

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica
y Mecatrónica**



**“DISEÑO DE UNA CABINA DE PINTADO, LACADO Y HORNEADO PARA EL
TALLER AUTOMOTRIZ TECH MOTORS AQP-2019”**

Tesis presentada por el Bachiller:
Rodríguez Apaza, Gonzalo Jesús

para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor: Magister Valencia Salas, Mario José

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA
ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

**“DISEÑO DE UNA CABINA DE PINTADO, LACADO
Y HORNEADO PARA EL TALLER AUTOMOTRIZ
TECH MOTORS AQP”**

Presentado por el Bachiller:

RODRIGUEZ APAZA GONZALO JESUS

Nuestro DICTAMEN es:

Aprobado

OBSERVACIONES:

Absueltas

Arequipa, 6/Agost 2019

Carlos Gordillo Andia

ING. CARLOS GORDILLO ANDIA

Mario Valencia Salas

ING. MARIO VALENCIA SALAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mis padres Gonzalo y Doris, mi hermana Alejandra y de manera especial a Elizabeth y Maxi.



RESUMEN

El presente proyecto de Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors Arequipa-2019, cuyo objetivo es tener un nuevo concepto de servicio de en la ingeniería automotriz al lograr mejores acabados, reducir costos, evitar contaminación ambiental y una operación continua.

El proyecto consiste en un diseño que proporcione un ambiente adecuado para la aplicación de pintura automotriz, donde implica varios factores como lo son, la calidad del ambiente libre de partículas, ventilación continua, calefacción e iluminación adecuadas, ambiente óptimo para el operario de la misma y que cumpla con los requerimientos o parámetros establecidos por las casas matrices fabricantes de pintura automotriz. Para el diseño de esta instalación, se determinó la aplicación específica de la cabina, tomando en cuenta el tipo de vehículo a pintar de acuerdo a un estudio de mercado regional, de acuerdo a las variables el tipo de vehículo, pintura a utilizar, las dimensiones de la cabina, material de construcción, materiales aislantes del calor, ventilación o velocidad del aire, iluminación y calefacción adecuados. Se revisó información técnica de las especificaciones de la pintura a utilizar y de acuerdo a este tipo se determinó la correcta selección y balance de todos los componentes ya mencionados.

Las dimensiones de la cabina horno de pintura es de 7 m de largo, 4 m de ancho y 3.5 m de alto, dimensiones que permitirán el pintado de camionetas y automóviles en general y el secado en el mismo ambiente a temperatura promedio de 60°C y el nivel de iluminación de la cabina va ser uniforme y no menos de 750 Lux a nivel del piso, para la inyección y expulsión del aire se seleccionó ventiladores centrífugos tipo siroco de baja presión y alto caudal, ruido sonora de nivel bajo, aislamiento para las paredes de poli estireno expandido el techo y piso lana de lana de vidrio y la calefacción un quemador de combustible a fuego directo y el costo del proyecto es de 14 500 US\$.

Palabras Claves: Cabina de pintado, temperatura, secado, calefacción, iluminación.

ABSTRACT

The thesis project entitled Design of a Painted, Lacquered and Baked Booth for the Tech Motors Arequipa-2019 Automotive Workshop, for continuous operation by fixing the pigments in the metal of the carroceries of the vehicles.

The work consists of the design that provides an adequate environment for the application of automotive paint. When mentioning adequate implies several factors such as, particle-free environment, adequate ventilation, heating and lighting, optimal environment for the operator of the same and that meets the requirements or parameters established by the parent manufacturers of automotive paint. For the design of this installation, the specific application of the cabin was determined, taking into account the type of vehicle to be painted, according to the variables such as the type of vehicle, paint to be used, dimensions of the cabin, construction material, heat insulating materials, ventilation or air speed, adequate lighting and heating. Technical information of the specifications of the painting to be used was reviewed and according to this type the correct selection and balance of all the aforementioned components was determined.

The dimensions of the paint furnace cabin is 7 m long, 4 m wide and 3.5 m high, dimensions that will allow the painting of trucks and cars in general and the drying in the same environment at an average temperature of 60°C and the lighting level of the cab var be uniform and not less than 750 Lux at the level of the floor, for the injection and expulsion of the air were selected sirocco centrifugal fans of low pressure and high flow rate, low level noise, isolation for the parades of Expanded polystyrene roof and floor wool of glass wool and heating a fuel burner to direct fire and the cost of the project is 14 500 US \$.

Key Words: Painted booth, temperature, drying, heating, lighting

ÍNDICE

RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.4. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	4
1.6. ALCANCES	4
1.7. LIMITACIONES	4
CAPITULO 2: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA	5
2.1. EMPRESA.....	5
2.2. SITUACIÓN GENERAL.....	5
2.2.1. <i>Ubicación Geográfica y Distribución</i>	5
2.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	7
2.4. VISIÓN, MISIÓN DE LA EMPRESA.....	7
2.5. OBJETIVOS DE LA EMPRESA.....	8
2.6. SERVICIOS QUE OFRECE EL TALLER	8
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	9
3.1. INTRODUCCIÓN	9
3.2. CABINA HORNO DE PINTURA.....	9
3.2.1. <i>Cabina de Pintado</i>	10
3.3. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO	14
3.4. TIPOS DE CABINA DE HORNO DE PINTURA.....	14
3.4.1. <i>SEGÚN LA DIRECCIÓN FLUJO DE AIRE</i>	14
3.4.2. <i>SEGÚN SISTEMA DE IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN DE FLUJO</i> ..	16
3.4.3. <i>SEGÚN EL SISTEMA DE FILTRADO</i>	18

3.5.	FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA	20
3.6.	VENTILADORES	22
3.6.1.	<i>TIPOS DE VENTILADORES.....</i>	23
CAPÍTULO 4: DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES		26
4.1.	DESCRIPCIÓN	26
4.2.	SELECCIÓN DE TIPO DE CABINA HORNO DE PINTURA.....	26
4.3.	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	27
4.4.	COMPONENTES DE LA CABINA HORNO DE PINTURA	27
4.5.	DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA CABINA HORNO DE PINTURA	28
4.5.1.	<i>Cabina Horno de Pintura.....</i>	28
4.6.	SISTEMA IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE	36
4.6.1.	<i>Determinación de Caudal Necesario.....</i>	36
4.6.2.	<i>Determinación de Pérdidas Hidráulicas en la Extracción del Aire en la Cabina</i>	38
4.7.	RESUMEN DE PÉRDIDAS HIDRÁULICAS EN LA EXTRACCIÓN DE AIRE EN LA CABINA	46
4.8.	DETERMINACIÓN DE LA CURVA CARACTERISTICA DEL SISTEMA DE PERDIDAS HIDRÁULICAS.....	47
4.8.1.	<i>Selección del Ventilador para Impulsión y Extracción de Flujo.....</i>	48
4.8.2.	<i>Cálculo de la Potencia</i>	50
4.9.	CALENTAMIENTO DE LA CABINA HORNO DE PINTADO	52
4.9.1.	<i>Consumo de Energía para Circulación de Aire</i>	52
4.9.2.	<i>Consumo de Energía para el Secado de Vehículo.....</i>	52
4.9.3.	<i>Pérdidas por Convección Exterior (Convección Natural).....</i>	53
4.9.4.	<i>Pérdidas por Convección Interior (Convección Forzada).....</i>	53
4.9.5.	<i>Calor y Energía Total Calentamiento.....</i>	55
4.9.6.	<i>Temperatura Constante a 60°C por una Hora.....</i>	55
4.9.7.	<i>Costo Total del Proceso de Pintado por Vehículo.....</i>	56
4.9.8.	<i>Sistema de Calentamiento con Quemador y Combustible D2.....</i>	56
4.10.	ILUMINACIÓN DE LA CABINA HORNO DE PINTURA.....	57
4.11.	TABLERO DE CONTROL DE LA CABINA HORNO DE PINTURA.	59
CAPÍTULO 5: COSTO DE CABINA DE HORNO DE PINTURA		60

5.1.	INTRODUCCION	60
5.2.	COSTOS DIRECTOS	60
5.3.	COSTOS INDIRECTOS	60
5.4.	COSTOS TOTALES	61
	CONCLUSIONES	62
	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXO 1:	67
	ANEXO 2:	68
	ANEXO 3:	69
	ANEXO 4:	70
	ANEXO 5:	71
	ANEXO 6:	72
	ANEXO 7:	73
	ANEXO 8:	74

ÍNDICE DE TABLAS

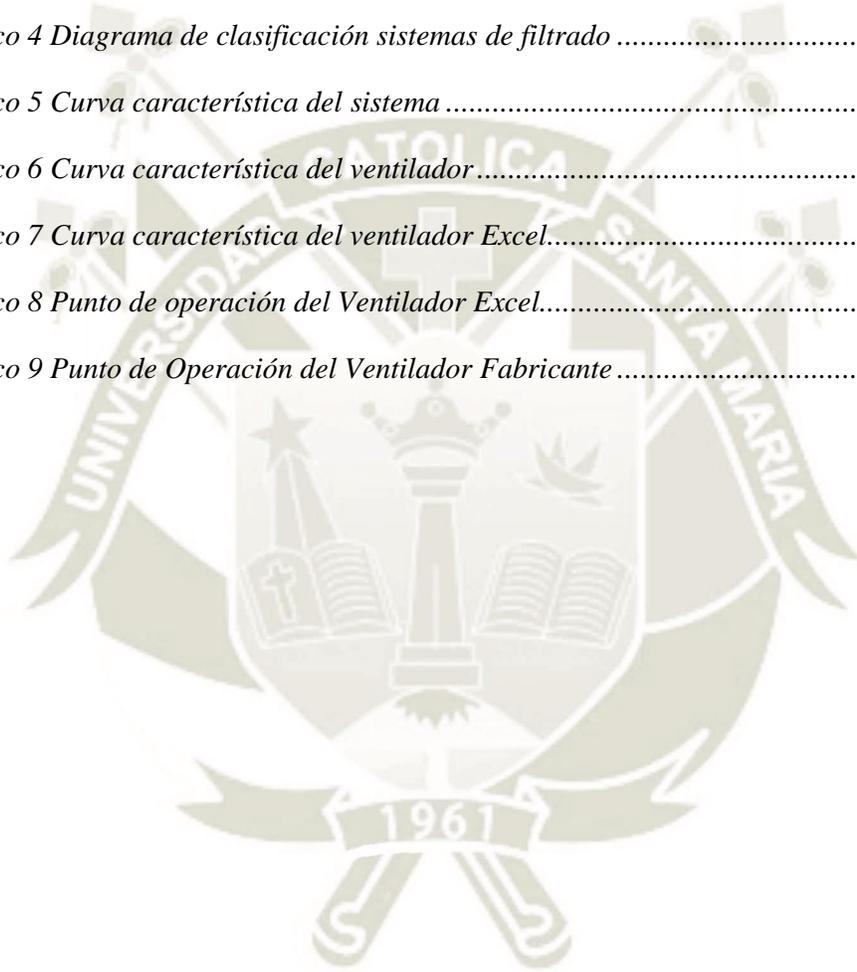
Tabla 1 Evaluación de características para selección de la cabina horno de pintura	27
<i>Tabla 2 Dimensiones de la cabina horno de pintura.....</i>	29
Tabla 3 Rango de velocidades de captura	38
Tabla 4 Factores de Rugosidad.....	40
Tabla 5 Datos de Filtro de Manta	44
Tabla 6 Datos Filtro Paint Stop	45
<i>Tabla 7 Resumen de Perdidas Hidráulicas en la Cabina.....</i>	46
Tabla 8 Factor de mantenimiento	58
Tabla 9 Tipo de iluminación y potencia de los fluorescentes	59
Tabla 10 Costo de la cabina horno de pintura	61
Tabla 11 Costo de los activos fijos	61
Tabla 12 Costo de los activos fijos	61
Tabla 13 Flujo de caja de la implementación de la cabina de horno de pintura	62

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Ubicación Geográfica del taller “TECH MOTORS”</i>	6
<i>Figura 2 Distribución actual del taller</i>	6
<i>Figura 3 Flujo vertical de Aire de una Cabina</i>	15
<i>Figura 4 Flujo Horizontal de Aire</i>	16
Figura 5 Flujo Semi vertical de Aire	16
<i>Figura 6 Sistema de Impulsión tipo globo</i>	17
<i>Figura 7 Sistema de Impulsión tipo equilibrado</i>	18
Figura 8 Principio de funcionamiento de una cabina de filtro seco.	19
Figura 9 Principio de funcionamiento de una cabina de cortina de agua.	20
Figura 10 Funcionamiento en Fase de Pintado.....	21
Figura 11 Funcionamiento horneado y secado.....	22
Figura 12 Ventilador Axial	24
Figura 13 Ventilador Centrifugo	25
Figura 14 Cabina horno de pintura indicando sus componentes	28
Figura 15 Dimensiones Toyota Hilux Modelo 2017	29
<i>Figura 16 Esquema frontal de la cabina horno de pintura.</i>	30
Figura 17 Diseño Estructural de la Cabina Hornode Pintura	32
Figura 18 Armazón estructural de la cabina horno de pintura.	34
Figura 19 Diagrama de esfuerzos de armazón estructural de la cabina horno de pintura por cargas muertas.	34
Figura 20 Comprobación de Pérdidas en ductos	42
Figura 21 Comprobación de pérdidas en codos	42
Figura 22 Comprobación de pérdidas en aberturas	43
Figura 23 Vista Frontal y Superior de la Cabina	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Organigrama funcional del taller TECH MOTORS.....</i>	<i>7</i>
<i>Gráfico 2 Diagrama de clasificación de cabinas.....</i>	<i>15</i>
<i>Gráfico 3 Diagrama de clasificación sistemas de impulsión y extracción.....</i>	<i>17</i>
<i>Gráfico 4 Diagrama de clasificación sistemas de filtrado</i>	<i>18</i>
<i>Gráfico 5 Curva característica del sistema</i>	<i>48</i>
<i>Gráfico 6 Curva característica del ventilador.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico 7 Curva característica del ventilador Excel.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico 8 Punto de operación del Ventilador Excel.....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico 9 Punto de Operación del Ventilador Fabricante</i>	<i>51</i>



INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente Tesis Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors Arequipa-2019 consta de cinco capítulos como lo describiremos a continuación:

- Generalidades
- Análisis situacional de la empresa
- Marco teórico cabina horno de pintura
- Diseño y selección de los componentes de la cabina horno de pintura
- Costo de cabina horno de pintura

El Primer Capítulo está relacionado con los objetivos, antecedentes, sustentación técnica y limitaciones en el desarrollo del tema.

El Segundo Capítulo se realiza una evaluación situacional de la empresa, desde el rubro de la empresa, organización, producción y servicios que brinda, área de marketing y otros de interés para el desarrollo del presente proyecto como es diseño, selección de componentes e implementación de la cabina de pintura,

En el Tercer Capítulo nos centramos en los procesos relacionados al diseño de la cabina de pintado, como son las características técnicas de la armazón, selección y disposición de los equipos, características técnicas de la pintura, tipos de cabinas de pintado y secado utilizadas en el mercado para luego diseñar los sistemas de inyección y extracción de aire, y con ello proponemos los servicios de prestación que ofrece la empresa en el servicio de pintado de vehículos;

El Cuarto y Quinto Capítulo según el orden planteamos los parámetros de diseño de la cabina considerando los detalles tales como: sistemas de ventilación, filtros, aislamiento térmico, iluminación, dimensiones, materiales. Terminamos el estudio con un análisis de los costos involucrados en el proyecto. Finalmente se da conclusiones cualitativas y cuantitativas de todo el análisis para continuar con recomendaciones generales.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la creciente modernización en la tecnología automovilística, y por el incremento del parque automotor es necesario aplicar a los mismos un tipo de mantenimiento preventivo o correctivo, específicamente en el área de la carrocería.

Tomando en cuenta los diferentes tipos de pintura existentes y los diferentes costos de aplicación que de estos implica, se ve la necesidad de crear un tipo de instalación adecuada para la aplicación correcta de la pintura, barnices y solventes de acabados finales libres de impurezas, y satisfaciendo las normas requeridas por los fabricantes de pintura.

Además, si se trata de una cabina-horno de pintura, reduce los tiempos de secado. Una cabina de pintura es un recinto cerrado en el que se introduce el vehículo o pieza a pintar, y por el que circula aire desde el techo de la cabina hacia el suelo de la misma. Esta circulación forzada de aire, vertical y hacia abajo, es la encargada de arrastrar los restos de pulverización aerográfica.

Los diferentes tipos de pintura tienen características de aplicación y secado especificados por el fabricante es por tal motivo el diseño de una cabina de pintura que tiene como fin bajar costos y mejorar la calidad de pintado automotriz mediante la aplicación en un ambiente controlado con aire limpio a sobre presión, además se complementa con el secado en el mismo ambiente apto a temperatura de 60°C, dato recomendado por el fabricante de pinturas.

La producción a futuro se estima al aumento, por lo tanto, el proyecto debe ser flexible a aumentar su capacidad de producción que demande el estudio de mercado sin variar sus parámetros de funcionamiento con relación a las características de la pintura.

1.2. ANTECEDENTES

En la actualidad, la Empresa viene aplicando un proceso de repintado de autopartes poco ineficiente y con un alto costo, en cuanto a la aplicación de la pintura y el barniz, tenemos ciertos problemas puesto que por la suciedad y el polvo que se encuentra en el ambiente, nos es más difícil y costoso darle un acabado de calidad a la pieza trabajada, actualmente se cuenta con una cabina instalada de una manera empírica, la cual no nos brinda las condiciones necesarias para poder retirar el polvo del ambiente ni el pulverizado que se produce al momento del pintado y la aplicación de barniz en casi su totalidad, como nos brindaría una cabina con extractores y con entrada de aire purificado, al mismo tiempo la cabina con la que se cuenta no posee ningún método de secado del barniz.

La idea del siguiente proyecto es realizar un sistema de extracción y entrada de aire mediante ventiladores, analizar la correcta temperatura tanto para la fase de pintado como de secado, y tener un ambiente libre de impurezas, contando en todo momento con una iluminación adecuada para la aplicación de los solventes, esto nos va a permitir entregar un trabajo de calidad, tanto para repintado de piezas o en su totalidad del vehículo, como consecuencia tendremos un acabado de calidad, reduciendo tiempos, e insumos. El acabado final y la textura superficial que nos brinda la realización del mencionado proyecto es muy aproximado al que nos proporciona una fábrica de vehículos comerciales, al momento de salir el vehículo a la venta.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

El objetivo general del proyecto es diseñar una cabina de pintado, lacado y horneado para un taller automotriz. para equipos livianos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Calcular el correcto balance de masa y energía para el diseño de la cabina de pintura, lacado y horneado automotriz.

- Diseñar y construir un sistema de inyección y expulsión de una mezcla aire y combustible que permita generar un ambiente idóneo para el pintado y secado automotriz.
- Reducir los tiempos de secado, aumentar la producción de pintado de varios vehículos al día y a la vez garantizar un acabado perfecto en cada vehículo.
- Seleccionar los diferentes componentes de una cabina de pintura, lacado y horneado automotriz, tomando en cuenta todos los factores que influyen directamente en su selección.
- Minimizar los estándares de contaminación que los residuos y emisiones en el pintado de carrocerías tienen sobre el medio ambiente, ya que la mayoría de las partículas de pintura, los humos y los gases se retienen por una serie de filtrados.

1.4. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La cabina de pintado es un sistema fundamental en el taller de pintura en la que se produce el ambiente idóneo para un pintado de calidad. Pero no sólo aporta ventajas de cara a garantizar un acabado perfecto, sino también desde el punto de vista medio ambiental, ya que se retienen a mayoría de partículas de pintura y compuestos orgánicos volátiles., y desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, ya que permite al pintor trabajar en unas condiciones controladas y ambientales. El acabado de la pintura se lo realizará en el interior de la cabina horno, estando a una temperatura ambiente, según las especificaciones técnicas de la pintura a emplearse. Al momento del secado la cabina-horno deberá tener una temperatura que oscila entre los 60°C por un tiempo de 50 min., dependiendo de las especificaciones técnicas de la pintura aplicada y como se está secando la pintura dentro del horno no existirán impurezas que dañen el acabado de la pintura aplicada. La cabina-horno será diseñada garantizando una temperatura uniforme sin poner en peligro la seguridad de la persona que se encuentre trabajando en el interior, además las partículas y gases generados por la pintura serán sometidos a un tratamiento por medio de filtros de para que el impacto ambiental sea el mínimo posible.

