes.

3.12.2. Sistema de extracción

Este sistema que sirve para la extracción y proyección del excedente de la pintura hacia una pared con filtro que captura este sobrante limpiando así el aire.

3.12.3. Filtrado de pintura

Cuando el excedente de pintura llega a la pared con filtro, este limpia el aire y lo descarga libre al exterior.

3.12.4. Flujo de aire

Manejar la corriente de aire probablemente es el elemento más importante de una cabina de pintura y su diseño. Se debe de crear un flujo laminar sobre el área de rocío para que el diseño satisfaga las necesidades de producción y al mismo tiempo un acabado de calidad.

Según especificaciones, una cabina necesita proporcionar la ventilación adecuada para mantener la concentración de vapores inflamables o vapores de combustibles o lloviznas en la corriente de descarga debajo de 25% del más bajo límite inflamable (LFL) de la pintura.

El volumen de aire que se necesita mover a través de la cabina y en la cámara de la descarga es medido en pies cúbicos por minutos (CFM). La velocidad del aire mínima recomendada para campanas y cabinas de pintura es de 0.75 m/s. (Bolaños, 2004)

3.13. Sistema de filtración en una cabina automotriz

La correcta filtración del aire en las cabinas de pintura suele ser uno de los retos que todas las empresas del sector de la automoción deben de superar con matrícula de honor. Es tal la competitividad en esta industria y tal el nivel de exigencia, que un solo error en el proceso de pintado de un vehículo puede descartarlo para salir a la venta o a la negación de los clientes de los talleres automotrices.

3.13.1. Pre-filtros

Se encuentran ubicados en la entrada de la turbina, y se encargan de realizar un filtrado previo del aire fresco que entra a la cabina. De la eficiencia de esta operación depende la vida útil de los filtros de techo.

3.13.2. Filtro de techo o plénum

Está situado en la parte superior de la cabina. Su función es retener las partículas de polvo proveniente del intercambiador de calor. Los filtros de techo permiten una distribución de aire más uniforme por toda la cabina, en caso de que lleguen a saturarse se produce una sobrepresión en la zona superior, originando que el flujo del aire no se uniforme.

3.13.3. Filtros de piso

Estos filtros se encuentran localizados en la parte baja de la cabina, por debajo de las rejillas metálicas, deben de estar lo menos saturados posible, ya que de lo contrario se produce una sobre presión en la cabina, ocasionando turbulencias que impidan realizar trabajos de calidad. Estos filtros son los que requieren reemplazo más a menudo debido a que están más expuestos a las partículas generadas por el pintado.

En la actualidad tenemos 2 tipos principales que circulan en el mercado, los filtros de fibra y los denominados Paint pocket, los primeros tienen una configuración que permite que su tiempo para sustitución pueda ser un poco más prolongado, sin embargo, las partículas que lo atraviesan se impregnan en los ductos de salida y en los posfiltros, reduciendo la vida de estos en promedio a un

50% y aumentando el tiempo requerido para realizar la limpieza de ductos en la cabina.

3.13.4. Filtro de salida

Filtros de extracción: después de que el aire ha pasado por el filtro de suelo antes de incorporarse nuevamente al ambiente se requiere eliminar al máximo las partículas de pintura que no se retuvieron en el filtro de suelo.

Este tipo de filtro generalmente son de bolsas y pueden ir en conjunto con filtros de fibra de vidrio, se encuentran localizados en la zona de extracción de aire con el objetivo de expulsar un aire lo más limpio posible al ambiente. (Magazine A. , 2018)

3.14. Tipos de filtros que se ocupan comúnmente en una cabina.

Estos filtros son para retener las partículas que puedan ingresar al momento de realizar los procesos de pinturas y generar un mejor acabado final y estos se clasifican en:

3.14.1. Mantas filtrantes

Son creadas generalmente de fibra de vidrio. Estos se utilizan comúnmente en las cabinas industriales de pulverización de pintura, teniendo el propósito de retener las partículas de pintura y barniz.

3.14.2. Filtros de bolsas.

Estos se utilizan como prefiltración o como filtros de extracción de sistemas de ventilación centrales y filtración en cabinas.

Pre filtración: se utilizan como filtración del aire de entrada o de impulsión en el interior de la cabina, en la etapa previa al paso del aire o impulsión en el interior de la cabina a través de la manta filtrante existente en el techo.

Post filtración: se utilizan como filtración del aire de salida o de extracción en el interior de la cabina, en la etapa posterior al paso del aire o extracción en el interior de la cabina a través de la manta filtrante (Paint-stop) existente en el suelo.

3.14.3. Filtros de cassette

Están diseñados principalmente como filtros clase M5-F9, están fabricados por el proceso de mini pliegue en material sintético de gran calidad, fibra de vidrio o incluso mediante combinación de diferentes materiales sintéticos, son eficientes con grandes caudales y bajas caídas de presión, y se aseguran una larga vida con la pre filtración adecuada; se emplean como filtros finales o de extracción en los sistemas de ventilación de cabinas.

3.14.3.1. Tipos de filtros de cassette.

- Filtros de cassette de material filtrante de una sola capa que se utilizan para sistemas simples de filtros de una etapa como cajas eléctricas, agregados y otros tipos de maquinarias. Los marcos se fabrican a partir del cartón o lamina de metal.
- Filtros de cassette de material filtrante arrugado incorporado y refuerzo de mallas que se utilizan para los sistemas de ventilación convencionales y cabinas de pintura. Los marcos se fabrican de lámina de metal.

- Filtros de cassette de material filtrante arrugado, llamado tecnología minipleat, se utilizan para los sistemas de ventilación complejos para reducir los costos de energía y extender la vida útil de filtro. Marco del filtro está hecho de plástico. (TECFILTER, s.f.)

3.15. Tipos de materiales de filtración

3.15.1. Materiales sintéticos

Para los filtros de techos o filtros de entrada o impulsión de las cabinas de pintura. Materiales de fibras de vidrio para los filtros de salida o de extracción, como filtro de suelo de las cabinas de pintura o filtro grueso en presencia de altas temperaturas (Paint-stop).

3.15.2. Manta de cartón plisado

Se utilizada con mayor frecuencia como filtro de salida o de extracción de las cabinas de pintura.

3.16. Sistema de iluminación en una cabina

La iluminación estará compuesta por lámparas fluorescentes situados longitudinalmente en ambos ángulos superiores de la cabina con una inclinación de 35° y, opcionalmente, pueden colocarse algunas pantallas en los laterales. Las lámparas fluorescentes se instalarán de tal manera que faciliten las tareas de mantenimiento de acuerdo con la estructura propia de la cabina y fuera de la atmosfera peligrosa.

El propósito de la iluminación adecuada en los centros de reparación automotriz es proporcionar una visibilidad eficiente y cómoda en el trabajo, así como también brindar un ambiente de trabajo seguro. Por tal motivo y preocupados por la mejora continua en la productividad y calidad que se desean alcanzar

Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Obligación del patrón

- Constar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en la tarea visual.
- Efectuar el reconocimiento en las condiciones de iluminación de las áreas y puestos de trabajo.

Para seleccionar la iluminación adecuada es necesario determinar

- La tarea visual o el tipo de trabajo que se a desarrollar.
- La cantidad, la calidad y el tipo de iluminación de acuerdo con la tarea visual y los requerimientos de seguridad y comodidad.
- El tipo de alumbrado o luminarias que proporcionen la luz requerida.

Ventajas de una buena iluminación

Para el trabajador

- Conserva su capacidad visual.
- Evita la fatiga ocular.
- Disminuye los accidentes.
- Buen ambiente laboral.

Para el taller o agencia

- Aumento la producción
- Mejora la calidad de los trabajados
 - Disminuye el número de errores en la igualación
 - Facilita la aplicación de pintura.
 - Disminuye los trabajos innecesarios
 - Reduce la fatiga ocular.

3.16.1. Cantidad de iluminación requerida en las áreas de trabajo

La cantidad de luz necesaria es aquella que el pintor pueda realizar el trabajo sin esfuerzo ni agotamiento visual. La cantidad de luz adecuada dependerá básicamente del tipo de trabajo que el técnico realice, de la fineza de los que se deben observar, del color y la reflectancia del objeto (pieza o vehículo) y el medio circundante. Las lámparas que se recomiendan para estos tipos de cabinas son las Fluorescentes delgadas T-8 de 36W. (Magazine A. , s.f.)