Considerando el tipo de transferencia de calor que se originará en la cabina-horno, que son convección y radiación, el costo de energía, la temperatura de operación

60°C y la poca contaminación que produce se ha optado por utilizar como fuente de energía, combustible Diesel 2.

1.5. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El diseño permitirá optimizar tiempos de pintado y secado y evitara las fallas más comunes que aparecen en un sistema tradicional y por ende generara más ingresos a la Empresa, porque se atenderán más operaciones de pintado y secado.

1.6. ALCANCES

La realización del presente proyecto tesis, tiene como propuesta el diseño de una cabina de pintado y secado, tomando en cuenta factores como es la dimensión de la cabina, pintura a ser usada, materiales de construcción, ventilación, filtración, iluminación y calefacción, los cuales permiten a determinar el buen desempeño que juega en el proceso de pintura de un automóvil.

1.7. LIMITACIONES

En el presente proyecto debemos mencionar algunos puntos limitantes a considerar en el presente desarrollo, por motivos ajenos a nuestro alcance como son:

- El desarrollo de la tesis solo abarcara el área de pintado y secado de los vehículos automotrices más no otras áreas.
- No se abarcará el estudio de factibilidad del proyecto, así como también el impacto ambiental que se generará.
- Dicha tesis se limitó a estudiar, analizar y seleccionar los factores antes mencionados que una cabina debe de poseer como mínimo para su correcto funcionamiento y adecuada aplicación de la pintura.

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA

2.1. EMPRESA

EL TALLER AUTOMOTRIZ TECH MOTORS es una empresa que ofrece los servicios de gestión de mantenimiento como son reparaciones en generales de los sistemas que componen el vehículo automotriz tal como sistema de la unidad de potencia, sistema suspensión, sistema eléctrico y la carrocería respecto planchado y pintado.

El Taller que fue creado en el año de 1990, donde se inició con los servicios de mecánica general planchado y pintura para vehículos menores, desde su creación el taller fue creciendo implementando más equipamiento para mejorar los servicios que se realizan en taller.

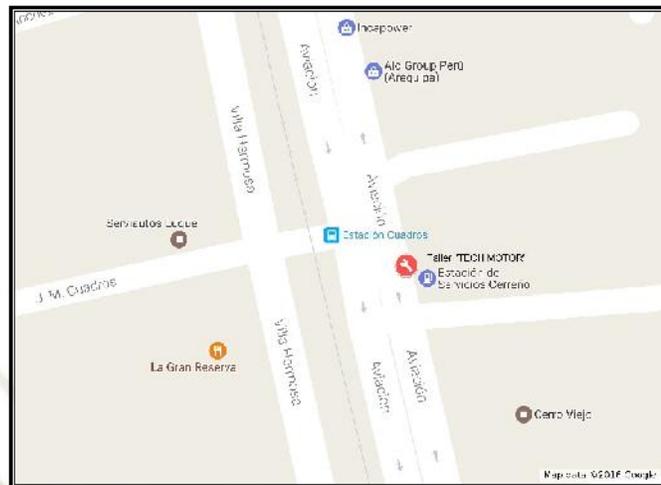
La empresa, actualmente cuenta con la infraestructura adecuada en la parte civil, infraestructura mecánica, herramientas, instrumentos especializados para dar un correcto servicio a los clientes.

2.2. SITUACIÓN GENERAL

A continuación, analizamos el taller desde un punto de vista general priorizando su ubicación y distribución que presenta.

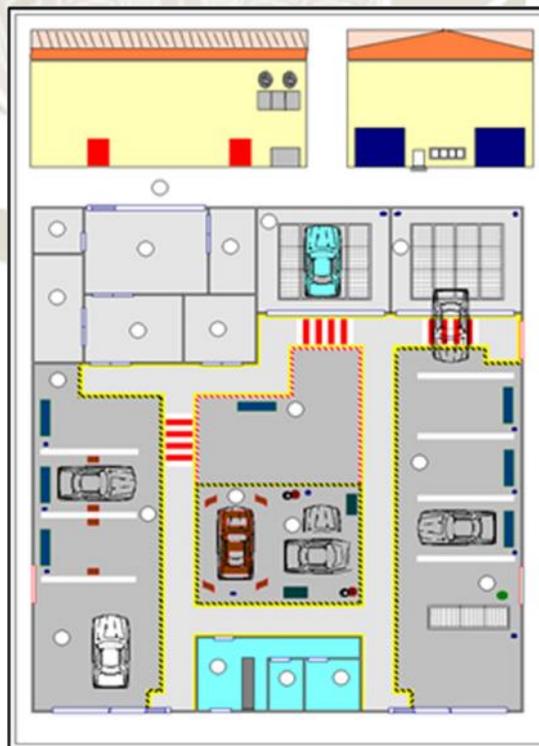
2.2.1. Ubicación Geográfica y Distribución

Actualmente el taller “TECH MOTORS” se encuentra ubicado en la Av. Aviación, distrito de Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa. La localización resulta ser adecuada para el taller ya que se encuentra en una zona comercial donde se encuentran varias empresas de servicios, de venta de herramientas, repuestos y así también como empresas comercializadoras de automóviles.



*Figura 1 Ubicación Geográfica del taller “TECH MOTORS”
Fuente: Google Maps*

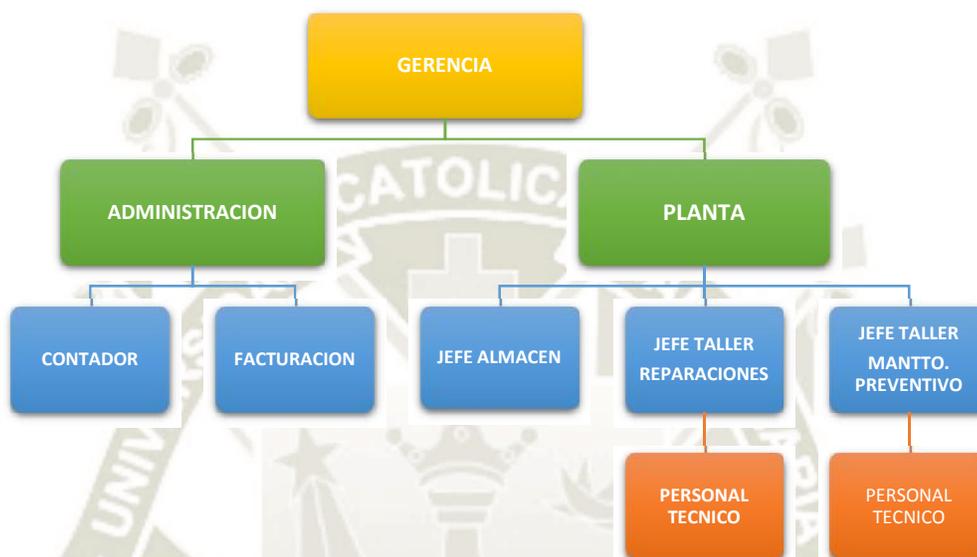
El Taller cuenta con una sola planta con un área de producción aproximada de 360 m². La distribución del taller se encuentra dividida en varias secciones como son: zona de desmontaje, zona de planchado, zona de pintura, almacén y oficinas administrativas.



*Figura 2 Distribución actual del taller
Fuente: Elaboración propia.*

2.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

A continuación, veremos en la Grafico 1, el organigrama del Taller TECH MOTORS, en el cual nos servirá de información sobre la división de funciones, niveles jerárquicos relaciones de dependencia y de coordinación entre otros.



*Gráfico 1 Organigrama funcional del taller TECH MOTORS
Fuente: Elaboración propia*

2.4. VISIÓN, MISIÓN DE LA EMPRESA

Para fijar los planes estratégicos y tácticos del taller es que se tiene la misión y visión que sirven de guías.

VISIÓN:

Consolidarse como empresa líder e innovadora en el mercado de servicios post venta orientado al cliente, reduciendo el tiempo de permanencia de su vehículo en el taller.

(Tech Motors, 2016).

MISIÓN:

Poder brindar a nuestros clientes una alternativa diferente en la atención de los servicios de un taller automotriz, comprometiéndonos con exceder sus expectativas y satisfacer sus necesidades ofreciendo servicios de reparación y mantenimiento con

altos estándares de calidad, disponibilidad de repuestos y precios razonables. (Tech Motors, 2016)

2.5. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

- Posicionar y difundir el Taller en el mercado de servicios.
- Brindar a nuestros clientes alta calidad en los servicios ofrecidos.
- Optimizar la disponibilidad de los recursos del taller en las diferentes áreas.
- Mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad del taller.

2.6. SERVICIOS QUE OFRECE EL TALLER

Los servicios que ofrece el taller cumplen con los parámetros necesarios de tal manera que el cliente este satisfecho reduciendo las molestias e inconvenientes que puedan ocurrir en el servicio.

A continuación, se muestra los procesos que se desarrollan en el taller:

SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En este proceso se evalúa la falla mecánica reportada por el cliente y además se realiza una evaluación general del vehículo, para lo cual se registra en un formato de reporte de fallas mecánicas.

SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En este proceso se le solicita al cliente el kilometraje del vehículo y se realiza una inspección general. Luego se determina en un formato una plantilla de mantenimiento preventivo que corresponde según el kilometraje recorrido u horas de trabajo del vehículo.

SERVICIO DE PLANCHADO Y PINTURA

Este servicio consta de realizar todo tipo de trabajo de chapa del vehículo, en el cual el vehículo es recibido y trasladado con una orden de trabajo. Luego el responsable determinará la duración del trabajo y los repuestos.

SERVICIO DE LAVADO Y ENGRASE

Después de realizado los servicios anteriores el vehículo será lavado y adicionalmente el servicio de engrase. (Tech Motors, 2016)

CAPÍTULO 3

3. MARCO TEÓRICO

3.1. INTRODUCCIÓN

La instalación de la cabina horno de pintura en un taller es un recinto cerrado que reúne las condiciones idóneas para la aplicación y secado de la pintura. Este ambiente óptimo permite mejorar la calidad del acabado, al poder aplicar a la temperatura y humedad adecuadas, sin turbulencias y en un ambiente limpio, disminuir el tiempo de evaporación y secado de las pinturas, reducir la contaminación ambiental y proteger la salud y seguridad de los operarios. (Soriano, 2011)

Gracias al sistema de Filtrado en la cabina se retienen la mayoría de las partículas de los productos aplicados y los compuestos orgánicos volátiles (COV). Esto es positivo desde el punto de vista medio ambiental y de protección al pintor, ya que le permite trabajar en unas condiciones controladas de seguridad.

Las cabinas de pintura permiten a su vez reducir los tiempos de secado de los productos aplicados. Las cabinas se basan en el principio de secado por convección. El chorro de aire caliente transmite su energía térmica al objeto pintado y evapora los disolventes.(Ferrer, 2015)

- En la fase de preparación
- En la fase de pintado
- En la fase de secado,
- En la fase de enfriamiento

3.2. CABINA HORNO DE PINTURA

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. La gran mayoría de los talleres de chapa y pintura disponen de una cabina horno para la aplicación y secado de las pinturas, aunque también es posible disponer de una cabina para la aplicación de la pintura y luego para su secado.

(Soriano, 2011)

3.2.1. Cabina de Pintado

COMPOSICIÓN:

La cabina es un recinto estanco que aísla las operaciones de pintado del resto de operaciones del taller. Ésta debe ser resistente, segura, fiable y fácil de usar. Existen diferentes diseños y tamaños de cabina, pero básicamente se componen de los siguientes elementos: (Soriano, 2011)

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.

PUERTAS:

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.

PISO:

El suelo de la cabina puede ir completamente o parcialmente enrejillado para permitir la salida de aire. Este enrejillado o emparrillado se compone de rejillas de acero galvanizado o electro cincado 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.

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 (plenum) para la distribución del aire en la cabina. Éstos paneles deberán estar diseñados para facilitar el cambio de los filtros durante su mantenimiento.

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 el parche, si se ha realizado correctamente el difuminado, si se ha aplicado homogéneamente el barniz, etc. Esta iluminación se compone de lámparas fluorescentes o, actualmente, de LEDs para un menor consumo y mayor duración. En ambos casos, 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, en plafones estancos 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 plafones a media o baja altura para iluminar la parte baja de los vehículos. Los plafones deben cumplir la normativa de atmósferas explosivas y facilitar su mantenimiento para la sustitución de las lámparas.

FILTROS:

En general, las cabinas disponen de varios filtros:

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

El post filtro: 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.

El filtro Paint-stop (filtro de suelo): 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 de carbono activo: opcional, situado en el conducto de salida de aire al exterior. Estos filtros, compuestos principalmente por carbono activo, eliminan los compuestos orgánicos volátiles (COV) que se generan en la aplicación de las pinturas para evitar la contaminación del medio ambiente. Para un buen funcionamiento de la cabina es preciso llevar a cabo un correcto mantenimiento de estos filtros, debiendo ser sustituidos cada cierto tiempo. La periodicidad dependerá del tipo de filtro y las horas de funcionamiento. La saturación de las mantas filtrantes puede generar una sobrepresión mayor a la recomendada y un aumento en el consumo energético. Actualmente hay cabinas que incluyen sistemas automáticos de control de presión que indican cuándo deben ser sustituidos los filtros, facilitando su mantenimiento.

GRUPO VENTILADOR:

Tiene como misión aspirar el aire del exterior, impulsarlo al plenum 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. Hay cabinas que incorporan el sistema inverter, que regula la velocidad de rotación de los motores ajustándose a las necesidades de cada fase

de trabajo, consiguiendo un arranque más suave y evitando picos de consumo durante el mismo. (Soriano)

SISTEMA DE CALENTAMIENTO O SECADO:

El sistema de secado más 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 o gas (natural, propano o GLP). También hay cabinas que disponen de un quemador de llama directa o en vena de aire, en los que se genera una llama al quemar el combustible (gas), que calienta directamente el aire que entra en la cabina sin necesidad de un intercambiador. 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. Panel de mandos 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, velocidad de aire en cabina, presión, etc. (Soriano, 2011)

Hay tres modos distintos por los cuales puede efectuarse la transferencia de calor.

- **Conducción:** es la forma de transferencia de calor a través de un cuerpo que se presenta sin movimiento alguno del mismo; es el resultado de acciones moleculares o electrónicas.
- **Convección:** es la forma de transferencia de calor que resulta del movimiento global de líquidos o gases.
- **Radiación térmica:** es la forma de transferencia de calor que se presenta entre dos cuerpos separados como resultado de la llamada radiación electromagnética, a la que también a veces se le conoce como movimiento ondulatorio.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

A continuación, veremos las principales características de funcionamiento de la cabina de pintura:

- Actúa como equipo de seguridad colectiva. Los productos aplicados en el interior de la cabina y los vapores evaporados no contaminan el resto del taller. La cabina es un espacio cerrado herméticamente con varias puertas para la entrada y la salida de vehículos y pintores. (Soriano, 2011)
- Permite la aplicación de productos en un ambiente ventilado y seguro. El caudal de aire, para una cabina de tamaño medio (7 mx4m; 28 m²) con una velocidad de circulación del aire superior a 3 m/s debe ser de unos 30 000 m³ cada hora, lo que garantiza la renovación del aire contaminado. La velocidad del aire en el interior de la cabina no debe superar los 0.5 m/s. El diseño de la cabina evita que se produzcan corrientes y turbulencias, pues canaliza las partículas en suspensión a la zona con rejilla del suelo. (Soriano, 2011)
- La cabina permite aplicar los productos a una temperatura superior a la temperatura exterior. Además, posee un quemador o calentador que calienta el aire y mantiene la temperatura programada en el cuadro.
- Las cabinas disponen de dispositivos de secado tipo horno cuya temperatura de secado puede alcanzar entre los 60 y los 70 °C.

3.4. TIPOS DE CABINA DE HORNO DE PINTURA

3.4.1. SEGÚN LA DIRECCIÓN FLUJO DE AIRE

En función del flujo de aire en el interior, puede haber varios tipos de cabinas de pintura como indica el Grafico 2:



Gráfico 2 Diagrama de clasificación de cabinas
Fuente: Elaboración propia

FLUJO VERTICAL:

El aire circula desde el techo filtrante en sentido vertical hasta el suelo.

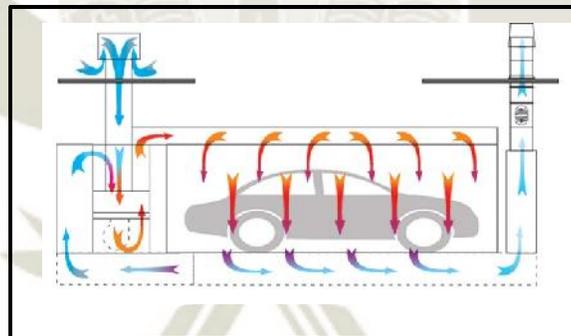
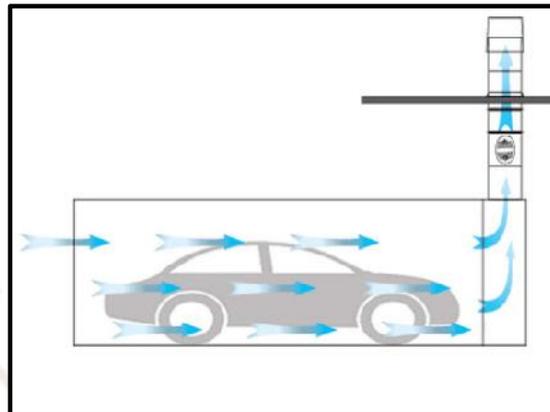


Figura 3 Flujo vertical de Aire de una Cabina
Fuente: (GFS Booth, 2012)

FLUJO HORIZONTAL:

El aire circula por los techos filtrantes desde la estructura de la puerta hacia la pared opuesta.



*Figura 4 Flujo Horizontal de Aire.
Fuente: (GFS Booth, 2012)*

FLUJO SEMI VERTICAL:

El aire circula desde una zona restringida de techo filtrante en un extremo hasta la zona inferior de la pared opuesta.



*Figura 5 Flujo Semi vertical de Aire
Fuente: GFS Booth, 2012*

3.4.2. SEGÚN EL SISTEMA DE IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN DEL FLUJO

En función del sistema utilizado para alcanzar la temperatura deseada en la fase de secado, se pueden distinguir cabinas con renovación total del aire de reciclado, o con renovación parcial del aire interior de la cabina hay que dejar bien claro que es precisa una renovación mínima del 20% del aire. Pero, prácticamente, todos los modelos de cabina existentes en la actualidad tienen un mismo sistema de trabajo, y todos los pasos de la fase de secado son automatizados, de manera que la única preocupación del operario es pulsar un botón.

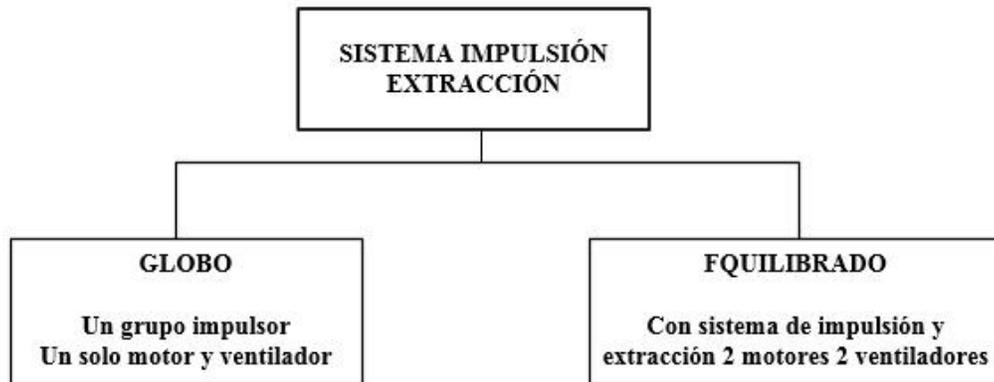


Gráfico 3 Diagrama de clasificación sistemas de impulsión y extracción
Fuente: Elaboración propia

TIPO GLOBO: Es decir, con sólo un grupo de impulsión de aire (un motor y un ventilador).