3.17. Sistema de succión

Eliminar los vapores de pintura y el exceso de rociado de pintura de un área de fabricación es una aplicación de ventilación especializada. El volumen del flujo de aire debe ser lo suficientemente bajo para no afectar la aplicación de los materiales en el sistema de acabado, pero debe de ser lo suficientemente grande como para eliminar cualquier exceso de rociado toxico o vapor del área de trabajo. Esto se logra mediante la extracción precisa del aire en la cabina de pintura y a través de los pararrayos de pintura o el sistema de depuración.

Los ventiladores deben de tener una presión adecuada para hacer frente a la cabina de pintura y a las pérdidas de filtración. Al mismo tiempo, los ventiladores deben de ser lo suficientemente silenciosos para no interrumpir a los trabajadores durante un ciclo de producción. (Company, s.f.)

3.18. Diferencia entre un extractor de aire y un ventilador

Los ventiladores insuflan aire limpio, lo que genera corrientes de aire, puede levantar polvo y crea una sobrepresión en el ambiente. por su parte.

El extractor de aire no provoca esas corrientes y propicia una cierta depresión en el espacio. Estas propiedades hacen que los extractores sean el sistema más generalizado, mientras que los ventiladores se suelen reservar para salas blancas o laboratorios porque la sobrepresión impide la entrada de partículas externas que contaminen las pruebas que realizan. (Blog, s.f.)

3.19. Tipos de extractores

Se utiliza para la extracción de partículas que caen por su gravedad al suelo y es la solución ideal para un acabado perfecto y se denominan en:

3.19.1. Axiales

El aire se atrae mediante una hélice con distinto número de alabes y se impulsa al exterior en una misma dirección. Se suelen fijar a una pared.

3.19.2. Centrífugos

Están formados por un rodete con alabes que proporciona una fuerza centrífuga para la renovación. Las salidas y entradas de aire son perpendiculares entre ellas. Suelen instalarse en el techo.

3.19.3. Helicocentrífugos

Las ventajas de su estructura de carcasa-hélice permite unas óptimas prestaciones en lo que se refiere al caudal de presión, manteniendo muy bajo el nivel de ruido.

4. Diseño Metodológico

4.1. Variables a considerar

- Temperatura de secado del vehículo 60°C a 80°C
- Dimensionado para la media de los vehículos sedan
- Tipo de flujo de aire: vertical
- Materiales que no sufran oxidación o corrosión para la construcción de la cabina

4.2. Dimensión del tamaño de la cabina para carros sedan

Tomando los datos de la aseguradora MAPFRE (Anexo 1), dicha empresa que reside en Nicaragua y es una de las más grandes a nivel de Seguros Automotrices y también para las Personas, se calculó una media con los datos obtenidos de las tablas dando las siguientes dimensiones:

Dimensiones más grandes en los vehículos Sedan:

Mayor Longitud: 4.605 m.

Mayor Anchura: 1.80 m.

Mayor Altura: 1.50 m.

Por normativa, estas dimensiones para la elaboración de las cabinas ya en el campo, se tienen que calcular mediante la siguiente fórmula:

Dimensión real (Largo, ancho y alto): Media obtenida + 1.50m (por normativa)

Calculando:

$$\text{Largo: } 4.605m + 1.50m \text{ (multiplicarlo por 2)} = 7.605m$$

$$\text{Ancho: } 1.80m + 1.50m \text{ (multiplicarlo por 2)} = 4.80m$$

$$\text{Alto: } 1.50m + 1.50m = 3m$$

Tabla 1

Dimensiones de paredes

DIMENSIONES DE PAREDES	
Pared Frontal y trasera	Paredes Laterales
Ancho: 4.8m	Largo: 7.60
Alto: 3m	Alto: 3m

Nota: Esta tabla nos muestra las dimensiones de las cuatro paredes en la que estaría estructurada la cabina de pintura.

Área del techo

Área del techo: Ancho X Largo

$$At = 4.80m \times 7.60m$$

$$At = 36.48m^2$$

Volumen interno de la cabina

$$Vol_{cab} = l . a . h$$

Dónde:

Vol_{cab}: Volumen interno de la cabina

L: Largo (m)

a: Ancho (m)

h: Alto (m)

$$Vol_{cab} = 7.60m * 4.8m * 3m$$

$$Vol_{cab} = 109.44m^3$$

4.3. Cálculo del Caudal del Aire

$$Q_{cab} = Vol_{cab} * S$$

Dónde:

$$Q_{cab} = \text{Caudal del aire en } m^3/s$$

$$Vol_{cab} = \text{Volumen interno de la cabina (} m^3 \text{)}$$

$$S = \text{Tiempo en } \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q_{cab} = 10,944 \frac{m^3}{h} * \frac{1h}{3,600s}$$

$$Q_{cab} = 3.04 m^3/s$$

El caudal que debe proveer el ventilador es de 10944 m³/h para que exista un flujo de aire limpio y que el pintor no se vea afectado por los vapores que emanan las pinturas y componentes utilizados en el proceso.

Con los valores obtenidos se procede a seleccionar un ventilador centrífugo que provea la cantidad que se necesita, el ventilador seleccionado es el ventilador PREXTUR 504 T4 2,2 kW (Ver Figura N° 1) cuyo caudal máximo es de 11010 m³/h por lo cual cumple con los requisitos. Ficha Técnica (Ver Anexo N° 2).

Figura N° 1 Ventilador Prextur



Nota: Ventilador seleccionado.

4.3.1. Diseño de los ductos para el flujo de aire

Para el cálculo de las dimensiones de los ductos que se utilizaran para abastecer el aire a la cabina de pintura, se tomará en cuenta el caudal del aire de la cabina (calculado que se realizó en la sección anterior) y la velocidad de 8m/s, que es la velocidad que utilizaremos ya que es la velocidad general que se usan en las cabinas de pinturas. Estos datos lo utilizaremos para calcular el diámetro de salida para el flujo de aire y la pérdida de velocidad causada por la fricción de las tuberías.

Trazando las líneas por medio de la gráfica (Anexo 3), obtenemos los siguientes datos:

Diámetro: 700mm=0.7m

Perdida de fricción h_{fc}: 0.085mmcd/m

4.3.2. Cálculo de Área Circular

$$A = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

Donde:

$A = \text{Área circular (m}^2\text{)}$

$D = \text{Diámetro equivalente (m)}$

$$A = \pi \cdot \left(\frac{0.7m}{2}\right)^2$$

$$A = 0.38m^2$$

Extrayendo la raíz de la superficie circular que se calculó anteriormente, se puede obtener la medida de la salida, pero en forma cuadrada.

$$L = \sqrt{A}$$

L: Lado del cuadrado (m)

$$L = \sqrt{0.38m}$$

$$L = 0.62m$$

4.3.3. Corrección del diámetro en los ductos.

Con el diámetro circular calculado, luego se tiene que determinar una sección cuadrada o rectangular, aplicando la siguiente expresión:

$$D_e = \frac{1.3 (L*L)^{0.625}}{(L+L)^{0.625}} \text{ (Mott, 2006)}$$

Donde:

De: Diametro equivalente corregido (m)

De: Diametro equivalente corregido (m)

$$D_e = \frac{1.3 (0.62 * 0.62)^{0.625}}{(0.62 + 0.62)^{0.625}}$$

$$D_e = 0.625$$

Esta modificación se realiza para corregir las pérdidas de la velocidad del aire, debido al cambio que se realiza en el ducto de forma circular a rectangular

por motivos de espacio. Calculando el nuevo diámetro, se calculará la sección rectangular o cuadrada con la siguiente ecuación:

$$A = \pi * \left(\frac{De}{2}\right)^2$$

$A =$ Area circular corregida (m^2)

$De =$ Diametro equivalente corregido(m)

$$A = \pi * \left(\frac{0.625}{2}\right)^2$$

$$A = 0.307m^2$$

4.4. Cálculo de sistema de calentamiento

4.4.1. Cálculos para dimensionar el intercambiador de calor

El diámetro a considerar para la construcción del intercambiador de calor es de 1-1/4", que en milímetros sería 31.75mm.