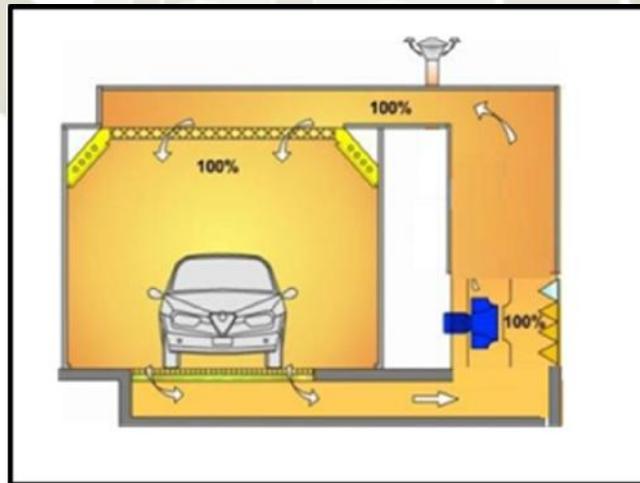


Figura 6 Sistema de Impulsión tipo globo
Fuente: GFS Booth, 2012

TIPO EQUILBRADO: Es decir que cuentan con un ventilador, grupo impulsor y grupo extractor (dos motores y dos ventiladores).

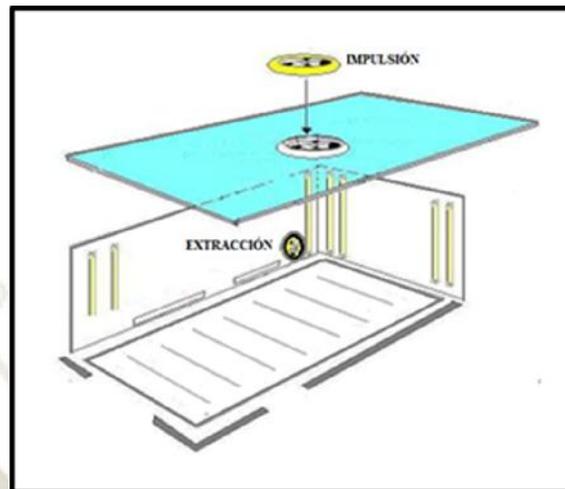


Figura 7 Sistema de Impulsión tipo equilibrado
Fuente: GFS Booth, 2012

3.4.3. SEGÚN EL SISTEMA DE FILTRADO

Seleccionar el sistema, o seleccionarlo simplemente por el precio, son factores que pueden producir una reacción en cadena abusiva. Las partículas del overspray que se escapan de ser capturadas, pasan a la próxima fase. En una unidad de pintura de flujo vertical, produce una carga prematura de la recirculación de los filtros, que luego después afecta en la etapa de curado. El sistema del filtro debe capturar ambas, partículas mojadas y secas, porque un alto porcentaje del overspray, sobre todo en las cabinas de flujo vertical, las partículas están secas hasta alcanzar el sistema de filtración. La filtración, sobre todo la filtración de la descarga, es crítica a la actuación de un sistema. (Soriano)



Gráfico 4 Diagrama de clasificación sistemas de filtrado
Fuente: Elaboración propia

FILTRADO SECO:

- Flexible
- Formada por filtros secos
- Cumple las necesidades medioambientales.
- Ventiladores de gran caudal, con transmisión por correas, aspas de aluminio y motor externo.
- Cabinas de pintura en chapa de acero galvanizada de 1.5 mm de espesor, o con panel doble tipo sándwich.
- Estructura con soporte de toda la cabina, para dar consistencia estructural al sistema.
- Paneles de chapa estándar, totalmente desmontables.
- Montaje del conjunto atornillado, facilitando eventuales traslados, y/o modificaciones.

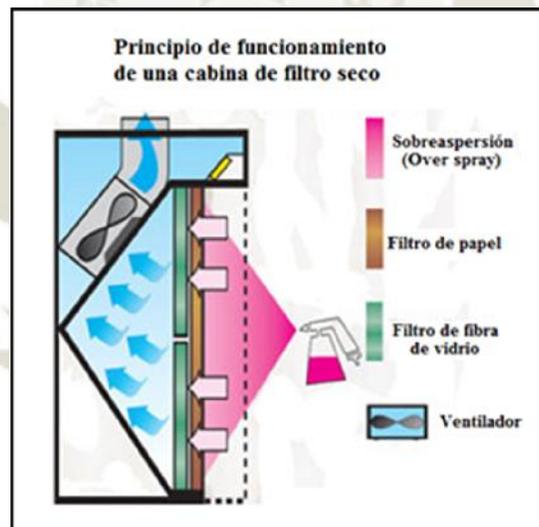


Figura 8 Principio de funcionamiento de una cabina de filtro seco.

Fuente: García, 2010

FILTRADO DE CORTINA DE AGUA:

- Para la aplicación de pinturas líquidas, barnices, lacas, etc.
- La limpieza se facilita con la cortina de agua desmontable
- Su construcción y mantenimiento se realiza con elementos desmontables
- Cabina premontada en el taller

- Cabina suministrada en elementos sueltos.
- Paneles galvanizados, o inoxidables

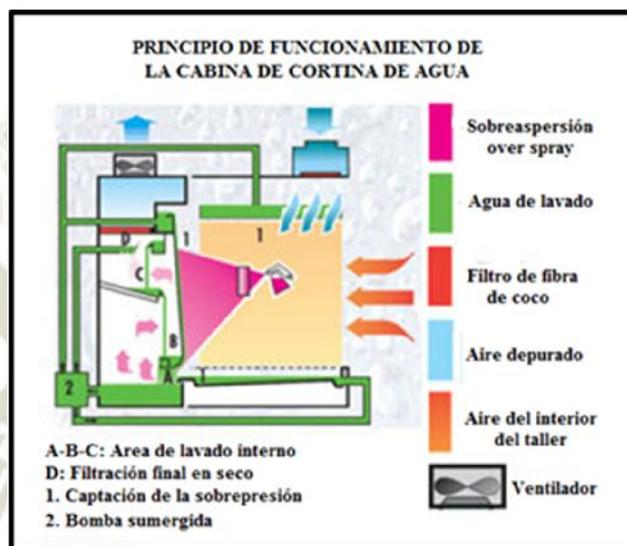


Figura 9 Principio de funcionamiento de una cabina de cortina de agua.

Fuente: García, 2010

3.5. FUNCIONAMIENTO DE LA CABINA

Las cabinas-horno son del tipo flujo vertical, es decir, la corriente de aire baja desde el techo filtrante hacia el suelo en sentido vertical. Pueden funcionar en dos posiciones: (Soriano)

- Posición I: pintado (ventilación y calentamiento).
- Posición II: secado (horneado).

POSICIÓN I: PINTADO. Se emplea para aplicar imprimaciones, aparejos, bases de pinturas y laca o barniz.

La cabina en posición I: pintado funciona del siguiente modo: el aire se toma del exterior del taller por la entrada, el aire aspirado se filtra y se limpia en el primer filtro y sigue su camino impulsado por el grupo impulsor hasta el grupo calefactor. El grupo calefactor se conecta y calienta el aire si la temperatura marcada en el cuadro de mandos de la cabina es superior a la temperatura del aire aspirado. Antes

de entrar en el interior de la cabina, el flujo de aire se regula empleando el regulador de caudal. El caudal regulado se filtra nuevamente en el plenum. (Soriano)

El aire filtrado entra al interior de la cabina libre de polvo barriendo todas las pulverizaciones generadas al aplicar los productos y creando una atmósfera adecuada para el pintor. En el interior de la cabina se encuentra el termómetro con sonda de temperatura, que controla la temperatura del aire y pone en funcionamiento el grupo calefactor. La cabina también dispone de un indicador de sobrepresión. Cuando los filtros se encuentran sucios, el indicador de sobrepresión marca una presión excesiva y se pueden abrir las puertas de la cabina con mucha facilidad. (Soriano)

El aire es forzado a circular por la rejilla del foso de la cabina y por el filtro Paint stop. El filtro del suelo retiene los restos sólidos de los productos. La salida al exterior del aire la fuerza un grupo extractor; es necesario limpiar el aire contaminado de componentes orgánicos volátiles (COV) empleando un filtro de carbono. El aire limpio circula por el regulador de caudal final y es expulsado al exterior del taller por la salida. (Soriano)

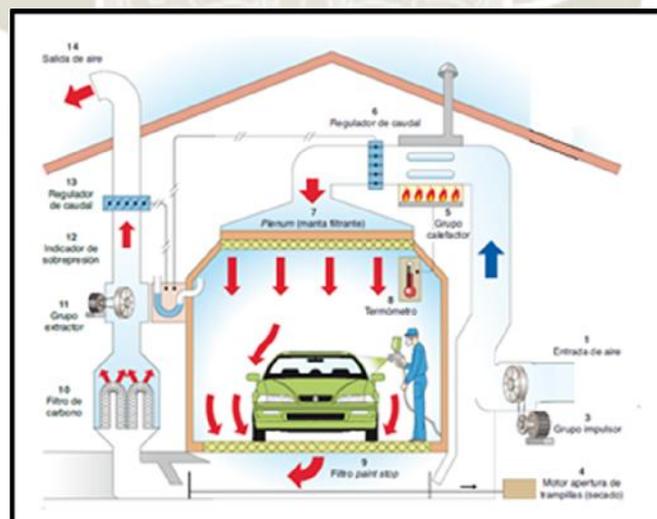


Figura 10 Funcionamiento en Fase de Pintado
Fuente: Soriano, 2011

POSICIÓN II: SECADO (HORNEADO). Se emplea para secar con aire caliente los productos aplicados, principalmente la pintura de brillo directo y el barniz.

El pintor selecciona la temperatura entre 50 y 60 °C y el tiempo de secado entre 40 y 50 min). La gestión de la cabina realiza el proceso de secado de forma automática del siguiente modo: primero abre las trampillas de secado del foso con el motor. El aire del interior de la cabina no se expulsa al exterior, sino que circula nuevamente por el grupo calefactor y alcanza la temperatura de secado de forma rápida. El termómetro y su sensor de temperatura controlan el funcionamiento del grupo calefactor manteniendo la temperatura constante durante el tiempo que dure el secado. Terminado el secado, la cabina realiza el enfriado y la ventilación, el motor cierra nuevamente las trampillas y el aire caliente y contaminado de COV generado en el secado de la pintura o barniz es expulsado al exterior. La cabina queda descontaminada. Es muy importante, por motivos de seguridad, no entrar en las cabinas hasta que la fase de enfriado y descontaminación no haya terminado. (Soriano)

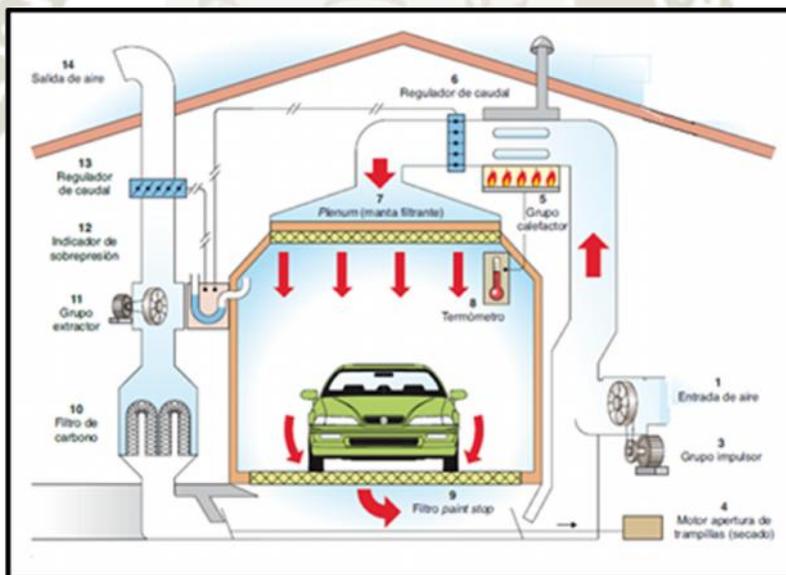


Figura 11 Funcionamiento hornado y secado
Fuente: Soriano, 2011

3.6. VENTILADORES

Para mover el aire a través de una extracción localizada o un sistema de ventilación general de un local es necesario aportar energía para vencer las pérdidas de carga del sistema. En la gran mayoría de los casos el aporte de energía proviene de máquinas

denominadas ventiladores, aunque, en algunos casos, la ventilación se puede realizar por convección natural sin el uso de los ventiladores. Los ventiladores también es la turbo máquina que absorbe energía mecánica y la transfiere a un gas, proporcionándole un intercambio de presión. Los ventiladores se usan principalmente para producir flujo de gases de un punto a otro; es posible que la conducción del propio gas sea lo esencial, pero también en muchos casos; es posible que la conducción del propio gas sea lo esencial, pero también en muchos casos, el gas actúa como medio de transporte de calor, humedad, etc.; o de material sólido. Entre los ventiladores y compresores existen diferencias. El objeto fundamental de los primeros es mover un flujo de gas, a menudo en grandes cantidades, pero a bajas presiones; mientras que los segundos están diseñados principalmente para producir grandes presiones y flujo de gas relativamente pequeños. En el caso de los ventiladores, el aumento de presión es generalmente tan insignificante comparado con la presión absoluta del gas, que la densidad de este puede considerarse inalterada durante el proceso de la operación; de este modo el gas se considera incompresible como si fuera un líquido. Por consiguiente, en principio no hay diferencia entre la forma de operación de un ventilador y de una bomba de construcción similar, lo que significa que se pueden trabajar de forma análoga. También de forma secundaria se utiliza el ventilador para asistir a intercambios de calor como un dissipador o un radiador con la finalidad de aumentar la transferencia de calor entre un sólido y el aire o entre los fluidos que interactúan. Una clara aplicación de esto se ve reflejada en evaporadores y condensadores en sistemas de refrigeración en que el ventilador ayuda a transferir el calor latente entre el refrigerante y el aire, y viceversa. Asimismo, equipos de acondicionamiento de aire con la unidad manejadora de aire, ocupan un ventilador centrífugo de baja presión estática para circular el aire por una red de ductos al interior de una edificación o instalación industrial. (Yunus A. Cengel, 2010)

3.6.1. TIPOS DE VENTILADORES

Los ventiladores son las máquinas más usadas para producir el movimiento del aire en la industria. Su funcionamiento se basa en la entrega de energía mecánica al aire a través de un rotor que mueve unos alabes que gira a alta velocidad y que incrementa la energía cinética del fluido, que luego se transforma parcialmente en

presión estática. Se dividen en dos grandes grupos: los ventiladores axiales los ventiladores centrífugos. (Yunus A. Cengel, 2010)

VENTILADOR AXIAL

En los ventiladores axiales, el movimiento del flujo a través del rotor, con álabes o palas de distintas formas, se realiza conservando la dirección del eje de éste. Se usan para mover grandes cantidades de aire en espacios abiertos; como la resistencia al flujo es muy baja, se requiere generar una presión estática pequeña, del orden de los 5 a 25 milímetros de columna de agua. Debido a esto, la principal aplicación de los ventiladores axiales se encuentra en el campo de la ventilación general y se los conoce con el nombre de extractores o inyectores de aire. Sin embargo, este tipo de ventiladores, cuando se los construye con álabes en forma de perfil de ala y de paso Variable, llegan a generar alturas de presión estáticas del orden de los 300 milímetros de columna de agua y se los usa en aplicaciones diversas. (Yunus A. Cengel, 2010)

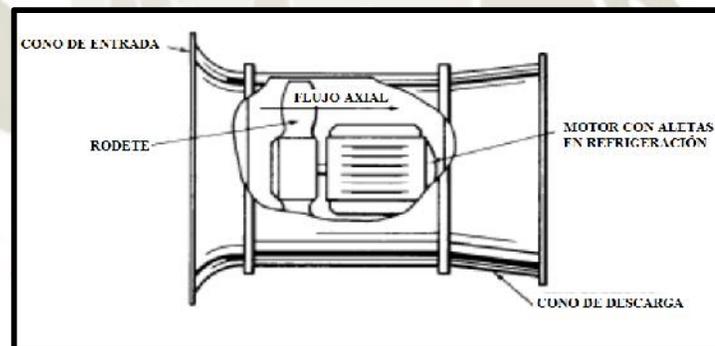


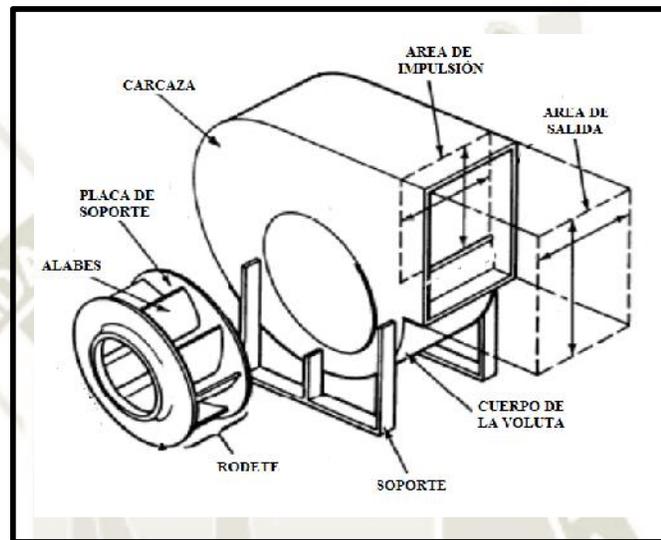
Figura 12 Ventilador Axial

Fuente: Mataix, 1982.

VENTILADOR CENTRIFUGO

En estos ventiladores el aire ingresa en dirección paralela al eje del rotor, por la boca de aspiración, y la descarga se realiza tangencialmente al rotor, es decir que el aire cambia de dirección noventa grados. Este tipo de ventiladores desarrolla presiones mucho mayores que los ventiladores axiales, alcanzando presiones de hasta 1 000 milímetros de columna de agua y son los empleados, mayormente, en los sistemas de ventilación localizada. El principio de funcionamiento de los

ventiladores centrífugos es el mismo de las bombas centrífugas. Están constituidos por un rotor que posee una serie de paletas o álabes, de diversas formas y curvaturas, que giran aproximadamente entre 200 y 5000 rpm dentro de una caja o envoltura. (Yunus A. Cengel, 2010)



*Figura 13 Ventilador Centrifugo
Fuente: Mataix 1982*

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

4.1. DESCRIPCIÓN

La cabina horno de pintura es un lugar en la que se produce el ambiente apto para un pintado de calidad, se define como un recinto cerrado en el que se introduce el vehículo o pieza a pintar y por el que circula aire desde el techo de la cabina hacia el piso. Esta circulación forzada de aire vertical descendente es la encargada de arrastrar los restos de *pulverización aerográfica, además garantiza un acabado perfecto y ayuda a la conservación del medio ambiente, ya que se retienen la mayoría de partículas de pintura y compuestos orgánicos volátiles (COV's), que son compuestos orgánicos sintéticos los cuales tienen fácil evaporación y afectan a la salud del operario.

En el taller donde se construirá la cámara de secado tiene que contar con un local propio diseñado por completo como un taller de pintura automotriz. En cámara de secado solo se debe realizar el trabajo de secado de la pintura y no debe existir ningún operador dentro de la cámara el momento de secado ya que se elevará a una temperatura elevada.

A continuación, detallaremos la metodología y selección de componentes de la cabina de pintura en el presente capítulo.

4.2. SELECCIÓN DE TIPO DE CABINA HORNO DE PINTURA

Después de conocer la clasificación y los tipos de cabina existentes en el mercado, presentado en el capítulo de desarrollo teórico procedemos a realizar una evaluación a cada clase en diferentes características como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1 Evaluación de características para selección de la cabina horno de pintura

TIPO		FLUJO VERTICAL	FLUJO HORIZONTAL	FLUJO SEMIVERTICAL	GLOBO	EQUILIBRADO	FILTRO SECO	FILTRO MOJADO
CARACTERÍSTICAS	CONSUMO KW (10)	8	6	5	10	8	7	5
	PRODUCCION (10)	9	6	5	3	8	6	6
	TRANSPORTE (5)	5	3	4	2	5	5	4
	TAMAÑO GRANDE (5)	5	4	3	2	4	4	3
	MEDIO AMBIENTE (8)	7	6	6	5	5	8	4
	COSTO BAJO (8)	5	6	5	8	7	7	5
	FLEXIBILIDAD (2)	2	2	2	2	2	2	2
	RESULTADOS (48)	41	33	30	32	39	39	29

Fuente: Elaboración propia

La cabina seleccionada según muestra la Tabla 1 es la de flujo vertical, equilibrada y de filtración seca.

4.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

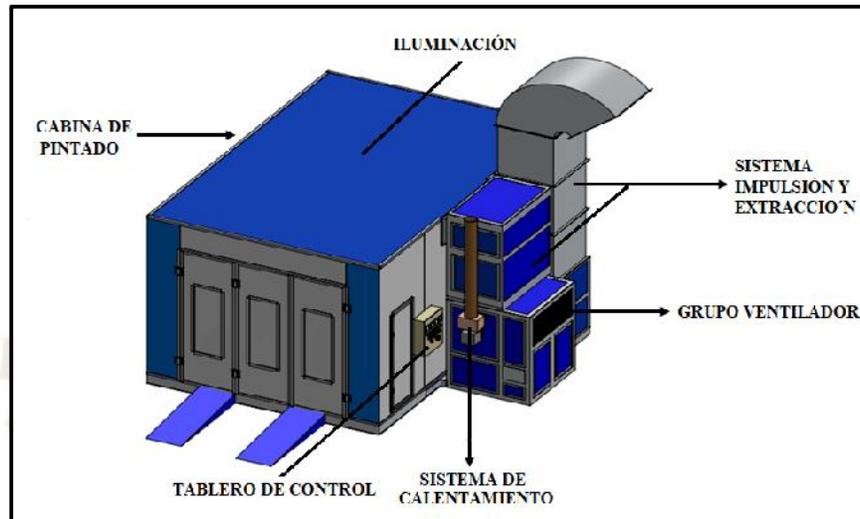
- Temperatura Ambiente: 20°C
- Temperatura requerida: 60°C
- Tipo de flujo de Aire: Vertical
- Medidas cabina Ancho: 4m
Alto: 3.5m
Profundidad 7m
- Velocidad de Aire Cámara
- Velocidad en Ducto
- Calor Requerido

4.4. COMPONENTES DE LA CABINA HORNO DE PINTURA

La cabina de pintado, secado y lacado está compuesta por los siguientes componentes como muestra la Figura 14:

- Cabina de Horno de Pintura
- Grupo Ventilador de Inyección y Extracción de Aire de la Cabina Horno de Pintura
- Calentamiento de la Cabina Horno de Pintura
- Ductos Impulsión y Extracción de Aire de la Cabina Horno de Pintura

- Iluminación de la Cabina Horno de Pintura
- Tablero de Control de la Cabina Horno de Pintura



*Figura 14 Cabina horno de pintura indicando sus componentes
Fuente: Elaboración propia*

4.5. DISEÑO Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA CABINA HORNO DE PINTURA

4.5.1. Cabina Horno de Pintura

El diseño de la cabina de pintura respecto a sus dimensiones se basó en el estudio de mercado de vehículos de mediana capacidad, considerando los de mayor demanda de adquisición en la Región Arequipa, realizando la evaluación y análisis se ha tomado en cuenta las camionetas de doble cabina y cuatro por cuatro y se ha tomado como referencia la camioneta Toyota Hilux Modelo 2017 según Figura 4.

Altura: la altura correspondiente es de 3.5 m medida del piso al techo, tomando como referencia las medidas de la camioneta seleccionada donde su altura es de 1.815 m de altura y dejamos un espacio de 1.685 m.

Ancho: Corresponde a la medida entre la pared interna de la cámara de igual manera que para altura es de 1.855 m y realizando el análisis, al momento de ingresar el vehículo a la cámara para que las puertas no choquen en las paredes de la cámara al momento de abrirse se dejara un espacio de 1m por cada lado con

una tolerancia de 0.10 m a cada lado respectivamente el ancho de la cámara es de 4 m.

Profundidad: Corresponde a largo de la cámara de acuerdo a los vehículos comerciales cuya longitud es de 5.330 m y se considera 0.84m a cada lado de tal manera que la longitud o profundidad es de 7m.

Tabla 2 Dimensiones de la cabina horno de pintura

DIMENSIONES DE LA CABINA	
LONGITUD TOTAL	7 000 mm
ANCHO TOTAL	4 000 mm
ALTO TOTAL	3 500 mm

Fuente. Elaboración propia



Figura 15 Dimensiones Toyota Hilux Modelo 2017

Fuente: Toyota Motor Corporation, 2017

La cabina se fabricará como estructura metálica de perfiles tubulares normalizados de acero. La alimentación desde la concesionaria será a una tensión de 380v trifásica a 60 Hz. proveniente del punto de alimentación fijada por la empresa eléctrica.

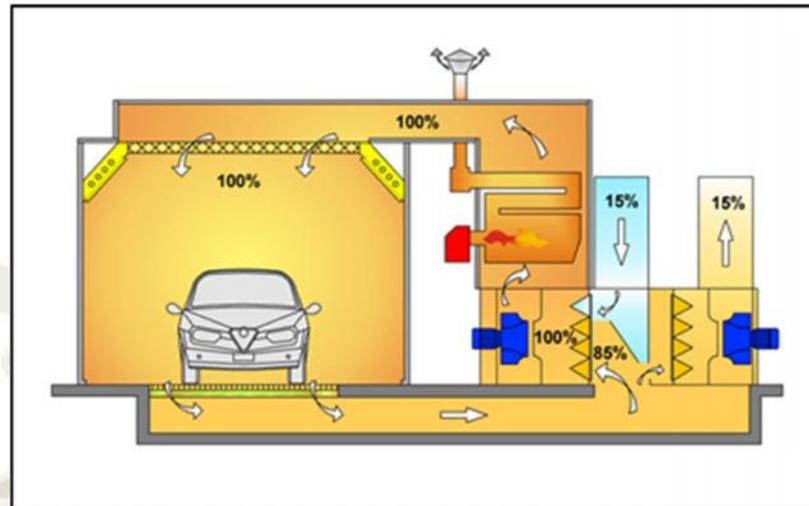


Figura 16 Esquema frontal de la cabina horno de pintura.

Fuente: García, 2011

4.5.1.1. Características de la Cabina Horno de Pintura

El diseño e implementación de la cabina de horno de pintura tendrán las siguientes características:

- Tamaño exterior: 7000x4 000x3500mm (Largo, Ancho, Altura)
- Tamaño interior: 6900x3900x2650 mm (Largo, Ancho, Altura), por medio de paneles modulares.
- Paneles sándwich de doble capa de acero galvanizado por inmersión en baño de zinc y lacado al horno.
- Panel de paredes: 50 mm de espesor y 1000 mm de ancho, el aislamiento es de EPS (poliestireno expandido) y está cubierto por una plancha de acero de 0.326 mm.
- Puerta de entrada: El tamaño de 3 hojas es 3000x2600 mm (Ancho, Altura), hecho de acero doblado sin borde cubierto, con vidrio templado en un marco cuadrado de color acero.
- Puerta de personal: 01 unidad, el tamaño es de 700x2000mm (Ancho, Altura).
- Panel de techo: Fabricado en chapa galvanizada de 0.6 mm de espesor.

- Lámparas de techo: En la izquierda y derecha tienen 4 accesorios de iluminación, total 08 accesorios. Cada accesorio está equipado con 4 tubos fluorescentes de 36 Watt.
- Filtro de techo: El soporte de filtro está hecho de acero en forma rectangular con tratamiento de superficie al óleo, filtro de alta eficiencia.
- La profunda capa adhesiva garantiza la retención de partículas superiores a 10 micras.
- La cabina se alimenta con un grupo quemador de combustible-aire caliente, de estructura metálica, perfiles de acero y paneles perimetrales de doble chapa de acero galvanizado aislados térmicamente con lana de roca.
- Ventiladores centrífugos de doble aspiración con eje rotativo y bajo nivel de ruido.

4.5.1.2. Diseño Estructural de la Cabina Horno de Pintura

El diseño estructural de la cabina horno de pintura se ha tomado las siguientes consideraciones:

1. Las cargas presentes en la estructura de la cabina horno de pintura como son las cargas muerta, cargas móviles.
2. Rigidez de la estructura
3. Tipo de material.
4. Simplicidad en el ingreso y salida del vehículo.
5. Protección al medio ambiente.
6. Seguridad en la operación de la cabina horno de pintura.

El diseño estructural de la cabina de pintura para vehículos de mediana a capacidad está compuesto de por columnas, vigas, largueros y todos unidos por soldadura como lo muestra la Figura 17.

Columnas Tubo 2"x2" espesor 1.2 mm

Vigas pata techo y laterales 2"x2" espesor 1.2 mm

Puertas Tubo 2"x2" espesor 1.2 mm

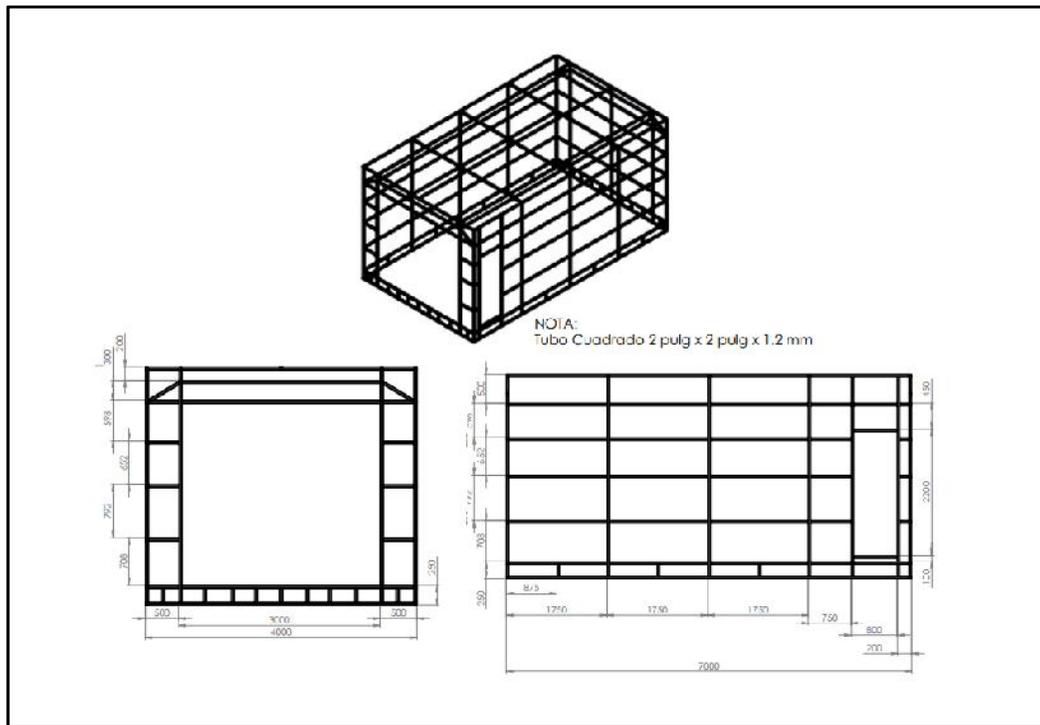


Figura 17 Diseño Estructural de la Cabina Horno de Pintura

Fuente: Elaboración propia

a. DISEÑO DE LAS COLUMNAS

Son miembros estructurales verticales que soportan cargas axiales y fallan por pandeo.

Selección Columna Tubo Cuadrado Tubular: 2"x2"x1.5 mm

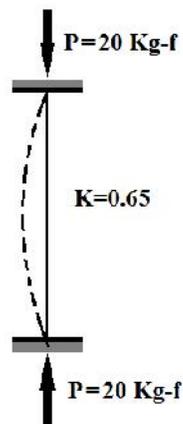
Longitud Libre: 3.5 m = 11.5 pies

Area: 2.85 cm²

$r_x = r_y = 1.97$ cm

$F_y = 36$ Ksi

$K = 0.65$



Esfuerzo Permisible ≥ Esfuerzo de Trabajo

$$F_a \geq f_a$$

$$f_a = \frac{P}{A} = \frac{\text{Carga Aplicada}}{\text{Area de Perfil Estructural}}$$

$$F_a = \frac{F_y \left[1 - \frac{1}{2} * \left(\frac{KL}{r} \right)^2 \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} * \frac{KL}{C_c} - \frac{1}{8} * \left(\frac{KL}{C_c} \right)^3}$$

$$F_a = \frac{36 \text{ Ksi} \left[1 - \frac{1}{2} * \frac{(115.48)^2}{(126.1)^2} \right]}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} * \frac{115.48}{126.1} - \frac{1}{8} * \frac{(115.48)^3}{(126.1)^3}}$$

$$F_a = 10.92 \text{ Ksi} = 769.33 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \geq 7.01 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Selección de perfil estructural el adecuado 2”2” y espesor 1.5 mm.

Datos de columna cuadrada (en pulgadas) previamente seleccionadas en el programa de diseño estructural SAP 2000 que permite seleccionar los perfiles adecuados con un factor de seguridad recomendado como se muestra en la Figura 18 y 19.

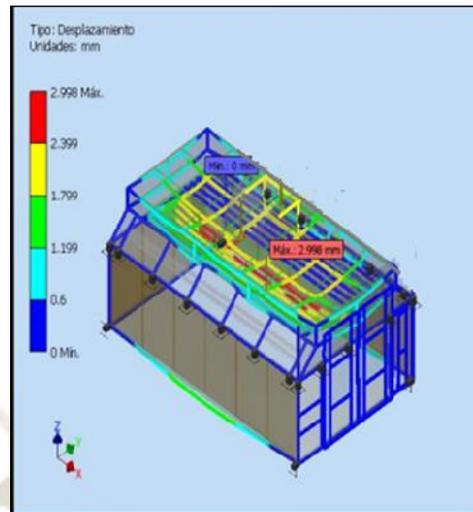


Figura 18 Armazón estructural de la cabina horno de pintura.
Fuente: Elaboración propia

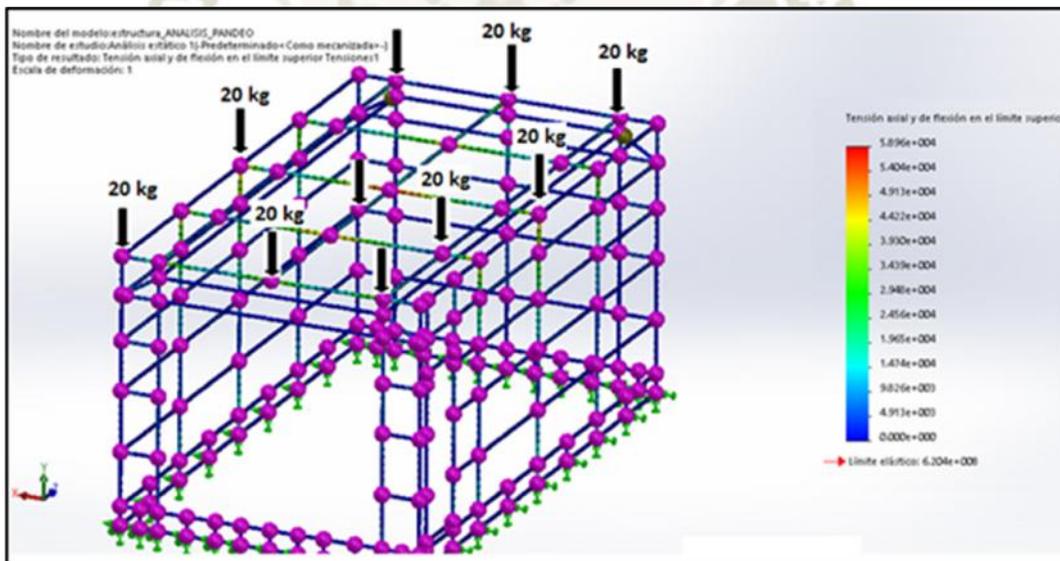


Figura 19 Diagrama de esfuerzos de armazón estructural de la cabina horno de pintura por cargas muertas.

Fuente: Elaboración propia

b. DISEÑO DE LA VIGAS ESTRUCTURALES

Son miembros estructurales que soportan cargas transversales, y fallan por deflexión permitida o por fractura transversal.

Viga Tubo Cuadrado tubular: 2"x2"x1.5 mm

Longitud Libre: 1.75 m = 5.74 pies

Area: 2.85 cm²

$r_x = r_y = 1.97$ cm

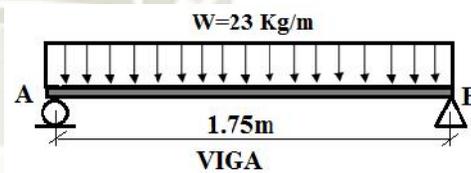
$S_x = 4.43$ cm³ = 0.270 pulg³

$F_y = 36$ Ksi

$W_{Máx} = 8.80$ Kgf- m = 762.20 Lbf-pulg

Método Diseño de Sección Elástica

$$f_b \leq F_b$$



$$\frac{M_{Máx}}{S_x} \leq F_b$$

$$S_x \geq \frac{M_{Máx}}{0.60 * F_y}$$

$$S_x \geq \frac{762.20 \text{ Lgf} - \text{pulg}}{0.6 * 36000 \frac{\text{Lbf}}{\text{pulg}^2}}$$

$$S_x \geq 0.035 \text{ pulg}^3$$

$$0.27 \text{ pulg}^3 \geq 0.035 \text{ pulg}^3 \text{ OKEY}$$

4.5.1.3. Características del Piso Cabina Horno de Pintura

El piso de la cabina de pintura tiene características relevantes porque soporta el peso del vehículo como carga dinámica y tiene que ser estructuralmente muy rígido y además es la zona de extracción y filtrado de los gases después del pintado y consta de las siguientes características de diseño.

- 02 filas de rejillas hechas de barra plana de 30x4 mm y acero trenzado de 10 mm, con tratamiento de galvanizado.
- El peso de carga es de 600 kg / rueda, equipado con un marco de soporte de filtro de piso.
- 03 hileras de placa indentada con tratamiento de superficie pintada. 2 rampas, cada tamaño es de 520x2 000mm (WxL).
- Fabricado en acero galvanizado curvado, 300mm de altura.
- Filtro de piso de fibra de vidrio.
- Filtro de fibra de vidrio colocado en el marco del filtro.

4.6. SISTEMA IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE

4.6.1. Determinación de Caudal Necesario

Para la determinación del caudal necesario tendríamos que tener el volumen de la cabina el cual sería:

$$\forall_{Cabina} = L * A * H$$

\forall_{Cabina} : Volumen de la cabina (m^3)

L : Longitud (m)

A : Ancho (m)

H : Altura (m)

Datos:

Longitud: 7 m

Ancho: 4 m

Alto: 3.5 m

Calculando:

$$\forall_{Cabina} = 7m * 4 m * 3.5m$$

$$\forall_{Cabina} = 98.00 m^3$$

Caudal:

$$Q = N * V$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/s , m^3/Hr).

N: número de renovaciones por hora ($1/h$).

V: Volumen (m^3).

Las renovaciones de cabinas de pintura son de 120 -240 renovaciones por hora, recomendado por recomendaciones de seguridad.

Datos:

$$N = 180 \text{ } 1/h$$

$$V = 98 \text{ } m^3$$

$$Q = 240 \frac{1}{h} * 98m^3$$

$$Q = 23 \text{ } 520 \text{ } m^3/h$$

$$Q = 6.53 \text{ } m^3/s$$

Velocidad media en el área de trabajo:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V : Velocidad media (m/s)

Q : Caudal (m^3/s , m^3/h))

A : Área de Trabajo

$$V = \frac{6.53 \text{ } m^3/s}{28 \text{ } m^2}$$

$$V = 0.22 \text{ } m/s$$

Con la velocidad media en el área de trabajo comprobamos que se encuentra dentro del rango de (0.20 - 0.5 m/s) que se vio con anterioridad, lo que nos garantiza de no formar una atmosfera peligrosa.