4.4.2. Aire proveniente del quemador.

$$T_{h1} = 80^{\circ}C$$

$$T_{h2} = 60^{\circ}C$$

$$m = 0.10kg/s$$

4.4.3. Propiedades del Aire proveniente del quemador

$$T_{fh} = \frac{T_{h1} + T_{h2}}{2}$$

$$T_{fh} = \frac{80 + 60}{2}$$

$$T_{fh} = 70^{\circ}\text{C}$$

Por medio de la tabla de transferencia de calor (Anexo 4), se pueden obtener los diferentes datos de las propiedades del aire a la presión de 1 atmosfera, a la temperatura de 70°C.

$$\text{Densidad } (\rho): 1.028 \rho. \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Calor especifico } (C_p): 1007 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \text{K}$$

$$\text{Conductividad termica } (K): 0.02881 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot \text{K}$$

$$\text{Difusividad Termica } (\alpha): 2.780 \times 10^{-5} \text{m}^2 \text{s}^2$$

$$\text{Viscosidad Dinamica } (\mu): 2.052 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\text{Viscosidad Cinematica } (v): 1.995 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$$

$$\text{Número de Prandtl(Pr): } 0.7177 \text{Pr}$$

4.4.4. Aire interno de la cabina

$$T_{c1} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{c2} = 60^{\circ}\text{C}$$

$$m = 0.09 \text{kg/s}$$

4.4.5. Propiedades del Aire en el interior de la cabina

$$T_{fh} = \frac{60 + 20}{2}$$

$$T_{fh} = 40^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Densidad } (\rho): 1.127 \rho. \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Calor especifico } (C_p): 1007 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot \text{K}$$

$$\text{Conductividad termica } (K): 0.02662 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot \text{K}$$

$$\text{Difusividad Termica } (\alpha): 2.346 \times 10^{-5} \text{m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{Viscosidad Dinamica } (\mu): 1.918 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$$

$$\text{Viscosidad Cinematica } (v): 1.702 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$$

$$\text{Número de Prandtl(Pr): } 0.7255 \text{Pr}$$

4.4.6. Temperatura media logarítmica

Utilizando los datos de las temperaturas en frío y caliente, se procede a calcular con la siguiente fórmula:

$$\Delta T_m = \frac{(T_{h1} - T_{c2}) - (T_{h2} - T_{c1})}{\ln\left(\frac{T_{h1} - T_{c2}}{T_{h2} - T_{c1}}\right)} \quad (\text{Cengel, 2007})$$

Calculando:

$$\Delta T_m = \frac{(80 - 60) - (60 - 20)}{\ln\left(\frac{(80 - 60)}{(60 - 20)}\right)}$$

$$\Delta T_m = 28.85^\circ C$$

4.4.7. Flujo de calor en el sistema

Utilizando la tabla de transferencia de calor, se puede encontrar el Calor

Específico:

$$\Delta T_m = 28.85^\circ C \rightarrow C_p = 1007 \frac{J}{kg} \cdot K$$

$$q = m_c * C_p * (T_{C2} - T_{C1})$$

$$q = \left(0.09 \frac{kg}{s}\right) * \left(1007 \frac{J}{kg} \cdot K\right) * (60 - 20)^\circ C \text{ (Cengel, 2007)}$$

$$q = 3.6252KW$$

4.4.8. Coeficiente de transferencia de calor h_h (Fluido caliente)

Para calcular este coeficiente, se tiene que calcular primeramente la velocidad del fluido, para luego calcular el número de Reynolds y el número de Nusselt.

Calculando Velocidad

$$v = \frac{m}{\rho \cdot A}$$

Donde:

v : Velocidad del fluido $\left(\frac{m}{s}\right)$

ρ : Densidad del aire $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

A : Área por donde circula el aire caliente (m)

$$v = \frac{0.10kg/s}{\frac{1.028kg}{m^3} \cdot \left(\frac{\pi(0.03175m/s)^2}{4}\right)}$$

$$v = 122.86m/s$$

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Donde:

R_e = Numero de Reynolds

ρ = Densidad del aire $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$

v = Velocidad del Fluido $\left(\frac{m}{s}\right)$

d = Diametro del ducto circular (m)

μ = Viscosidad dinamica del fluido (kg/m.s)

Calculando:

$$Re = \frac{(1.028 \text{ kg/m}^3) \cdot (122.86 \text{ m/s}) \cdot (0.03175 \text{ m})}{2.052 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 195,420.44$$

Número de Nusselt

$$Nu = 0.023Re^{0.87} \cdot Pr^{0.4}$$

Donde:

Nu = Número de Nusselt

Re = Número de Reynolds

Pr = Número de Prandtl

Calculando

$$Nu = 0.023(195420.44)^{0.87} \cdot (0.7177)^{0.4}$$

$$Nu = 807.70$$

4.4.9. Coeficiente de transferencia del fluido caliente ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

$$h_h = \frac{k}{d} \cdot Nu \text{ (Cengel, 2007)}$$

Donde:

h_h = *coeficiente de transferencia del fluido caliente ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)*

k = *conductividad termica*

d = *Diametro del ducto por donde circula (m)*

Nu = *Número de Nusselt*

$$h_h = \frac{0.02881 \text{ W/m} \cdot ^\circ C}{0.03175 \text{ m}} \cdot (807.70)$$

$$h_h = 732.90 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$$

4.4.10. Coeficiente de transferencia de calor h_c (Fluido Caliente)

Este Coeficiente se calculará de igual manera como el coeficiente del fluido caliente.

$$v = \frac{m}{\rho \cdot A}$$

$$v = \frac{0.09 \text{ kg/s}}{\frac{1.127 \text{ kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(\frac{\pi (0.03810 \text{ m/s})^2}{4} \right)}$$

$$v = 70.04 \text{ m/s}$$

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

$$Re = \frac{(1.127 \text{ kg/m}^3) \cdot (70.04 \text{ m/s}) \cdot (0.03810 \text{ m})}{1.918 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \cdot \text{s}}$$

$$Re = 156800.13$$

Número de Nusselt

$$Nu = 0.023 Re^{0.87} \cdot Pr^{0.4}$$

$$Nu = 0.023 (156800.13)^{0.87} \cdot (0.7255)^{0.4}$$

$$Nu = 669.78$$

4.4.11. Coeficiente de transferencia de calor h_c (Fluido frío)

$$h_h = \frac{k}{d} \cdot Nu$$

$$h_h = \frac{0.02662 \text{ W/m} \cdot \text{°C}}{0.03810 \text{ m}} \cdot (669.78)$$

$$h_h = 467.97 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

4.5. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

Este coeficiente se utilizará para calcular el área de transferencia de calor, la cual su fórmula está dada de la siguiente manera:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_h} + \frac{\ln(d_2/d_1)}{k} + \frac{1}{h_c}} \text{ (Cengel, 2007)}$$

Donde:

U : Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

h_h : Coeficiente de transferencia del fluido caliente ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

h_c : Coeficiente de transferencia del fluido frio ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

d_1 : Diametro interno del tubo del intercambiador de calor (m)

d_2 : Diametro interno del tubo del intercambiador de calor (m)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{732.18 W/m^2 \cdot ^\circ C} + \frac{\ln(0.03810m/0.03175m)}{385 W/m \cdot ^\circ C} + \frac{1}{467.97 W/m^2 \cdot ^\circ C}}$$

$$U = 5.44 W/m^2 \cdot ^\circ C$$

4.6. Cálculo del área de transferencia de calor

$$A = \frac{q}{U \cdot \Delta T_m} \text{ (Cengel, 2007)}$$

Donde:

A : Area de transferencia de calor (m^2)

q : Flujo de calor en el sistema (W)

ΔT_m : Tempertura media logaritmica ($^\circ C$)

$$A = \frac{3.6252W}{(5.44 W/W^2.°C) . (28.85°C)}$$

$$A = 2.30 m^2$$

4.7. Cálculo de Numero de tubos

Debido a que este diseño es una propuesta para la realización de una cabina de pintura, podemos estimar por el momento la longitud del intercambiador de calor. Cuando se realice en el campo, se tomará en cuenta y corregir la longitud del intercambiador. Se estimó una longitud de 0.50m.

$$A = L . \pi . d . n$$

Donde:

n: Numero de tubos

A: Area de transferencia de calor (m²)

d: Diametro interno del tubo (m)

Despejando la formula anterior para calcular el número de tubos, se expresaría:

$$n = \frac{A}{L . \pi . d}$$

$$n = \frac{2.30m^2}{(0.50m) . \pi . (0.03175m)}$$

$$n = 46 \text{ tubos}$$

En conclusión, el intercambiador de calor tendrá que constar de 46 tubos para poder intercambiar el calor necesario y ayudar a la cabina en adelantar el proceso de secado.