Tabla 3 Rango de velocidades de captura

CONDICIÓN DE LA DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES	EJEMPLOS	VELOCIDAD DE CAPTURA m/s
Liberado esencialmente sin velocidad en el aire inmovil	Evaporación de tanques, desengrase, chapado	0.20-0.5
Liberado a baja velocidad en aire moderadamente quieto	Llenado de contenedores, transferencia de cintas transportadoras de baja velocidad, soldadura	0.5-1.0
Generación activa en zona de movimiento de aire rapido	Llenado del barril, carga en fajas transportadoras, trituracion	1.0-2.5
Liberado a alta velocidad en la zona de movimiento de aire muy rapido	Rectificado, chorreado abrasivo, tambaleo, sacudidas calientes	2.5-10

Fuente: ASHRAE Handbook-HVAC Aplicaciones

4.6.2. Determinación de Pérdidas Hidráulicas en la Extracción del Aire en la Cabina

ECUACION DE BERNOULLI GENERALIZADA

$$H_{Sistema} = \frac{P_2 - P_1}{\rho_{aire} * g} + \frac{1}{2 * g} (V_2^2 - V_1^2) + (Z_2 - Z_1) + H_{perdidas}$$

Donde:

$H_{Sistema}$: altura del sistema (m)

P_1, P_2 : Presion estaticas en 1 y 2. (Pa)

ρ_{aire} : Densidad del aire (Kg/m³)

V_1, V_2 : Velocidades del fluido en 1 y 2 (m/s)

g : Gravedad (m/s²)

Z_1, Z_2 : Alturas geodesicas (m)

$H_{perdidas}$: Altura de perdidas (m)

Para nuestro caso despreciamos la diferencia de alturas, las presiones P_1 y P_2 que son presiones atmosféricas y la velocidad V_1 asumimos que su velocidad es depreciable.

Quedando:

$$H_{sit} = \frac{1}{2 * g} (V_2^2) + H_{perdidas}$$

Considerando las pérdidas tendríamos:

$$H_{sit} = \frac{1}{2 * g} V^2 + \frac{1}{2 * g} V^2 \left(f \frac{L}{D} + \sum K + f \frac{L_{eq}}{D} \right)$$

Si: $A = \frac{\pi D^2}{4}$, $Q = V * A$

Reemplazando en la ecuación anterior tendríamos:

$$H_{sit} = \frac{1}{2 * g \pi^2 * D^4} 8Q^2 + \left(f \frac{L}{D} + \sum K + f \frac{L_{eq}}{D} \right) * \frac{8Q^2}{\pi^2 * D^4}$$

PERDIDAS EN DUCTOS POR FRICCIÓN

Para la determinación de las pérdidas por fricción tenemos que tener previamente los valores de la Rugosidad absoluta " ε " que la obtenemos de la Tabla 4.

Tenemos que la rugosidad absoluta " ε " es: $\varepsilon = 0.09 \text{ mm}$

Tabla 4 Factores de Rugosidad

MATERIAL DEL CONDUCTO	CATEGORIA DE RUGOSIDAD	RUGOSIDAD ABSOLUTA
Acero al carbono sin recubrimiento, limpio (0.05 mm)	Liso	0.03
Tubo de PVC de plástico (0.01 a 0.05 mm)		
Aluminio (0.01 a 0.05 mm)		
Acero galvanizado, costuras longitudinales, juntas de 200 mm (0.05 a 0.10 mm)	Medio liso	0.09
Acero galvanizado, laminado en continuo, costuras en espiral, juntas de 3000 mm (0.06 a 0.12 mm)		
Acero galvanizado, costura espiral con 1, 2 y 3 costillas, juntas de 3600 mm (0.09 a 0.12 mm)		
Acero galvanizado, costuras longitudinales, 760 mm 0.15 juntas (0.15 mm)	Promedio	0.15
Acero galvanizado, espiral, corrugado, juntas de 3600 mm (0.74 mm)	Medio Áspero	0.9
Conducto de vidrio fibroso, rígido	Aspero	3.0
Revestimiento interno del conducto de fibra de vidrio, lado del aire con material de revestimiento (1.5 mm)		
Conducto flexible, tela y alambre, revestimiento del conducto de vidrio fibroso completamente extendido, recubierto por el lado del aire (4.6 mm)		
Conducto flexible, tela y alambre, completamente extendido		
Forro de conducto de vidrio fibroso, recubierto por el lado del aire (4,6 mm)		
Conducto flexible, metálico (1.2 a 2.1 mm cuando se extiende)		
Concreto (1.3 a 3.0 mm)		

Fuente: ASHRAE Handbook - Fundamentals

Para determinar el factor de fricción f usamos la ecuación xx

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7 D_h} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Calculamos el diámetro hidráulico Dh teniendo en cuenta las dimensiones del ducto:

$$a = 650 \text{ mm}$$

$$b = 1300 \text{ mm}$$

$$Dh = \frac{4A}{P}$$

$$Dh = \frac{4 * 650\text{mm} * 1300\text{mm}}{2(650\text{mm} + 1300\text{mm})}$$

$$Dh = 866.67 \text{ mm}$$

Calculamos primero el Número de Reynolds " Re "

$$Re = \frac{Dh * V}{1000 * \nu}$$

$$Re = \frac{866.67\text{mm} * \frac{8\text{m}}{\text{s}}}{1000 * \frac{1.608 * 10^{-5}\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$Re = 43179.10$$

Reemplazando los datos tendríamos que:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0.09}{3.7 * 866.67} + \frac{2.51}{43179.1 \sqrt{f}} \right) f = 0.0147$$

PERDIDAS EN DUCTOS

$$h_{\text{ductos}} = \frac{1}{2 * g} V^2 \left(f \frac{L}{D} \right)$$

$$h_{\text{ductos}} = \left(0.014 \frac{4000 \text{ mm}}{866.67 \text{ mm}} \right) * \frac{(8)^2}{2 * 9.81}$$

$$h_{\text{ductos}} = 0.211 \text{ m. c. aire}$$

$$h_{\text{ductos}} = 0.233 \text{ mm. c. a}$$

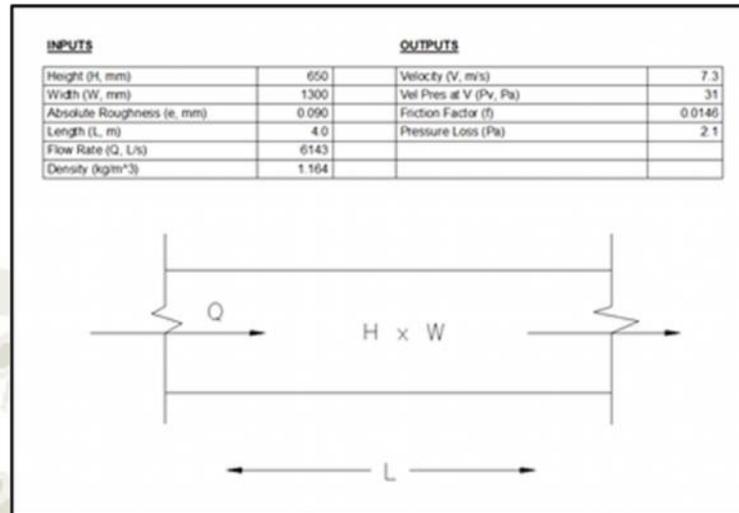


Figura 20 Comprobación de Pérdidas en ductos
Fuente: ASHRAE Duct Fitting Database, 2001

PERDIDAS EN LOS CODOS

Para determinar las pérdidas en codos tenemos que determinar en coeficiente K que nos podemos ayudar de tablas, en este caso nos ayudaremos del software (ASHRAE Duct Fitting Database).

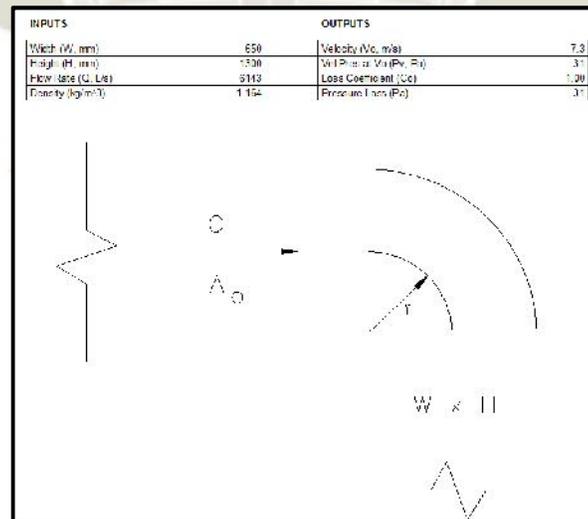


Figura 21 Comprobación de pérdidas en codos
Fuente: ASHRAE Duct Fitting Database, 2001

Considerando dos codos y según los resultados, tendríamos el valor de k para cada uno de los codos:

$$k_1=1$$

$$k_2=1$$

$$h_{Codos} = \left(\sum K \right) * \frac{1}{2 * g} V^2$$

$$h_{Codos} = (2) * \frac{1}{2 * 9.81} * 8^2$$

$$h_{Codos} = 6.52 \text{ m. c. aire}$$

$$h_{Codos} = 6.91 \text{ mm. c. a.}$$

PERDIDA EN LA ABERTURA

Para determinar la pérdida en la abertura consideramos:

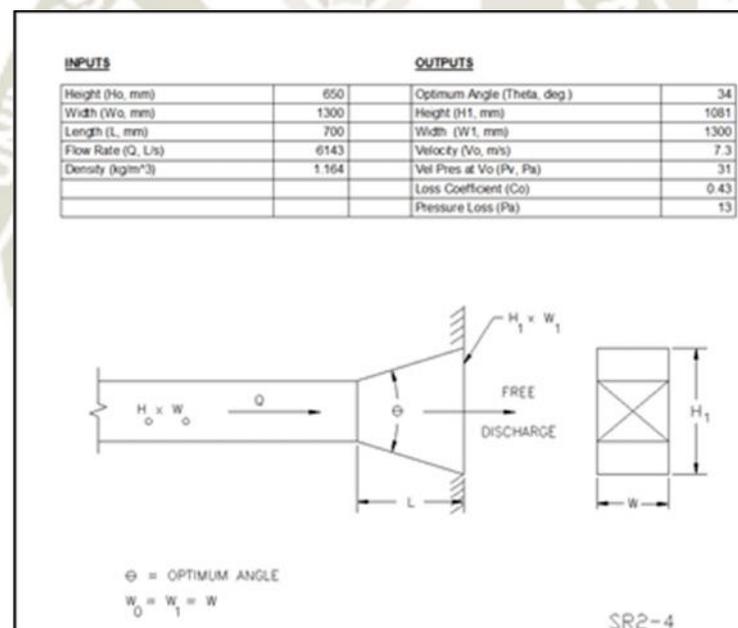


Figura 22 Comprobación de pérdidas en aberturas
Fuente: ASHRAE Duct Fitting Database, 2001

Tenemos el valor de K en este caso para la abertura seria:

$$k_3=0.43$$

$$h_{Codos} = \left(\sum K \right) * \frac{1}{2 * g} V^2$$

$$h_{Codos} = (0.43) * \frac{1}{2 * 9.81} * 8^2$$

$$h_{Codos} = 1.40 \text{ m. c. aire}$$

$$h_{Codos} = 1.68 \text{ mm. c. a}$$

SELECCIÓN Y ESTIMACIÓN DE PÉRDIDA EN LOS FILTROS

Perdida en el filtro del plenum

Para determinar las pérdidas en el filtro utilizaremos la ficha técnica del filtro para este caso tendremos:

Tabla 5 Datos de Filtro de Manta

	ISOTRAM 500S	ISOTRAM 560G	ISOTRAM 600G		
Clasificación en 779	F5	F5	F5		
Eficacia gravimetrica %	93%	96%	98%		
Grosor	22 mm	20 a 23 mm	20 a 23 mm		
Peso por m2	550 g	560 g	600 g		
Retencion gr/cm2	630	480	500 +		
Velocidad frontal m/s	1.5 m/s	0.7 m/s	0.25 m/s	0.50 m/s	0.70 m/s
Caudal m3/Hr/m2	5 400	2 520	900	1 800	2 520
Perdida de carga- Estado nuevo en mm.c.a	46	57	35		60
Perdida de carga maxima en mm.c.a.	300	430	450		
Temperatura de funcionamiento continuo maxima	100 °C				

Fuente: Catalogo de Fabricante ISOFILTER

$$\Delta p = 60.00 \text{ mm. c. a.}$$

Perdida en el Filtro Paint Stop

Para determinar las pérdidas en el filtro utilizaremos la ficha técnica del filtro para este caso tendremos:

Tabla 6 Datos Filtro Paint Stop

	ISOKRAFT 5CH + 1 CAPA DE FIELTRO	ISOKRAFT 7C + 1 CAPA DE FIELTRO
Grosor	16 mm	25 mm
Velocidad del aire recomenda	0.5 a 1 m/s	
Capacidad de retencion	6 a 8 Kg/m ²	12 a 15 kg/m ²
Perdida de carga-estado nuevo (mm.c.a)	1.2 por 0.5 m/s (11.8); 2.3 por 0.75 m/s (22.5) 3.3 por 1 m/s (32.4); 6.2 por 1.5 m/s (60.8) 8.8 por 2 m/s (86.2)	
Perdida de carga máxima en mm.c.a	15 por 0.75 m/s (147)	

Fuente: Catalogo de fabricante ISOFILTER

$$\Delta p = 32.40 \text{ mm.c.a}$$

DISEÑO DE LA FOSA DE EXTRACCIÓN

Para el diseño de la fosa de extracción

Teniendo una velocidad recomendada del Filtro Paint stop que obtenemos de la Tabla 6 que sería de 1 m/s.

De la ecuación:

$$Q = V * A$$

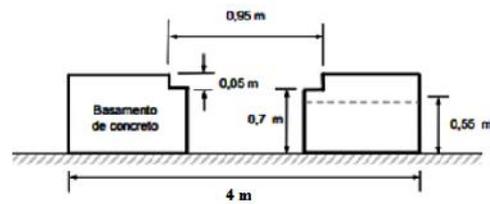
Despejamos:

$$A = \frac{Q}{V}$$

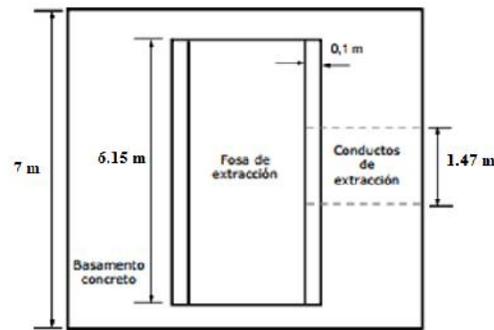
$$A = \frac{6.53}{V1}$$

$$A = 6.53 \text{ m}^2$$

Asumiendo valores de largo y ancho y respetando las dimensiones de la cabina tendríamos un largo y ancho de 7 m y 4 m respectivamente.



VISTA FRONTAL DE LA FOSA DE EXTRACCION DE AIRE



VISTA SUPERIOR DE LA FOSA DE EXTRACCIÓN DE AIRE

Figura 23 Vista Frontal y Superior de la Cabina

4.7. RESUMEN DE PÉRDIDAS HIDRÁULICAS EN LA EXTRACCIÓN DE AIRE EN LA CABINA

En la presente Tabla 7 realizamos un resumen de perdidas hidráulicas en la impulsión del aire para la cabina de horno para pintado automotriz que nos permitirá a futuro seleccionar el ventilador centrifugo correspondiente.

Tabla 7 Resumen de Perdidas Hidráulicas en la Cabina en la Expulsión de Flujo

EVALUACION DE TIPO DE PERDIDAS EN LA IMPULSION DEL AIRE	mm.c.a
Perdidas Conductos	0.23
Perdidas en Codos	6.91
Perdidas en la Abertura	1.68
Perdidas en Filtros	60.00
Perdidas Filtro Paint Stop	32.40
Total de Perdidas Hiraulicas	101.22

Fuente: Elaboracion propia

4.8. DETERMINACIÓN DE LA CURVA CARACTERISTICA DEL SISTEMA DE PERDIDAS HIDRÁULICAS

Para determinar la curva característica del sistema, sabemos que tiene un orden cuadrático de la forma:

$$H_{Sist} = K * Q^2$$

En nuestro caso teniendo el sumatorio total de las perdidas podemos determinar la ecuación del sistema y determinar el “K” teniendo como datos la sumatoria de todas las perdidas y el “Q” caudal que se requiere para la extracción, por lo tanto, tenemos que:

$$H_{Sist} = 101.22 \text{ mm. c. a.}$$

$$Q = 6.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la ecuación del sistema:

$$H_{Sist} = K * Q^2$$

Despejamos “K”:

$$K = \frac{H_{Sist}}{Q^2}$$

$$K = \frac{101.22 \text{ mm. c. a.}}{6.53^2}$$

$$K = 2.37$$

Quedando la ecuación del sistema de la siguiente manera:

$$H_{Sist} = 2.37 * Q^2$$

Gráficamente tendríamos:

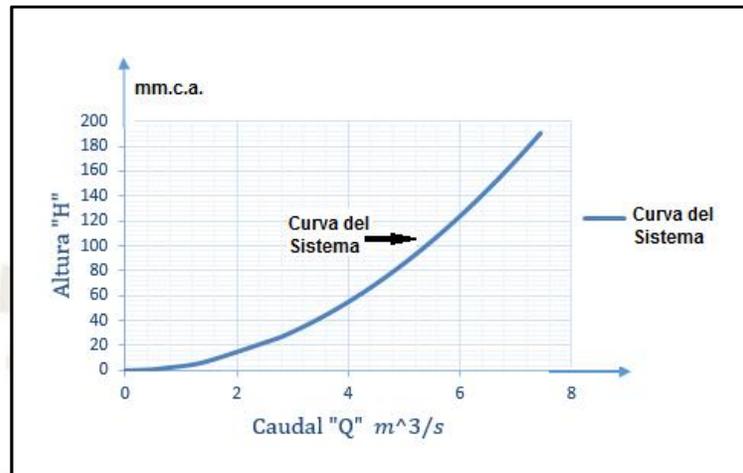


Gráfico 5 Curva característica del sistema
Fuente: Elaboración Propia

4.8.1. Selección del Ventilador para Impulsión y Extracción de Flujo

De acuerdo a los cálculos realizados se obtienen los siguientes parámetros de selección, en nuestro caso tenemos los datos como son el caudal y la altura de presión de perdidas con estos datos ingresamos a catálogos y viendo las diferentes curvas características Seleccionamos nuestro ventilador.

$$H_{sist} = 101.22 \text{ mm. c. a.}$$

$$Q = 6.53 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tenemos el siguiente tipo de ventilador:

- Ventilador centrífugo
- Caudal necesario 23 508 m³/h
- Marca: Soler y Palau
- Serie: CXRT
- 1150 RPM
- Ventiladores de Inyección 02
- Ventiladores de Expulsión: 01

En la siguiente grafica se muestra la curva característica del Ventilador.

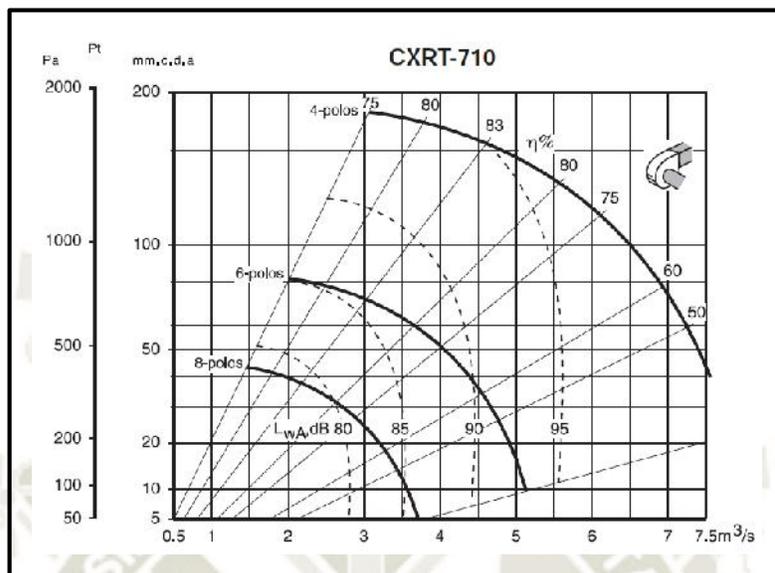


Gráfico 6 Curva característica del ventilador
Fuente: *Catalogo Soler y Palau, 2017*

DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE OPERACIÓN DEL VENTILADOR

Para determinar el punto de operación del sistema tenemos que sobreponer la curva característica del Sistema y la curva característica del ventilador, para lo cual ya tenemos definido la curva característica del sistema y su ecuación; de la curva característica del sistema nos faltaría encontrar su ecuación, lo determinaremos mediante un programa del cual nos dará los datos en Excel de la curva del ventilador, para luego graficar y mostrar la ecuación y lo mostramos en las siguiente Gráficas 7 y 8.

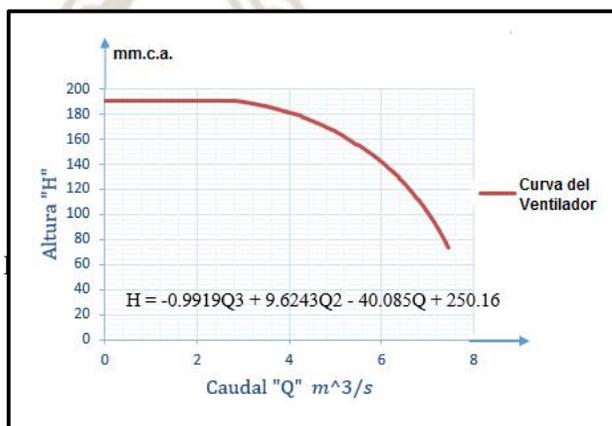


Gráfico 7 Curva característica del ventilador Excel
Fuente: *Elaboración propia*

Una vez teniendo las dos ecuaciones características procedemos a ubicar el punto de operación, el cual sería la intersección de las dos curvas como se ve en la figura XX, igualando las dos ecuaciones tendríamos el valor exacto en donde se intersecan dichas curvas en donde los datos de altura “H” y caudal serían los siguientes:

$$H_{Sist} = 133.61 \text{ mm. c. a}$$

$$Q = 6.35 \text{ m}^3/\text{s}$$

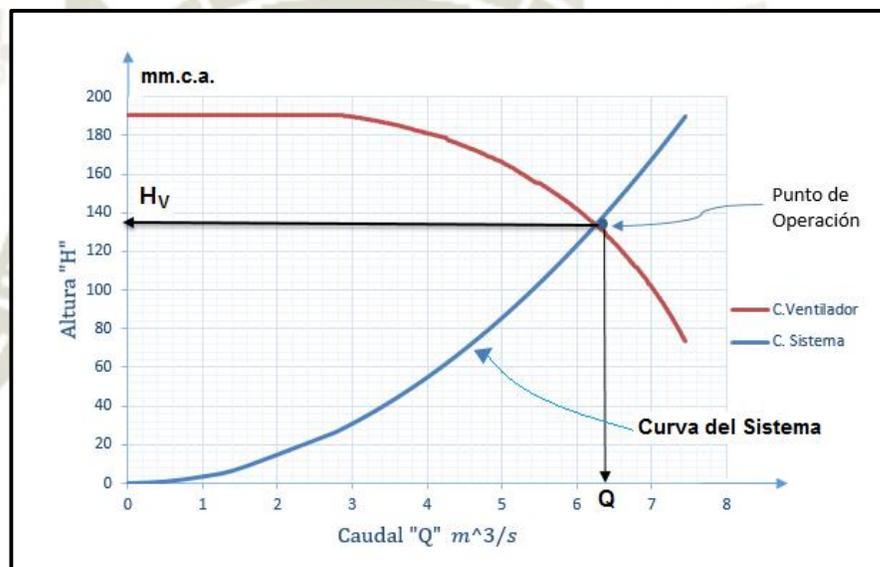


Gráfico 8 Punto de operación del Ventilador Excel
Fuente: Elaboración propia

4.8.2. Cálculo de la Potencia

Para el cálculo de la potencia recurrimos a la fórmula de potencia vista en el capítulo anterior, recurrimos también a la ficha técnica del fabricante Soler & Palau para ver la eficiencia en que trabajará el ventilador que se puede apreciar en el Gráfico 9, en este caso la eficiencia será de un 75%.

$$P = \frac{\rho * g * Q * H}{\eta} [W]$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/s).

η : Eficiencia del ventilador.

g : Gravedad (m/s^2).

ρ : Densidad (kg/m^3).

H : Altura (m).

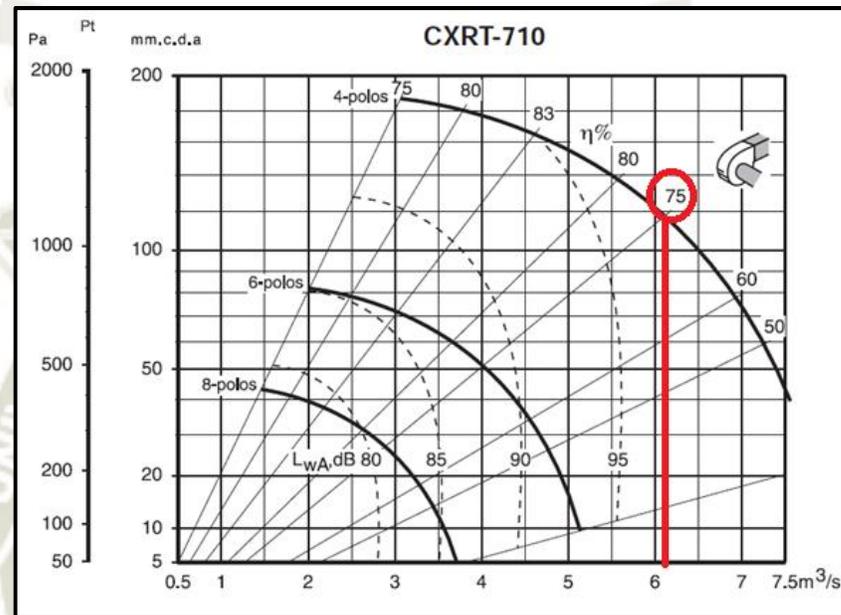


Gráfico 9 Punto de Operación del Ventilador Fabricante
Fuente: Ficha técnica del Ventilador Soler & Palau., 2017

Teniendo los datos de caudal (Q), altura (H) y Eficiencia (η) procedemos a calcular la potencia que consumirá nuestro ventilador elegido:

$$H_{Sist} = 133.61 \text{ mm. c. a.}$$

$$Q = 6.35 \text{ m}^3/s$$

$$\eta = 75\%$$

Calculo de la potencia:

$$P = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * \frac{9.81m}{s^2} * 6.35m^3/s * 0.133m}{0.75}$$

$$P = 10\ 860.31 \text{ W}$$

$$P = 10.86 \text{ KW}$$

Dos ventiladores centrífugos de 5.5 KW para impulsión. Y un ventilador para extracción

- Ventilador centrífugo
- Marca: Soler y Palau
- Serie: CXRT
- 1150 RPM
- Ventiladores de Impulsión: 02
- Ventiladores de expulsión: 01
- Voltaje: 440 V

4.9. CALENTAMIENTO DE LA CABINA HORNO DE PINTADO

4.9.1. Consumo de Energía para Circulación de Aire

- PVENTILADOR = 10.86 Kw
- ENERGÍA CONSUMIDA POR EL VENTILADOR

$$E = P \times TIEMPO ; tiempo: 1.0 Hrs$$

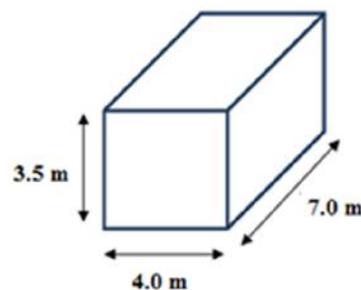
$$E = 10.86Kw \times 1.0 Hrs$$

$$E = 10.86 Kw - HR$$

$$COSTO ENERGIA = 10.86 Kw - HR (0.57) \frac{\$}{Kw-HR} = 6.19 \$/.$$

4.9.2. Consumo de Energía para el Secado de Vehículo

$$T_{40}^{\circ}C : B = 0.003195 * C_p = 1007 \frac{J}{Kg K} , \rho = 1.127Kg / m^3$$



$$P_r = 0.7255, v = 1.702 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{seg}, \rho_{27^\circ\text{C}} = 0.8522 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$p_{prom} = 0,9104 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}, v_{\substack{2300 \\ T=40^\circ\text{C}}} = 1,988810^{-8} \text{ m}^4/\text{seg}$$

CALENTAMIENTO $t = 30\text{min}$

4.9.3. Pérdidas por Convección Exterior (Convección Natural)

$$Ra_L = \frac{9\beta(T\Delta - T_\infty) [L_c]^3}{\nu} Pr$$

$$= \frac{9.21 (0.003195)(60 - 20)(3.5)^3 (0.7255)}{(1.918 \times 10^{-5})^2}$$

$$= 4,867 \times 10^{10}$$

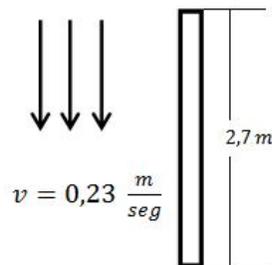
$$Nu = \left[0.825 + \frac{0.387 Ra_L^{1/6}}{\left[1 + (0.492/Pr)^{9/16} \right]} \right]^2 = 418.6$$

$$h = \frac{Nu \times K}{L_c}$$

$$= \frac{418.6 \times 0.02662 \text{ W}/^\circ\text{C}}{2,7 \text{ m}}$$

$$h = 4.12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2^\circ\text{C}}$$

4.9.4. Pérdidas por Convección Interior (Convección Forzada)



$$Rel = \frac{0.23 \text{ m/s} \times 2.7 \text{ m}}{1.918 \times 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

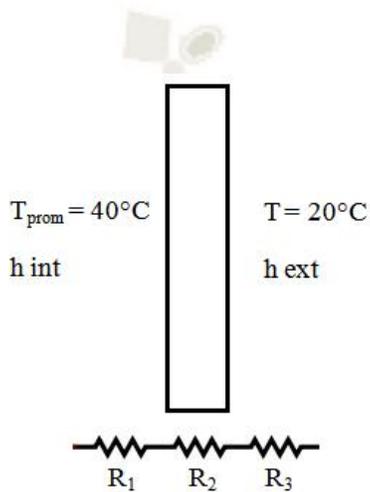
$$Rel = 32\,377$$

$$Nu = 0.664 \times Rel^{0,6} \times Pr^{1,3}$$

$$Nu = 0.664 (32377)^{0.5} \times (0.7255)^{1/3}$$

$$Nu = 107.40$$

$$h = \frac{Nu K}{Li} = \frac{107.4 (0,02662)}{2,7m} = 1.06 \frac{W}{m^3^{\circ}C}$$



$$R_1 = \frac{1}{hA} = \frac{1}{1.06(58,86)} = 0.01605 \text{ }^{\circ}C/W$$

$$R_2 = \frac{L}{kA} = \frac{0,003}{100 \frac{W}{m^2} \times 58.86m^2} = 0.000000509 \text{ }^{\circ}C/W$$

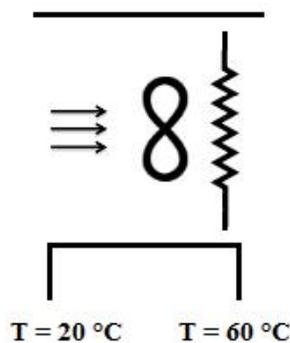
$$R_3 = \frac{1}{hc \times A} = \frac{1}{4.12 * (58.86)} = 0.004124 \text{ }^{\circ}C/W$$

$$Q_1 = \frac{\Delta T}{R_{eq}} = \frac{(40 - 20) \text{ }^{\circ}C}{0.02015 \frac{\text{ }^{\circ}C}{W}} = 992.4W$$

$$A = 2 (3.5m)(4.0m) + 2(3.5m)(7.0m)$$

$$A = 77.00 \text{ } m^2$$

CALOR AÑADIDO AL AIRE ENTRANTE $t = 30min$



$$Q = 7.35 \frac{m^3}{seg}$$

$$m = Q \times \rho = 7.35 \frac{m^3}{s} \times 0.9104 \frac{Kg}{m^3}$$

$$m = 6.69 \frac{Kg}{seg}$$

$$Q_2 = m * C_p * (\Delta T) = 6.69 \frac{Kg}{seg} \times 1007 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ K} (60 - 40)^\circ K$$

$$Q_2 = 134.74 KW$$

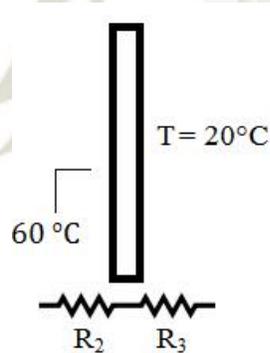
4.9.5. Calor y Energía Total Calentamiento

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 145.60 KW$$

$$Q = 145.60 KW \times \left(\frac{30}{60}\right) Hr = 72.80 KW - HR$$

$$Costo = 0,57 \frac{S/}{KW - HR} \times 72.80 KW hr = 41.50 Soles$$

4.9.6. Temperatura Constante a 60°C por una Hora



$$R_2 = 0.000000509 \frac{^\circ C}{W}$$

$$R_3 = 0.004124 \frac{^\circ C}{W}$$

$$Q = \frac{\Delta T}{Req} = \frac{(60-20)^\circ C}{0.004124 \frac{^\circ C}{W}}$$

$$Q = 9698.12 W$$

$$Q = 9698.12 W * (1hr)$$

$$Q = 9698.12 W - HR$$

$$Q = 9.70 KW - HR$$

COSTO:

$$COSTO = 9.70 KW - HR \times \frac{0,57soles}{KW - HR}$$

$$COSTO = 5.53 Soles$$

COSTO TOTAL ENERGÍA SECADO VEHÍCULO

$$C_T = 5.53 \text{ Soles} + 41.50 \text{ Soles} = 47.03 \text{ Soles}$$

COSTO TOTAL ENERGÍA DE CIRCULACIÓN DE GASES

$$E = 3.26 \text{ Soles}$$

4.9.7. Costo Total del Proceso de Pintado por Vehículo

$$C_{Total} = C \text{ circulacion de aire} + C \text{ secado}$$

$$C_{Total} = 3.26 \text{ Soles} + 47.03 \text{ Soles}$$

$$C_{Total} = 50.29 \text{ Soles} / \text{vehiculo}$$

Nota: Todo en base a Camioneta Toyota Hilux

4.9.8. Sistema de Calentamiento con Quemador y Combustible D2

Para calentar el aire en la cabina de horno de pintado en vez de resistencia lo haremos con combustible, con estadísticas de una duración de 30 minutos de funcionamiento aproximadamente para el pintado y luego 30 minutos de tiempo para el secado del vehículo automotriz y el consumo de combustible es: 5.77 Kg por vehículo es.

La energía necesaria para calentamiento de la temperatura de 20°C a 60°C para vehículo con referencia a la camioneta Toyota Hilux Modelo 2017 es: 134.74 KW convirtiendo en energía es 242 532 KJ.

$$m = \frac{Q}{pc} = \frac{242\ 532 \text{ KJ}}{42\ 000 \text{ KJ/Kg}} = 5.77 \text{ Kg D2}$$

$$V = \frac{5.77 \text{ Kg}}{870 \text{ Kg/m}^3} = 1.75 \text{ Glms D2}$$

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL QUEMADOR

- 01 Quemador
- 01 Cámara de combustión
- Bomba de combustible
- Deposito

4.10. ILUMINACIÓN DE LA CABINA HORNO DE PINTURA

La cabina de horno de pintura debe ser la luz blanca para una mejor apreciación del color de pintura y la potencia se justifica por el costo de las lámparas. El nivel de iluminación de una cabina de pintura debe ser uniforme y nunca inferior a 700 lux a la altura del piso. Como lo especifica la siguiente Tabla 11.

Se determinará el flujo luminoso total que se necesita en el interior de la cámara, para lo cual se usará la siguiente expresión:

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\mu * M}$$

Dónde:

Φ_T =Flujo luminoso total [Lux].

S = Superficie del local a luminar [].

E = Nivel de iluminación que se pretende conseguir 700[Lux].

μ =Factor de utilización (en función de reflexión paredes techo).

M = Factor de mantenimiento (Tablas).

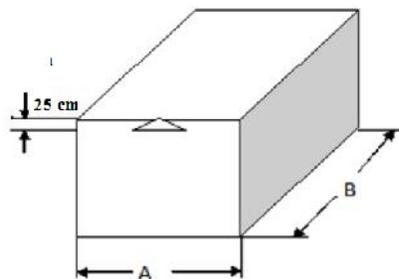
Determinando la superficie de la cámara:

S = Ancho* Largo

S = 7m*4m = 28 m²

Para el factor de utilización, es necesario determinar el índice del local:

El plano de trabajo será de 1.80 m sobre el suelo para un nivel de iluminación de 700 lux.



$$K = \frac{A * B}{H * (A + B)}$$

Calculando el valor de H.

$$H = 3.0 \text{ m} - 0.2 \text{ m} - 1.8 \text{ m} = 1 \text{ m}$$

Entonces el índice del local:

$$K = \frac{7 \text{ m} * 4 \text{ m}}{1 * (7 \text{ m} + 4 \text{ m})}$$

$$K = 2.54$$

Con este dato se ingresa a la Tabla (ANEXOS 10), y se determina el factor de utilización (μ) para iluminación tipo industrial es de 0.62.

Para el factor de mantenimiento:

Tabla 8 Factor de mantenimiento

TIPO DE LOCAL	FACTOR DE MANTENIMIENTO
Mala	0.5
Regular	0.65
Buena	0.8

Fuente: Diseño de sistema de iluminación, 2013

Se considera un sistema de iluminación $M = 0.65$

Remplazando en la ecuación principal se obtiene que el flujo de iluminación total es:

$$\Phi_T = \frac{700 * 28 \text{ m}^2}{0.65 * 0.62}$$

$$\Phi_T = 48\,635.24 \text{ Lm}$$

Calculo del número de lámparas.

Se determinará el número de lámparas que necesitamos para iluminar el interior de la cámara.

$$N_L = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

Dónde:

NL= Numero de lámparas

Φ_T = flujo luminoso total

Φ_L = flujo luminoso de lámpara según catalogo.

Se emplearán lámparas fluorescentes de 60 w según catálogo.

Flujo luminoso = 2700 lm

Entonces tenemos que:

$$N_L = \frac{48\ 635.24}{700}$$

$$N_L = 18.01$$

El número de lámparas mínimo: 18

Tabla 9 Tipo de iluminación y potencia de los fluorescentes

TIPO POR UNIDAD	POTENCIA (WATTS)
Fluorescente de 1.20 m	60
Fluorescente de 1.20 m	110
Halogena	60
Halogena	110

Fuente: Elaboracion propia

4.11. TABLERO DE CONTROL DE LA CABINA HORNO DE PINTURA

Las especificaciones del panel de control se analizan y se diseñan en el Sistema Eléctrico, pero básicamente consta de las siguientes características:

- 01 Contactor general para todo el sistema de cabina.
- 02 Contactores secundarios, 01 trifásico para el sistema de ventilación, y 01 monofásico para la iluminación.
- 01 interruptor para cada luminaria.

CAPÍTULO 5

5. COSTO DE CABINA DE HORNO DE PINTURA

5.1. INTRODUCCION

El presente capítulo tiene como objetivo costear la inversión total realizada desde el diseño, el proceso, compra de los activos físicos, ensamblaje, la implementación y la puesta en marcha del proyecto; luego planificar los ingresos y egresos por periodos y evaluar costo- benéfico y obtener el periodo de recuperación de la inversión y la rentabilidad futura.

5.2. COSTOS DIRECTOS

Los costes directos son un tipo de costes que intervienen de manera directa en la realización y producción de los bienes o servicios de una empresa, se refiere a los costos de activos físicos, materiales que forman parte integral de la cabina de horno de secado, servicios de pintado, mano de obra, mantenimiento, costos de operación y costos administrativos.