4.8. Cálculo de Quemador

4.8.1. Balance térmico

Mediante la siguiente ecuación, se podrá encontrar el calor necesario que suministrará el calentador.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Donde:

Q_1 : Perdida de calor a traves de paredes y el techo (W)

Q_2 : Calor necesario para calentar el vehículo por unidad de tiempo

Q_3 : Calor necesario para calentar el aire de la cabina de pintura

4.8.2. Cálculo del coeficiente de transferencia por convección al interior de la cabina h_i .

Para calcular este coeficiente se utiliza la teoría de convección forzada, para esto se debe de conocer la velocidad del fluido del interior de la cabina (v_f), donde dichas velocidades se rigen a dos limites, un superior e inferior, donde el superior es de 1.0m/s y el inferior de 0.4m/s.

Si la velocidad pasa los 1.0m/s, esta velocidad se podría tomar como una turbulencia, y si la velocidad es menor de 0.4m/s, se podría decir que esta velocidad es insuficiente para cumplir su propósito.

Entonces, se tomaremos:

$$v_f = 0.45 \text{ m/s}$$

Tendremos que comprobar si el flujo es turbulento conforme a la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho_a \cdot v_f \cdot Dh1}{\mu_a}$$

Donde:

ρ_a : Densidad del aire (kg/cm^3)

v_f : Velocidad del fluido (m/s)

$Dh1$: Diametro hidraulico (m)

μ_a : Viscosidad dinamica del aire a $60^\circ C$ ($kg/m.s$)

Utilizando la tabla de transferencia de calor se pueden obtener los valores a $60^\circ C$.

4.8.3. Cálculo del Diámetro hidráulico

Primeramente, se necesita conocer el diámetro hidráulico para conocer el número de Reynolds, mediante la siguiente formula:

$$Dh1 = \frac{4 \cdot At1}{Pm1}$$

Donde:

$Dh1$: Diametro Hidraulico (m)

At : Área transversal del flujo (m^2)

P_m : Perimetro mojado (m)

Calculando:

$$Dh1 = \frac{4 (36.48m^2)}{24.8m}$$

$$Dh1 = 5.88 m$$

Calculando número de Reynolds.

$$Re = \frac{1.059 kg/m^3 \cdot 0.45 m/s \cdot 5.88m}{2.008 \times 10^{-5} kg/m \cdot s}$$

$$Re = 139547.51$$

Ya que el número de Reynolds nos da un valor mayor a 4,000, se puede decir que el flujo es turbulento, ya que tiende a tener movimientos irregulares.

Cálculo de Numero de Nusselt

$$Nu1 = 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^n$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt

Re: Número de Reynolds

Pr: Número de Prandtl a 60°C

n = Coeficiente (0.4 para casos de calentamiento)

Calculando

$$Nu1: 0.023 \cdot 139547.51^{0.8} \cdot 0.7202^{0.4}$$

$$Nu1 = 263.32$$

4.8.4. Coeficiente de transferencia por Convección hi

$$hi = \frac{ka \cdot Nu1}{Dh1}$$

Donde:

hi: Coeficiente de transferencia por conveccion ($W/m^2 \cdot K$)

ka: Conductividad termica del aire a $60^\circ C$ ($0.2808 W/m \cdot K$)

Dh1: Diametro hidraulico (m)

$$hi = \frac{(0.02808 W/m \cdot K) (263.32)}{5.88m}$$

$$hi = 1.26 W/m^2 \cdot K$$

$$Ri = \frac{1}{hi \cdot A}$$

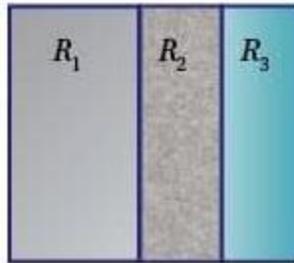
$$Ri = \frac{1}{(1.26 W/m^2 \cdot K)(118.56m^2)}$$

$$Ri = 6.69 \times 10^{-3} K/W$$

4.9. Resistencia por conducción de la pared interna (laterales y techos)

Para realizar estos cálculos, se tienen que tomar en cuenta el espesor de la pared, ya que estas paredes estarán hechas de planchas galvanizadas, y se tendrá que utilizar las conductividades térmicas de cada una de ellas, nuestro sistema de resistencias térmicas constará de 3 Resistencias en total. (Ver Figura N° 2).

Figura N° 2.
Resistencia Térmica de Lamina Ignifuga



Nota: Esta figura corresponde a las resistencias térmicas que proporcionará la lámina ignifuga a utilizar.

Donde se podrá observar, que nuestro R1 y R3, son las láminas de aceros galvanizadas, y R2 sería el material interno que estará entre las dos laminas (en este caso utilizaremos espuma de poliuretano).

$$R1 \text{ y } R3 = \frac{L1}{K_{\text{acero galvanizado}} \cdot A_p}$$

Donde:

L1: Espesor de lamina de acero (m)(Espesor de 1.214mm (conforme al catalogo de planchas))

K_{acero galvanizado}: Conductividad termica de Acero Galvan (W/m.K) (Anexo 4)

A_p: Area total de las paredes laterales, techo y piso (m²)

$$R1 \text{ y } R3 = \frac{0.00214m}{52 \text{ W/m.K} \cdot 118m^2}$$

$$R1 \text{ y } R3 = 3.48 \times 10^{-7} k/W$$

4.9.1. Resistencia por conducción en el aislante

Como aislante interno de las paredes, se ocupará la espuma de poliuretano, y su conductividad térmica es de 0.029 W/m.K (Anexo 5), hay que tomar en cuenta a la selección de su aislante térmico, en cuan menor sea su valor, mejor aislante es.

$$R2 = \frac{L2}{K_{\text{Espuma poliuretano}} \cdot Ap}$$

Donde:

$L2$: Espesor del aislante (m)

$K_{\text{Espuma Poliuretano}}$ = Conductividad termica del aislante 0.029 W/m.K

Ap : Area total de las paredes laterales, techio y piso (m^2)

$$R2 = \frac{0.10\text{m}}{(0.029 \text{ W/m.K})(118\text{m}^2)}$$

$$R2 = 0.029\text{K/W}$$

4.9.2. Cálculo de resistencia por convección natural

$$Re = \frac{1}{h2 \cdot Ap}$$

Donde:

$h2$: coeficiente de transferencia por conveccion

Ap : Área total de las paredes laterales, techo y piso (m^2)

Para calcular la resistencia por convección natural, primero se tiene que calcular el valor de $h2$, que es el coeficiente de transferencia por convección al exterior

de cabina, para obtener el valor hay que determinar el número de Rayleigh, mediante la siguiente ecuación:

$$Ra = \frac{g \cdot \beta a \cdot (Ts - Tmin) Lc^3}{va^2}$$

Donde:

g: Gravedad

βa: coeficiente de expansion volumetrica del aire

Ts: Temperatura de superficie

Tmin: Temperatura ambiente

Lc: Longitud caracteristica para una placa vertical (Altura de la placa)

v: Viscosidad cinematica del aire

Temperatura de h_{medio} ambiente (media): 28°C

Tabla N° 2

Interpolación para encontrar la viscosidad cinemática del aire a 28°C

INTERPOLANDO	
TEMPERATURA	VISCOSIDAD CINEMATICA (m2/s)
25°C	1.562x10-5
28°C	1.589x10-5
30°C	1.608x10-5

Nota: Estos datos para realizar la interpolación se toman de la tabla de las "Propiedades del aire" (Anexo 4).

$$Ra = \frac{(9.81 \text{ m/s}) \cdot \frac{1}{28^{\circ}\text{C}} \cdot (60^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C})(3\text{m})^3}{(1.589 \times 10^{-5})^2}$$

$$Ra = 1.198 \times 10^{12}$$

$$Nu = 0.1(Ra)^{1/3}$$

$$Nu = 0.1(1.198 \times 10^{12})^{1/3}$$

$$Nu = 968.03$$

$$ho = \frac{K_{air} \cdot Nu}{L_c}$$

Donde:

K_{air} = Conductividad termica del aire

Nu = El número de Nusselt

L_c : Longitud característica para una placa vertical (Altura de la placa)

$$ho = \frac{K_{air} \cdot Nu}{L_c}$$

Tabla N° 3

Interpolación para encontrar la conductividad térmica del aire a 28°C.

INTERPOLANDO	
TEMPERATURA	K (CONDUCTIVIDAD)
25°C	0.02551 W/m.K
28°C	0.02573 W/m.K
30°C	0.02588 W/m.K

Nota: Estos datos para realizar la interpolación se toman de la tabla de las "Propiedades del aire" (Anexo 4).

$$ho = \frac{(0.02573 \text{ W/m.K}) \cdot 968.03}{3\text{m}}$$

$$ho = 8.30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$Re = \frac{1}{ho \cdot Ap}$$

$$Re = \frac{1}{(8.30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}) \cdot (118\text{m}^2)}$$

$$Re = 1.02 \times 10^{-3} \text{ K/W}$$

Al haber calculado todas las resistencias, se procederá a calcular mediante una sumatoria el total de resistencia.

$$R_{total} = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_e$$

$$R_{total} = 6.69 \times 10^{-3} \text{ K/W} + 3.48 \times 10^{-7} \text{ K/W} + 0.029 \text{ K/W} + 3.48 \times 10^{-7} \text{ K/W} \\ + 1.02 \times 10^{-3} \text{ K/W}$$

$$R_{total} = 0.036 \text{ K/W}$$

A continuación, se calculará el calor necesario para calentar la cabina de pintura por las pérdidas producidas por las paredes:

$$\dot{Q}_1 = \frac{\Delta T}{R_T}$$
$$\dot{Q}_1 = \frac{(80 - 28)^\circ\text{C}}{0.036 \text{ K/W}}$$
$$\dot{Q}_1 = 1,444 \text{ W}$$

4.10. Cálculo del calor necesario para el interior de la cabina Q_2 .

Cálculo de la cantidad de aire interno de la cabina:

$$m = \rho \cdot V$$

Donde:

m: Masa de aire a calentar

ρ: Densidad del aire

V: Volumen de la cabina de pintura

$$V = l \cdot a \cdot h$$

$$V = 7.60m \cdot 4.8m \cdot 3m$$

$$V = 109.44m^3$$

Densidad del aire a 80°C= 0.9994kg/m³

$$m = (0.9994 \text{ kg}/m^3)(109.44m^3)$$

$$m = 109.37 \text{ kg}$$

4.10.1. Calculando Calor interno necesario para la cabina \dot{Q}_2 .

$$Q_2 = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

m: Masa de aire a calentar

C_p: Calor especifico del aire (se obtiene mediante la tabla de transferencia de calor)

ΔT: Diferencia de temperatura

$$Q_2 = (109.44m^3) \cdot (1007 \text{ J}/kg \cdot ^\circ C) \cdot (353.15 - 301.15)K$$

$$Q_2 = 5,730,716J \cong 5,730.71 \text{ kJ}$$

4.10.2. Cálculo del calor necesario para calentar el vehículo

$$Q_3 = m_v \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

m: Masa del Vehiculo en kg (Peso máximo promedio 2,000kg)

C_p: Calor especifico del vehiculo (material de acero 460 J/kg°C)

ΔT: Diferencia de temperatura

$$Q_3 = (2,000m^3) \cdot (460 \text{ J}/kg \cdot ^\circ C) \cdot (80 - 28)^\circ C$$

$$Q_3 = 478400J \cong 478.4kJ$$

Para calcular el calor necesario para calentar la cabina y el vehículo, hay que estimar el tiempo de calentamiento.

Dicho tiempo puede ser calculado a partir del flujo de aire volumétrico Q , necesario para la ventilación de la cabina.

$$Q = \frac{V_c}{t}$$

Donde V_c , es el volumen de la cabina en m^3 .

Despejando:

$$t = \frac{109.44m^3}{1} = 109.44 S$$

Calculando:

$$\dot{Q}_2 = \frac{Q_2}{t} = \frac{5,730,716J}{109.44 S}$$

$$\dot{Q}_2 = 52,364 W$$

$$\dot{Q}_3 = \frac{Q_3}{t} = \frac{478400J}{109.44 S}$$

$$\dot{Q}_2 = 4,371.34 W$$

4.10.3. Sumatoria de calores calculados

$$Q_{Total} = \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_3$$

$$Q_{Total} = 1,444 W + 52,364W + 4,371.34W$$

$$Q_{Total} = 58,179.34 W \cong 58.18kW$$

Habiendo calculado el calor necesario, se puede proceder a seleccionar el tipo de quemador que se puede utilizar en la cabina, un quemador que nos proporcione lo requerido que calculamos anteriormente.

Se seleccionará un quemador gasóleo de Marca Baltur Modelo BTL 4 50-60 Hz, el cual su potencia oscilan entre 26 a 56.1 kW, se puede observar la ficha técnica de dicho quemador en el (Anexo 6).

4.11. Sistema de Filtrado en la Cabina

Los filtros para la entrada de aire en las cabinas de pintura deben ser de alta eficiencia de grado M5 con materiales adhesivos que retengan partículas, están compuestos por una mezcla de fibras sintéticas con una estructura multicapa y densidad progresiva, también tienen una malla en el lado de la salida del aire para asegurar una mayor retención de partículas (Ver Figura N° 3).

Algunas de las características de estos filtros son:

- Espesor 20 mm
- Velocidad del aire 0.25 m/s
- Capacidad de retención 98%
- Temperatura máxima 120°C
- Clasificación al fuego DIN 53438
- Caudal 900 m^3/h

Figura N° 3. Filtros de grado M5.



Nota: Filtro a utilizar en la entrada de aire.

El filtro que se ocupará en el suelo, tiene la capacidad de filtrar aire y retener las partículas de pintura para evitar que sean expulsadas al medio ambiente y contaminar las áreas de trabajo de los alrededores.

Estos filtros están hechos de fibra de vidrios entrelazada la composición del material, se hace con densidades progresivas para una mayor capacidad de retención y alargar la vida útil (Ver Figura N°4). Las características presentes en este tipo de filtros son clases G3, las cuales son:

- Temperatura máxima en servicio continuo 120°C
- Velocidad del aire 2.5 m/s
- Espesor 50mm

Figura N°4. Filtro de aire a base de fibra de vidrio.



Nota: Filtro a utilizar en el piso de la cabina.

4.12. Sistema de Iluminación

Debido a que las cabinas de pintura son recintos cerrados, utilizan iluminación artificial, para que, al momento de que el operario realice el proceso de pintado obtenga una visibilidad adecuada y lo realice sin falla alguna. Para lograr que la iluminación sea la adecuada esta se coloca en la parte superior apuntando hacia el vehículo en un ángulo de 45° (Ver Figura N°5).

También para obtener una iluminación uniforme en la parte inferior del vehículo se decidió ubicar iluminación en los costados de la cabina a una altura cercana al suelo, con esto se aumenta la precisión y se disminuye el riesgo de errores.

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

Para las cabinas de pintura se recomienda que la iluminación sea de entre 1000 a 2000 lúmenes, para garantizar iluminar homogéneamente, eliminando las sombras, el alumbrado que usaremos en nuestra cabina estará compuesto por tubos led. Seleccionamos una luminaria marca Philips modelo T8 de 18W la cual genera 2000 lúmenes.

Figura N°5.



Nota: Iluminación direccionada a 45°

5. Conclusión

La cabina seleccionada es de tipo presurizada para la realización de los mejores acabados en el área de pintura automotriz para los vehículos Sedan, donde el aire accede desde el techo y se distribuye de manera vertical hacia el ventilado de extracción.

En el presente proyecto se encontraron contaminantes que pueden afectar al acabado en la pintura automotriz que proviene del exterior, como son aquellas micro partículas de polvos, humedad, u otros químicos presentes en el aire, donde se puede evitar los trabajos innecesarios que puede generar costos muy altos.

Se eligieron equipos tecnológicos para reducir la contaminación al exterior, utilizando los filtros M5 para la inyección del aire por la parte superior y mantas de fibra de vidrio en la parte inferior, así para retener todas las partículas que se generan en los procesos de pintura y evitando que salgan a la atmosfera.

Para dimensionar la cabina de pintura se tomaron en cuenta las medidas en altura de 3 m, anchura de 4.8 m y largo de 7.6 m para los modelos de vehículos sedan. Estas medidas serán destinadas para la posible construcción en el Taller Moreno.

6. Recomendación

Para mantener una cabina de pintura en unas excelentes condiciones te damos una serie de consejos que te van a ser de mucha utilidad:

- Mantener siempre limpio el suelo de la cabina antes de pintar.
- Antes de pintar el vehículo, remover todos los materiales que no se utilizan.
- Remover los elementos peligrosos e inflamables (gasolina del depósito del vehículo).
- Durante el pintado, entra y sal de la cabina lo menos posible para evitar que entre polvo.
- Antes de pintar comprueba si hay gas-oil en el depósito de la cabina para prevenir que el quemador no arranque.
- Los trabajadores deben ocupar la ropa adecuada y cambiarse los zapatos antes de entrar.
- Fumar está estrictamente prohibido dentro de la cabina de pintura.
- Salvo la pistola de pintar y el decantador de agua, no está permitida la entrada de ningún otro material de pintura en la cabina.
- Usa aire comprimido para limpiar las primeras redes de los filtros cada 40 horas de trabajo.
- Limpia las redes de los filtros en los inyectores de las pipetas de aceite de los quemadores cada mes.
- Cambia los filtros de plenum de la parte superior de la cabina periódicamente.

Seguir los consejos anteriores tendrás siempre una cabina de pintura en óptimo estado, lo cual facilitará que tu instalación dure mucho tiempo, sea competitiva y tus trabajos de pintura sean perfectos.

7. Bibliografía

- acción, A. e. (Enero de 2023). *Ayuda en acción*. Obtenido de Ayuda en acción: <https://ayudaenaccion.org/blog/sostenibilidad/tipos-contaminacion-ambiental/>
- AutoCrash. (21 de Diciembre de 2018). *AutoCrash*. Obtenido de AutoCrash: <https://www.revistaautocrash.com/la-cabina-de-pintura-hace-la-diferencia/>
- Axalta. (2020). *Axalta*. Obtenido de Axalta: https://www.axalta.com/blog_mx/es_ES/repintado-automotriz/proceso-repintado/como-funciona-una-cabina-de-pintura-automotriz.html
- Baltur. (s.f.). *Baltur*. Obtenido de Quemadores Baltur: http://www.baltur.com/ww/es/productos/quemadores/quemadores_de_gas%C3%B3leo/btl_4_50-60hz
- Blog, S. (s.f.). *SyP Blog*. Obtenido de SyP Blog: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/diferencias-entre-extractor-de-aire-industrial-y-un-ventilador/#:~:text=Los%20ventiladores%20insuflan%20aire%20limpio,cie rta%20depresi%C3%B3n%20en%20el%20espacio.>
- Bolaños, J. A. (2004). *Diseño de Cabina de Pintura Automotriz*. Guatemala.
- Brito, J. (s.f.). *Contaminación producida por la pintura automotriz*. Obtenido de Contaminación producida por la pintura automotriz: <https://groups.google.com/g/alondraii/c/1CRfyqE4ofM>
- Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de Calor y Masa* (Tercera Edición ed.). (R. d. Alayón, Ed.) México, Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.
- Company, T. N. (s.f.). *The New York Blower Company*. Obtenido de The New York Blower Company: <https://www.nyb.com/es/spray-booth-exhaust/#:~:text=Eliminar%20los%20vapores%20de%20pintura,una%20a plicaci%C3%B3n%20de%20ventilaci%C3%B3n%20especializada.>
- Conceptos, D. (2023). *DeConceptos.com*. Obtenido de <https://deconceptos.com/tecnologia/cabina>
- DPA. (2021). *DPA*. Obtenido de Diluyentes para pinturas al agua: <https://dpadiluyentes.com/que-se-necesita-para-una-cabina-de-pintado-automotriz/#:~:text=El%20objetivo%20es%20conseguir%20una,perfeccio nar%20a%C3%BAn%20m%C3%A1s%20la%20zona.>
- EAFIT, U. (2018). *Universidad EAFIT*. Obtenido de Universidad EAFIT: <https://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/que-es-la->

contaminacion.aspx#:~:text=Hablamos%20de%20contaminaci%C3%B3n%20cuando%20en,afectan%20el%20equilibrio%20del%20ecosistema.

Magazine, A. (2018). *AutoBody Magazine*. Obtenido de AutoBody Magazine: <https://www.autobodymagazine.com.mx/2017/11/01/filtros-aire-de-cabina-de-pintura2/#:~:text=Pre%2Dfiltros.,de%20los%20filtros%20de%20techo.>

Magazine, A. (s.f.). *Autobody Magazine*. Obtenido de Autobody Magazine: https://www.autobodymagazine.com.mx/2016/11/01/iluminacion_pintura2/#:~:text=Iluminaci%C3%B3n%20en%20cabinas,algunas%20pantallas%20en%20los%20laterales.

Morales, G. (09 de Enero de 2018). *Guillermo Morales*. Obtenido de El Respaldo de un Lider : <https://www.guillermomorales.cl/diferentes-tipos-pintura-auto/>

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos* (Sexta Edición ed.). México: Pearson Educación.

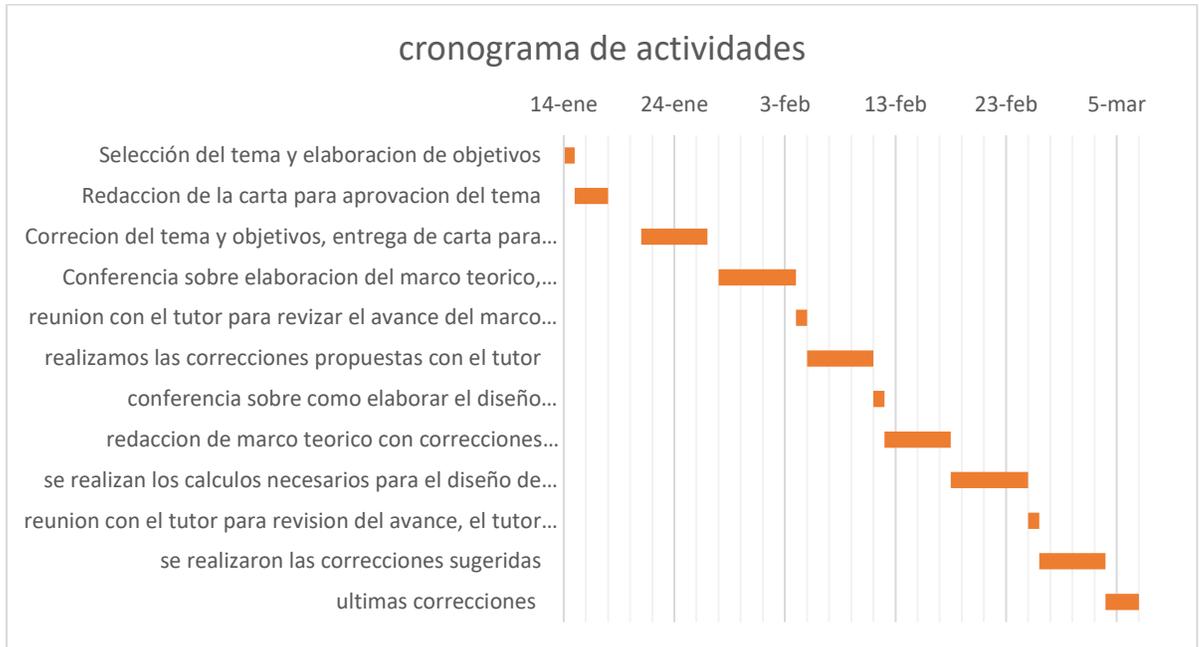
Pinturas, C. d. (s.f.). *Cabinas de Pinturas*. Obtenido de Cabinas de Pinturas: <https://cabinas-de-pintura.com/>

Prueba de Ruta. (s.f.). Obtenido de [pruebaderuta.com](https://www.pruebaderuta.com/): <https://www.pruebaderuta.com/pintura-automotriz-conceptos-generales.php>

TECFILTER. (s.f.). *TECFILTER*. Obtenido de TECFILTER: <https://www.tecfilter.com/areas-de-actividad/filtracion-de-aire-en-cabinas/>

Wikipedia. (20 de Octubre de 2022). *Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Cabina_de_pintura

8. Cronograma



9. Anexos

Anexo 1.

Tabla de Carros Sedan (varias marcas).

Modelo	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Altura (mm)	Maletero (litros)
Alfa Romeo Giulietta	4.351	1.798	1.465	350
Audi A3 Sportback	4.313	1.785	1.426	380
BMW Serie 1	4.329	1.765	1.421	360
Citroën C4 Cactus	4.170	1.729	1.480	358
Fiat Tipo	4.368	1.792	1.495	440
Ford Focus	4.378	1.825	1.452	375
Honda Civic	4.518	1.799	1.434	478
Hyundai i30	4.340	1.795	1.455	395
Kia Ceed	4.310	1.800	1.447	395
Kia ProceeD	4.605	1.800	1.422	594
Lexus CT 200h	4.350	1.765	1.455	375
Mazda 3	4.470	1.795	1.465	364
Mercedes Clase A	4.419	1.976	1.440	341
Opel Astra	4.370	1.809	1.485	370
Peugeot 308	4.253	1.804	1.472	398
Renault Mégane	4.359	1.814	1.447	384
Seat León	4.282	1.816	1.459	380
Skoda Scala	4.362	1.793	1.471	467
Subaru Impreza	4.460	1.775	1.480	385
Toyota Corolla	4.330	1.760	1.475	360
Volkswagen Golf	4.258	1.790	1.492	380
Volvo V40	4.370	1.783	1.420	335

Anexo 2.

Ventilador Seleccionado marca Prextur.

Ventilador

Caudal máx.
11010 m ³ /h
peso
146 Kg

Motor

Potencia
2,2 kW
Motor RPM
1435
I max. 230 V
8,07 A
I max. 400 V
4,64 A
Tamaño
100L
Peso
34 Kg
Eficiencia
86.7 %
FP
0.81

ERP

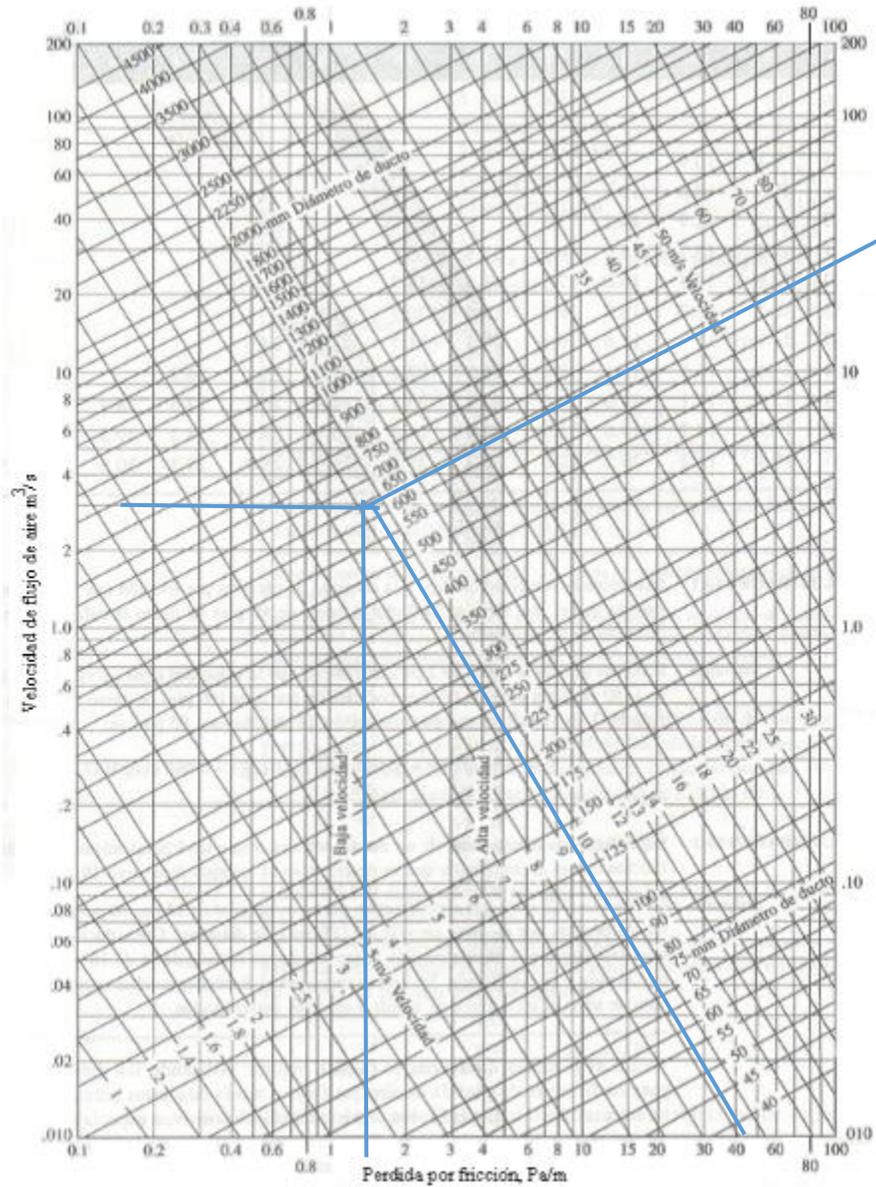
Ficha del ventilador		
Tipo de ventilador	Ventilador centrífugo con palas curvadas hacia atrás con carcasa	
Categoría de instalación	A	Aspiración e impulsión libre
Categoría de Eficiencia	Estática	
VF	No	
	Valores	Requisitos 2015
Eficiencia máx. (%)	69.84	52.89
Grado de Eficiencia	77.95	61
Potencia absorbida (kW)	1.689	

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

Caudal (m ³ /h)	6285.91
Presión estática (Pa)	662.75
Velocidad (rpm)	1435
Ratio específico	1.01

Anexo 3.

Grafica para obtener el diámetro equivalente y la pérdida de fricción. (Mott, 2006)



Anexo 4.

Tabla de las diferentes Propiedades del Aire. (Cengel, 2007)

TABLA A-15

Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., $T, ^\circ\text{C}$	Densidad, $\rho, \text{kg/m}^3$	Calor específico, $c_p, \text{J/kg} \cdot \text{K}$	Conductividad térmica, $k, \text{W/m} \cdot \text{K}$	Difusividad térmica, $\alpha, \text{m}^2/\text{s}^2$	Viscosidad dinámica, $\mu, \text{kg/m} \cdot \text{s}$	Viscosidad cinemática, $\nu, \text{m}^2/\text{s}$	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-6}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-6}	5.837×10^{-6}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-6}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

Anexo 5.

Propiedades térmicas de materiales de construcción.

PROPIEDADES TÉRMICAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y AISLANTES				
Material	Densidad(kg/m ³)	Calor específico(J/(kg·K))	Conductividad térmica(W/(m·K))	Difusividad térmica (m ² /s) (x10 ⁻⁶)
Acero	7850	460	47-58	13,01-16,06
Agua	1000	4186	0,58	0,139
Aire	1,2	1000	0,026	21,67
Alpaca	8,72	398	29,1	8384,8
Aluminio	2700	909	209-232	85,16-94,53
Amianto	383-400	816	0,078-0,113	0,250-0,346
Arcilla refractaria	2000	879	0,46	0,261
Arena húmeda	1640	-	1,13	-
Arena seca	1400	795	0,33-0,58	0,296-0,521
Asfalto	2120	1700	0,74-0,76	0,205-0,211
Baldosas cerámicas	1750	-	0,81	-
Baquelita	1270	900	0,233	0,201
Bitumen asfáltico	1000	-	0,198	-
Bloques cerámicos	730	-	0,37	-
Bronce	8000	360	116-186	40,28-64,58
Carbón (antracita)	1370	1260	0,238	0,139
Cartón	-	-	0,14-0,35	-
Cemento (duro)	-	-	1,047	-
Cinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Cobre	8900	389	372-385	107,45-111,20
Corcho (expandido)	120	-	0,036	-
Corcho (tableros)	120	1880	0,042	0,186

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

Espuma de poliuretano	40	1674	0,029	0,433
Espuma de vidrio	100	-	0,047	-
Estaño	7400	251	64	34,46
Fibra de vidrio	220	795	0,035	0,200
Fundición	7500	-	55,8	-
Glicerina	1270	2430	0,29	0,094
Goma dura	1150	2009	0,163	0,070
Goma esponjosa	224	-	0,055	-
Granito	2750	837	3	1,303
Hierro	7870	473	72	19,34
Hormigón	2200	837	1,4	0,761
Hormigón de cascote	1600-1800	-	0,75-0,93	-
Láminas de fibra de madera	200	-	0,047	-
Ladrillo al cromo	3000	840	2,32	0,921
Ladrillo común	1800	840	0,8	0,529
Ladrillo de circonio	3600	-	2,44	-
Ladrillo de magnesita	2000	1130	2,68	1,186
Ladrillo de mampostería	1700	837	0,658	0,462
Ladrillo de sílice	1900	-	1,070	-
Lana de vidrio	100-200	670	0,036-0,040	0,537-0,299
Latón	8550	394	81-116	24,04-34,43
Linóleo	535	-	0,081	-
Litio	530	360	301,2	1578,61
Madera	840	1381	0,13	0,112
Madera de abedul	650	1884	0,142	0,116
Madera de alerce	650	1298	0,116	0,137

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

Madera de arce	750	1591	0,349	0,292
Madera de chopo	650	1340	0,152	0,175
Madera de fresno	750	1591	0,349	0,292
Madera de haya	800	1340	0,143	0,133
Madera de haya blanca	700	1340	0,143	0,152
Madera de pino	650	1298	0,163	0,193
Madera de pino blanco	550	1465	0,116	0,144
Madera de roble	850	2386	0,209	0,103
Mármol	2400	879	2,09	0,991
Mica	2900	-	0,523	-
Mortero de cal y cemento	1900	-	0,7	-
Mortero de cemento	2100	-	1,4	-
Mortero de vermiculita	300-650	-	0,14-0,26	-
Mortero de yeso	1000	-	0,76	-
Mortero para revoques	1800-2000	-	1,16	-
Níquel	8800	460	52,3	12,92
Oro	19330	130	308,2	122,65
Pizarra	2650	758	0,42	0,209
Placas de yeso	600-1200	-	0,29-0,58	-
Plata	10500	234	418	170,13
Plexiglás	1180	-	0,195	-
Plomo	11340	130	35	23,74
Poliestireno	1050	1200	0,157	0,125
Porcelana	2350	921	0,81	0,374
Serrín	215	-	0,071	-
Tierra de diatomeas	466	879	0,126	0,308

DISEÑO DE CABINA DE VEHICULOS AUTOMOTRICES /SEDAN

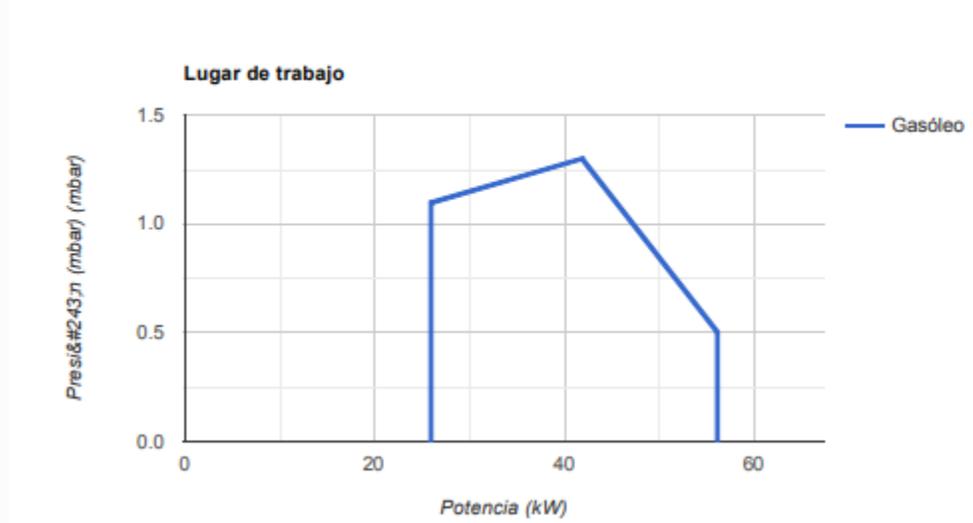
Tejas cerámicas	1650	-	0,76	-
Vermiculita expandida	100	837	0,07	0,836
Vermiculita suelta	150	837	0,08	0,637
Vidrio	2700	833	0,81	0,360
Yeso	1800	837	0,81	0,538

Anexo 6.

Ficha técnica de Quemador Seleccionado. (Baltur, s.f.)



Lugar de trabajo



Datos técnicos

Tipo artículo	Quemador de gasóleo. Funcionamiento mono etapa
Regolazione aria e testa	Ajuste del aire comburente y de la cabeza de combustión
Regolazione aria	Toma de aire de combustión con mampara de mariposa. Regulación manual del caudal de aire.
Chiusura aria	Cierre de la clapeta del aire cuando el quemador está parado para evitar dispersiones de calor en la chimenea.
Combustibile	Gasolio

Funcionamiento	monostadio
Potencia Térmica Mínima (kW)	26
Potencia Térmica Máxima (kW)	56.1
Caudal Mín (Sm ³ /H)	2.2
Caudal Máx (Sm ³ /H)	4.7
Manutenzione facilitata	Fácil mantenimiento al poder extraer el grupo pulverizador sin desmontar el quemador de la caldera.
Viscosidad Máx (°E)	1.5
Flangia	Brida de conexión al generador corrediza para adaptar el saliente del cabezal a diferentes tipos de generadores de calor.
Coperchio	Tapa de protección en material plástico fonoabsorbente.
Circuito combustibile	Circuito de alimentación de combustible formado por bomba de engranajes con ajuste de la presión y válvulas de cierre.
Controllo fiamma	Control de la presencia de la llama mediante fotorresistencia. Conector de 7 bornes para la alimentación eléctrica y termostática del quemador.
Protezione elettrica	Instalación eléctrica con grado de protección:
Tipo Alimentación Eléctrica	AC
N.º Fases	1N
Tensión Alimentación (V)	230
Frecuencia Alimentación (Hz)	50/60
Potencia Motor Ventilador (kW)	0.1
Peso sin embalaje (kg)	10.8
Peso con embalaje (kg)	12
Ancho (mm)	540
Profundidad (mm)	300
Altura (mm)	320

Anexo 7.

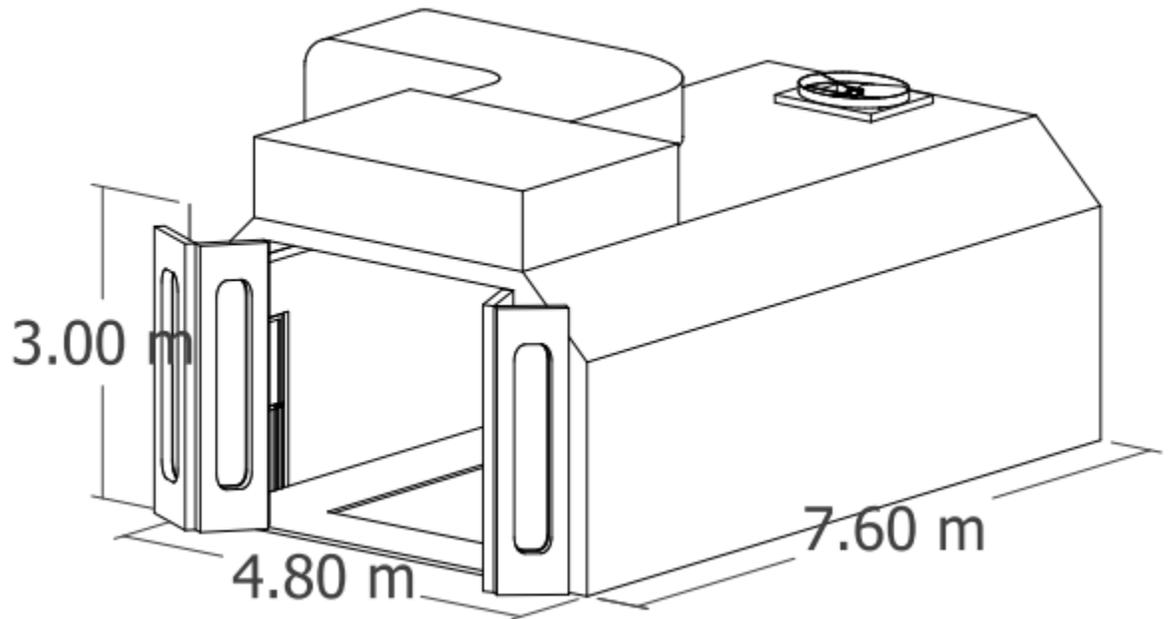
Tabla de vehículos sedan con sus diferentes pesos en Kilogramos.

Categoría	Modelo	Peso
Urbanos	Fiat 500	980 kilos
Utilitarios	Dacia Sandero	1090 kilos
Compactos	Seat Leon	1275 kilos
Berlinas medias	Skoda Octavia	1.315 kilos
Berlinas grandes	Mercedes Clase E	1.730 kilos
SUV pequeños	Seat Arona	1.185 kilos
SUV medios	Hyundai Tucson	1.425 kilos
SUV grandes	Citroën C5 Aircross	1.490 kilos

Anexo 8.

Plano de Cabina (Autores)

Vista Principal.



Vista Posterior.



Vista Parte Derecha