Si hablamos de la puesta en marcha de un horno de pintado de vehículos, los equipos que conforman el horno, el secado del pintado por aire caliente, el operario que hace la labor del pintado, la pintura, el combustible para obtener el aire caliente se considera costos directos.

5.3. COSTOS INDIRECTOS

Al producir un bien o prestar un servicio se genera siempre un costo, es decir un desembolso de dinero y también de esfuerzo en el que intervienen elementos como la materia prima y mano de obra. Precisamente estos componentes que incluye el costo de un producto pueden ser directos o indirectos y es importante identificarlos para determinar con exactitud lo que cuesta cada uno de los elementos que interviene o se utiliza para la elaboración del producto, y así determinar un precio de venta justo o bien tomar decisiones importantes sobre los costos asumidos.

5.4. COSTOS TOTALES

Los costos totales para realizar un bien o servicio es la suma de los costos directos e indirectos, luego de tener especificado los diferentes materiales y suministros se realiza en el estudio económico para conocer el valor de la inversión para el proyecto.

Tabla 10 Costo de la cabina horno de pintura

ITEM	COMPONENTES DE LA CABINA HORNO DE PINTURA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO US\$	COSTO PARCIAL US\$
1	Cabina de Pintado	01	5 400.00	6 525.00
2	Grupo Ventilador de Impulsion y Extraccion de Aire	03	680.00	2 465.00
3	Ductos de Impulsion y Extraccionde Aire	02	900.00	1 595.00
4	Calentamiento de la Mezcla Aire y Combustible	01	840.00	2030.00
5	Iluminacion	01	1 320.00	1 305.00
6	Tablero de Control	01	600.00	580.00
Fuente: Elaboración propia			COSTO TOTAL US\$	14 500.00

Tabla 11 Costo de los activos fijos

DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO US\$	COSTO TOTAL US\$
COSTO TERRENO 6mx5m	M2	500	15 000.00
COSTO DE LA CABINA DE HORNO PINTURA	Global	-	14 500.00
Fuente. Elaboracion propia			COSTO TOTAL ACTIVOS FIJOS US\$ 29 500.00

Tabla 12 Costo de los activos fijos

DESCRIPCION	COSTO ANUAL US\$
TECNICO PINTOR	3 182.00
LUZ	255.00
COMBUSTIBLE	1 637.00
ADMINISTRACION	8 485.00
COSTO TOTAL ANUAL US\$	13 559.00

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 13 Flujo de caja de la implementación de la cabina de horno de pintura

AÑO	INVERSION US\$	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL US\$	BENEFICOS ANUAL US\$	FLUJO DE CAJA US\$
0	44 500.00			35 000.00
1		13 559.00	110 000.00	51 108.04
2		13 559.00	110 000.00	

Fuente: Elaboración propia **FLUJO CAJA US\$** **16 108.04**

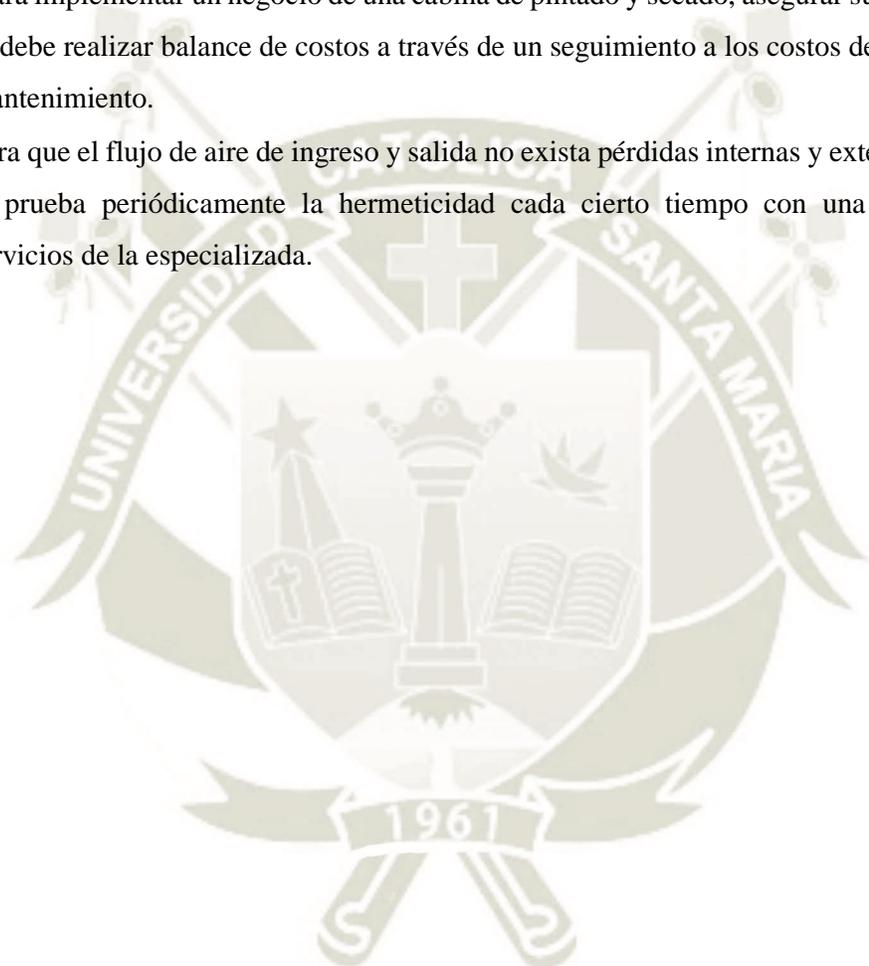


CONCLUSIONES

- Se realizó el correcto balance de masa y energía como lo demuestra en el Capítulo 4 Diseño y Selección de Componentes, masa de aire de ingreso es de $6.35 \text{ m}^3/\text{s}$ y la energía de 9.30 KW-HR .
- Se efectuó en el presente proyecto de tesis diseño y selección de los componentes de la cabina de horno de pintado para vehículos que permite generar un ambiente idóneo para el pintado y secado automotriz, e instalación de los componentes necesarios para el óptimo funcionamiento de los mismos y un sistema de inyección y expulsión de una mezcla aire y combustible que permita generar un ambiente seguro de contaminación.
- Se diseñó y selecciono los diferentes componentes de una cabina de pintura, tomando en cuenta todos los factores que influyen directamente en su selección, y se logra cumplir el objetivo de diseñar una cámara de secado de pintura automotriz para el mejoramiento del proceso y minimiza los estándares de contaminación ambiental por el sistema de filtrado implementado en la cabina.
- Con el diseño de la cabina de horno de pintado para vehículos permite reducir los tiempos de secado, aumentar la producción de pintado de varios vehículos al día y a la vez garantizar un acabado perfecto en cada vehículo, el tiempo obtenido del secado de la carrocería es de 30 minutos como se demuestra en la teoría y en la práctica.
- El consumo de combustible por pintado de vehículo mediano con diésel 2 es 3.47 Kg/hr con un buen aprovechamiento de energía.
- Los costos de operación son bajos, con los cuales podemos lograr excelentes trabajos y una satisfacción única del cliente, mejorando de esta manera el nivel de calidad de los trabajos que se realizan en nuestra ciudad.

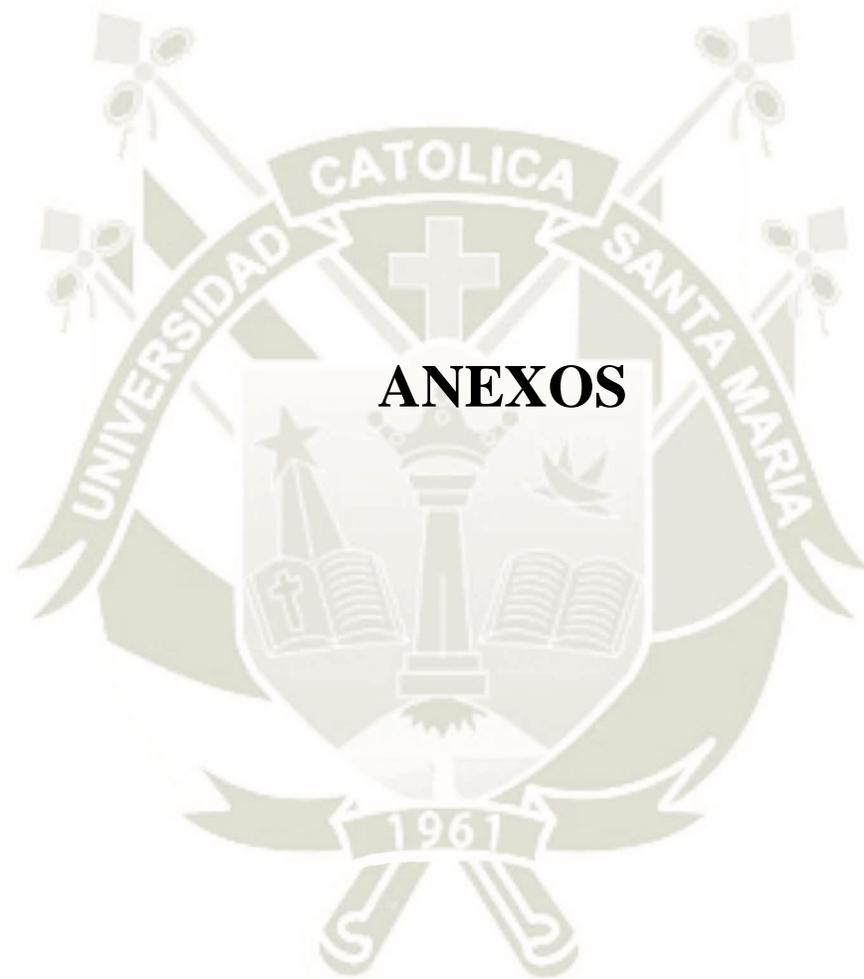
RECOMENDACIONES

- Se debe diseñar e implementar una buena estrategia de gestión de mantenimiento a través de un plan y programa de mantenimiento para asegurar la disponibilidad de la cabina de horno de pintura.
- Para implementar un negocio de una cabina de pintado y secado, asegurar su rentabilidad se debe realizar balance de costos a través de un seguimiento a los costos de operación y mantenimiento.
- Para que el flujo de aire de ingreso y salida no exista pérdidas internas y externas realizar la prueba periódicamente la hermeticidad cada cierto tiempo con una empresa de servicios de la especializada.



BIBLIOGRAFÍA

- Bermúdez, T., & Rodríguez, L. (2013). *Investigación en la gestión empresarial*. Bogotá, Colombia: ECOE EDICIONES.
- Budynas, R. G., & Nisbet, J. K. (2008). *diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: mc Graw Hill/Interamericana Editores S.A.
- Caballero, A. (2013). *Metodología integral innovadora para planes y tesis. La metodología del como Formularios*. Querétaro, México: Artgraph.
- Castañeda, J. (1996). *Métodos de Investigación Tomo II*. México DF: MC Graw Hill.
- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. (2011). *Transferencia de Calor y Masa*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Ferrer, J. (s.f.). *Preparacion de Superficies*. EDITEX.
- García, J. L., & Agueda, E. (2011). *Pintado de Vehículos*. España: Paraninfo.
- Jr, K. W., & Richards, D. E. (2001). *Termodinámica*. España: Mc Graw Hill/Interamericana de España S.A.U.
- Soriano, E. J. (2011). *Embelllecimiento de superficies*. EDITEX.
- Soriano, E. J. (s.f.). *Embelllecimiento de superficies*. EDITEX.
- Yunus A. Cengel, J. M. (2010). *Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicaciones*. Mexico.



ANEXO 1:

Tipos de mapas de impulsor para ventiladores centrífugos.



Aspas
radiales



Inclinadas
hacia atrás



De hoja (o
ala) de aire



De punta radial



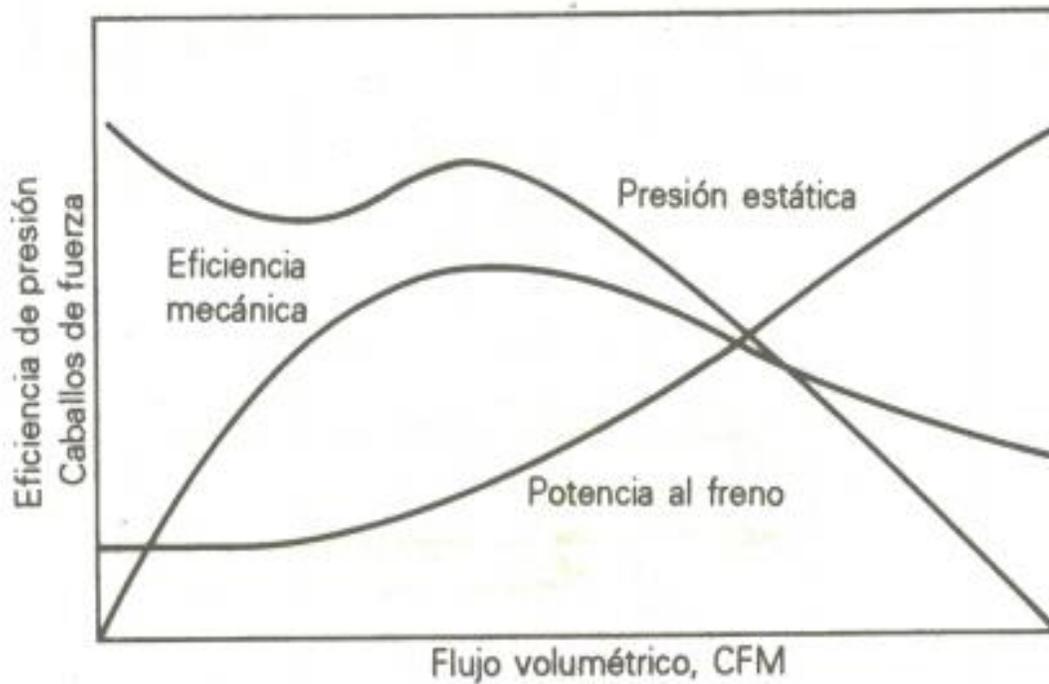
Curvadas
hacia atrás



Curvadas
hacia adelante

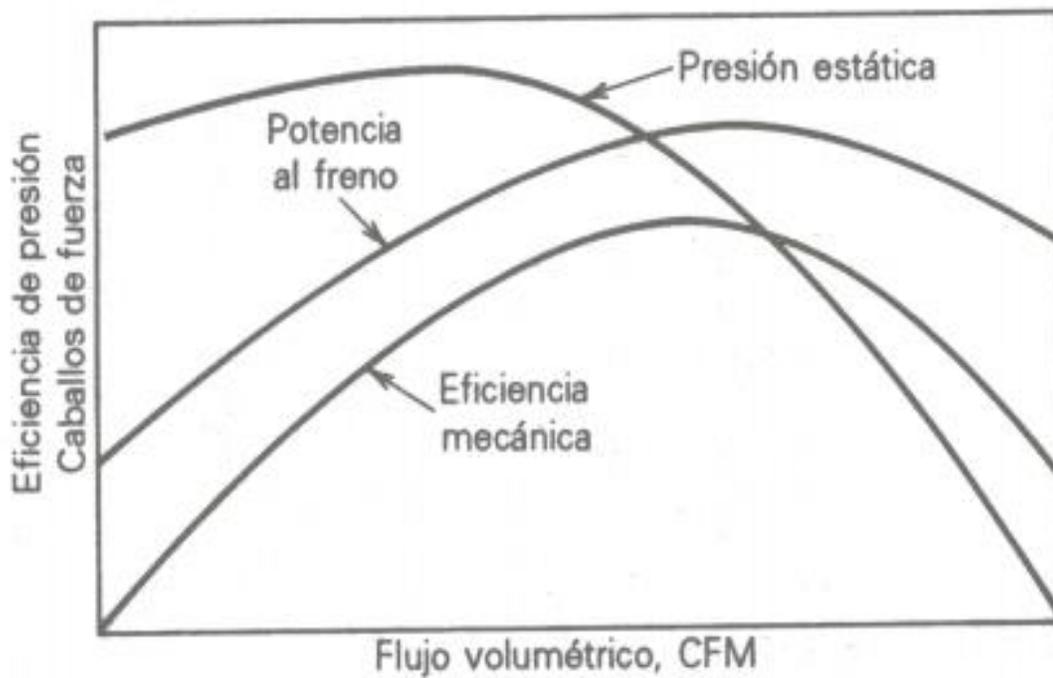
ANEXO 2:

Características típicas de funcionamiento de un ventilador centrífugo con aspas curvas hacia adelante



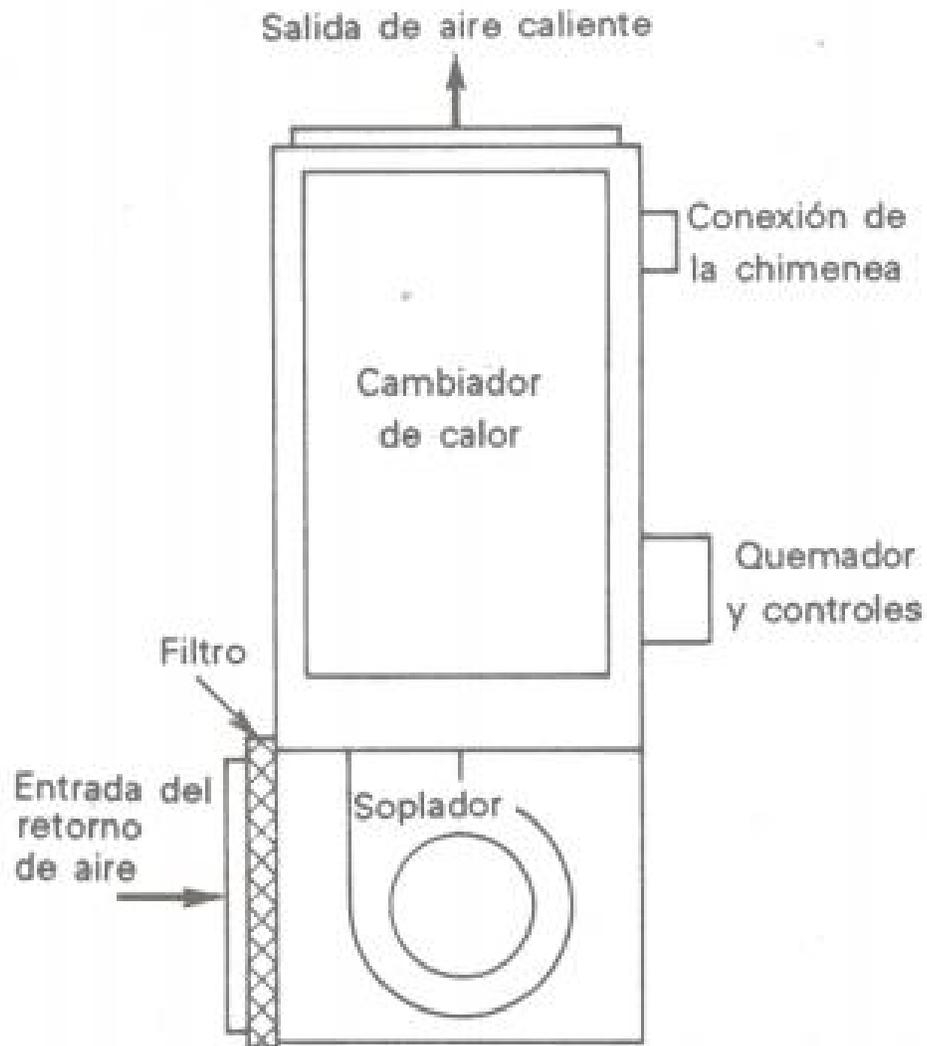
ANEXO 3:

Características típicas de funcionamiento de un ventilador centrífugo con aspas curvas hacia atrás



ANEXO 4:

Partes de calentador de aire



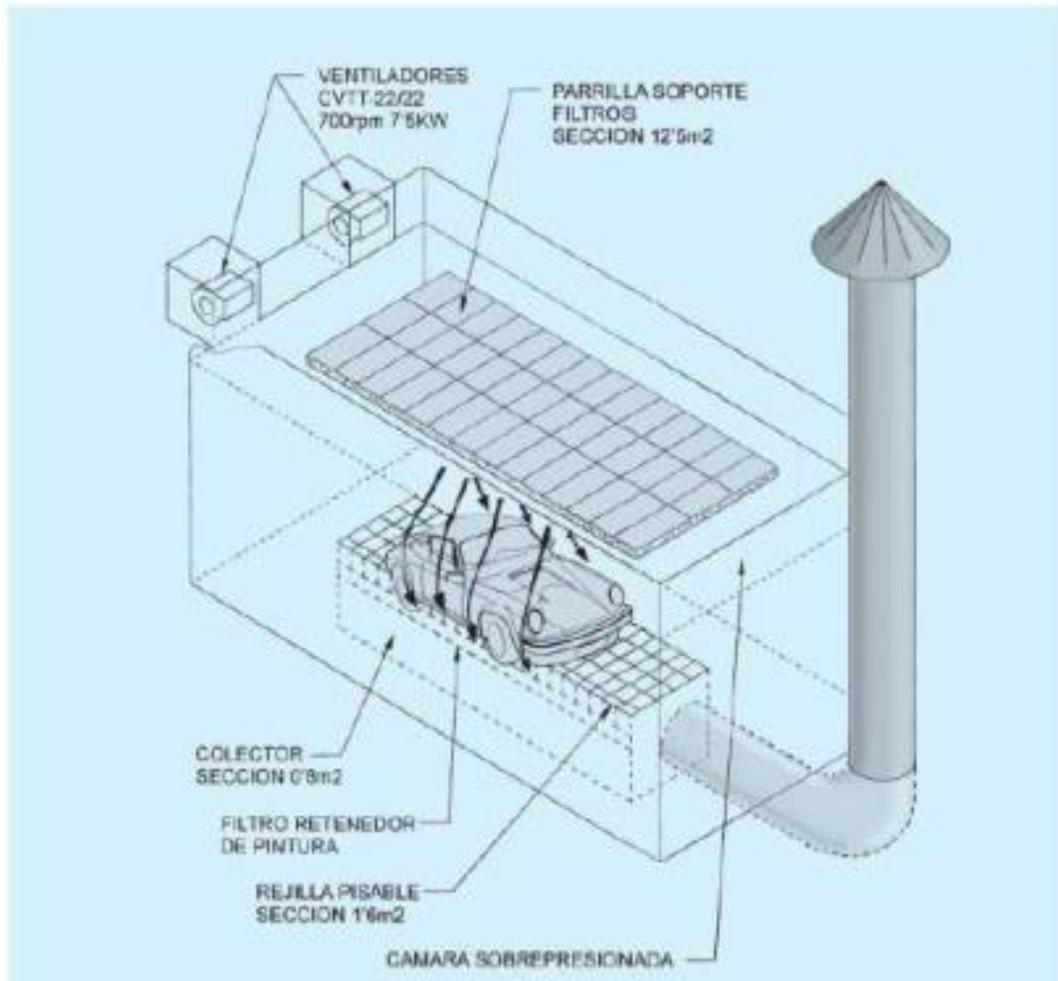
ANEXO 5:

Modelo de Carro Toyota Hilux 2017



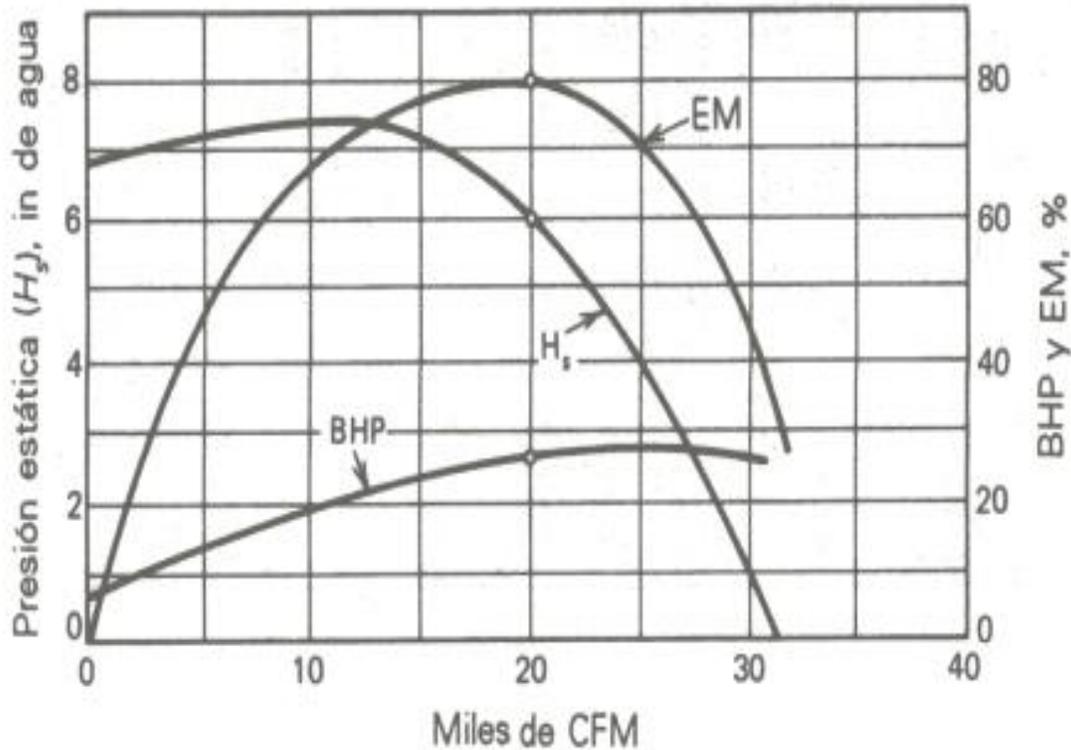
ANEXO 6:

Diagrama del sistema de cabina de pintura



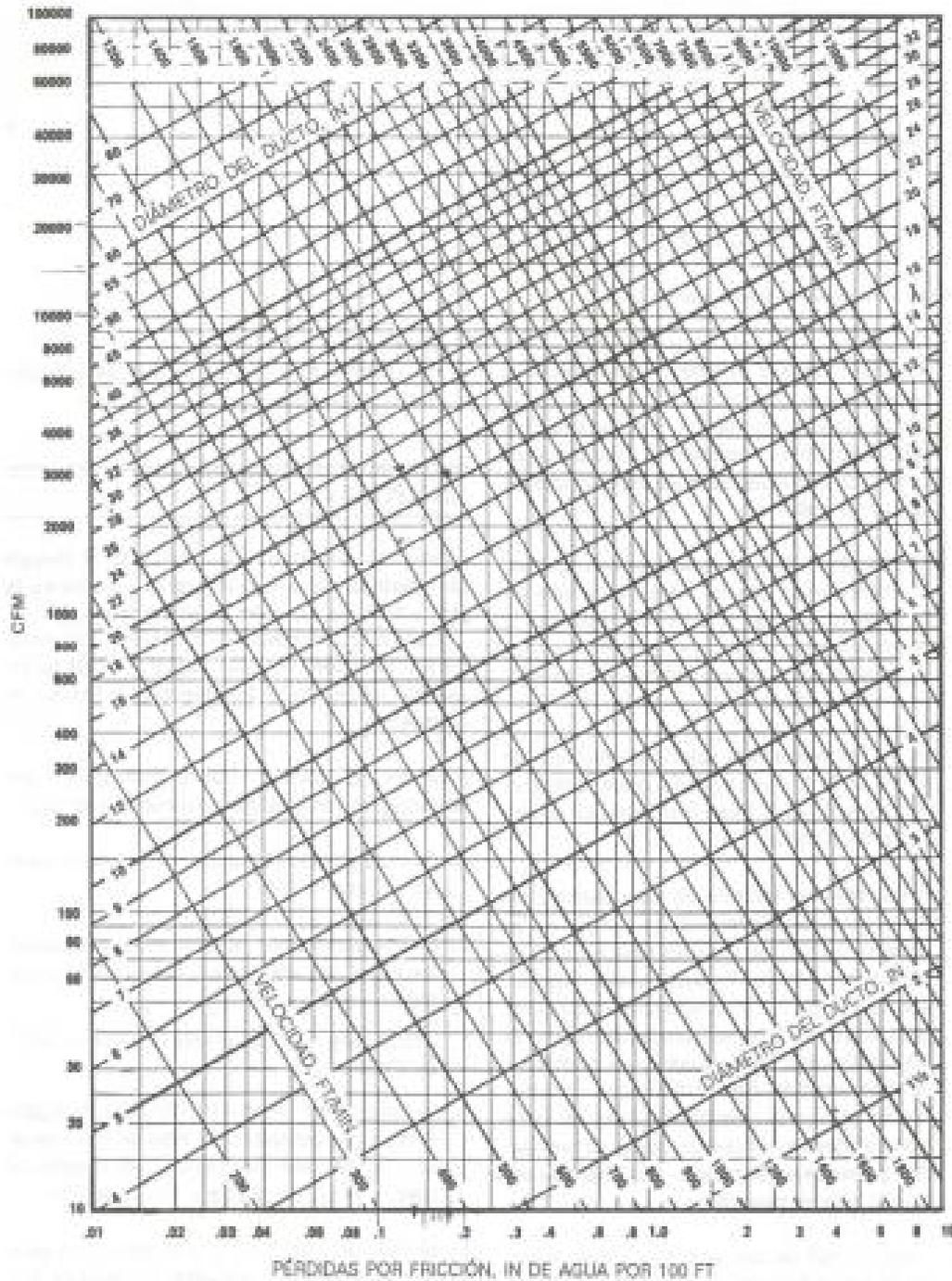
ANEXO 7:

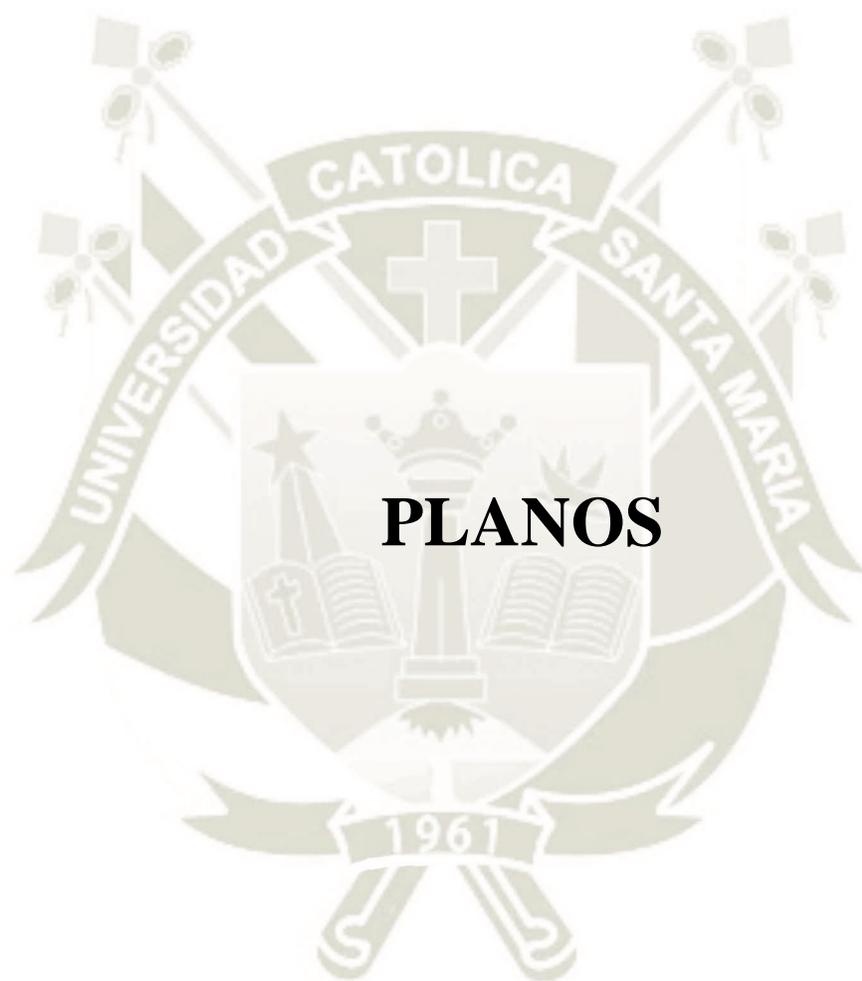
Curvas de funcionamiento para un ventilador centrífugo con impulsor de 33 in, con aspas curvadas hacia atrás, trabajando a 1440 RPM

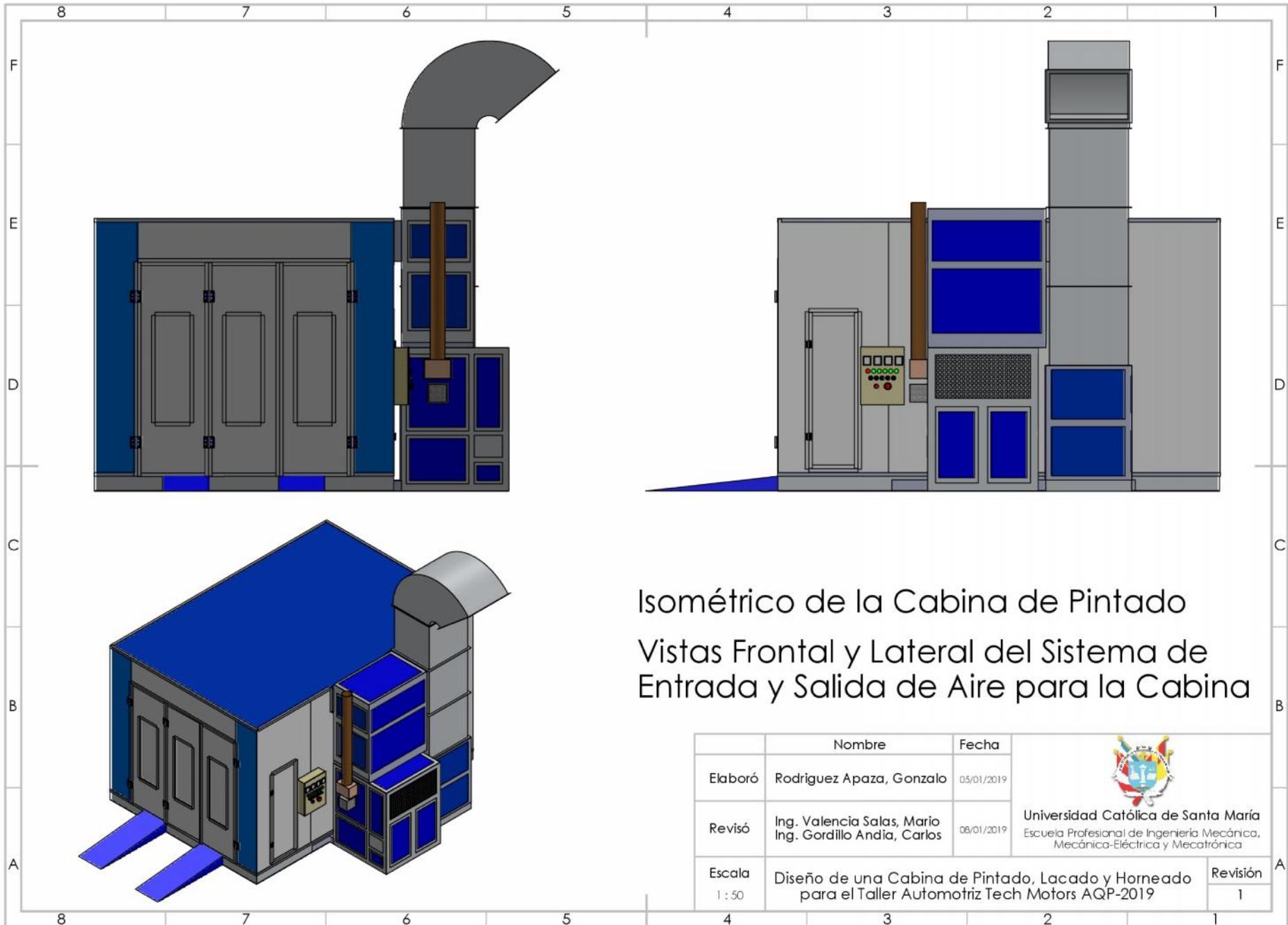


ANEXO 8:

Perdidas de fricción para flujo de aire en ductos de láminas galvanizada

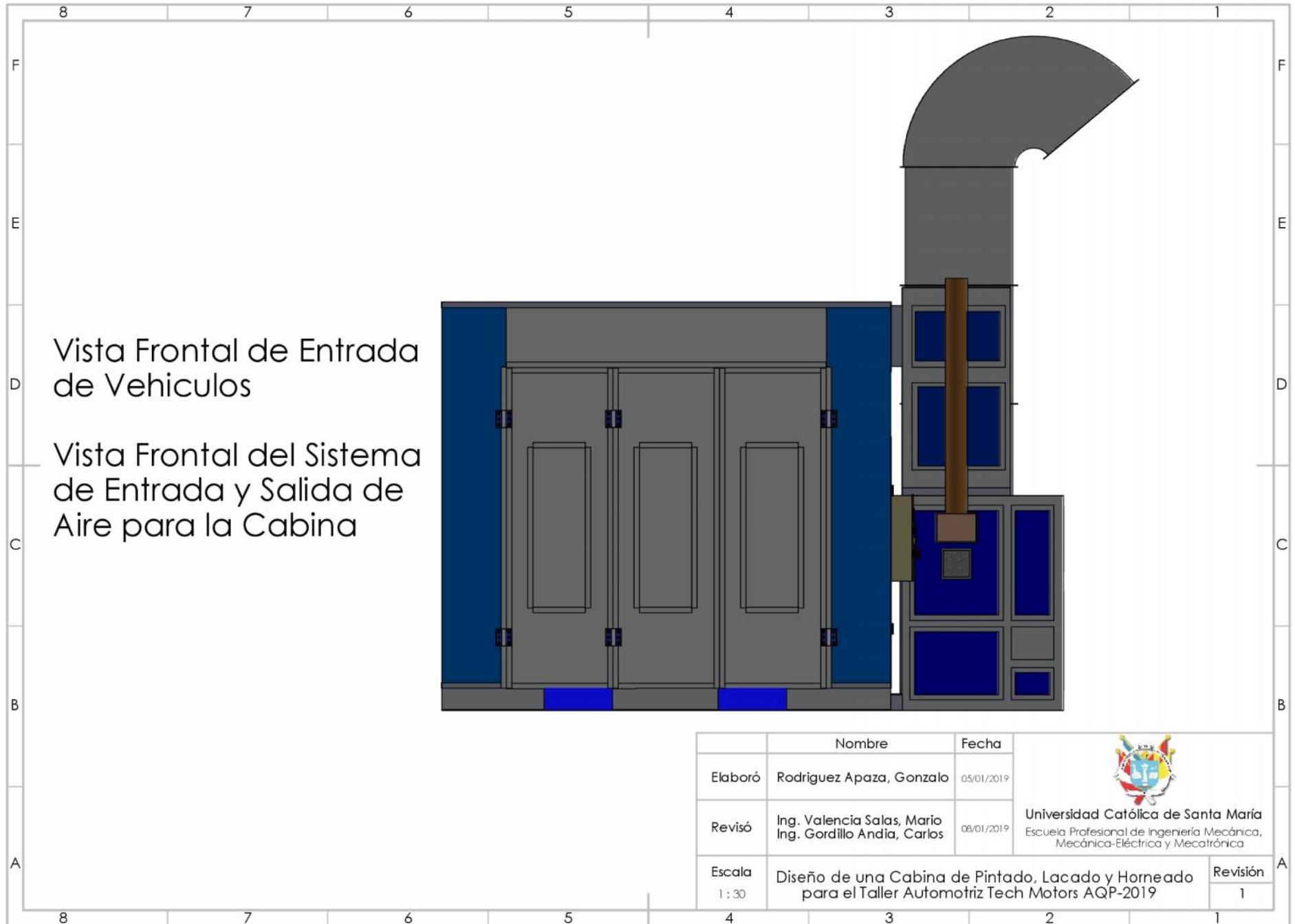




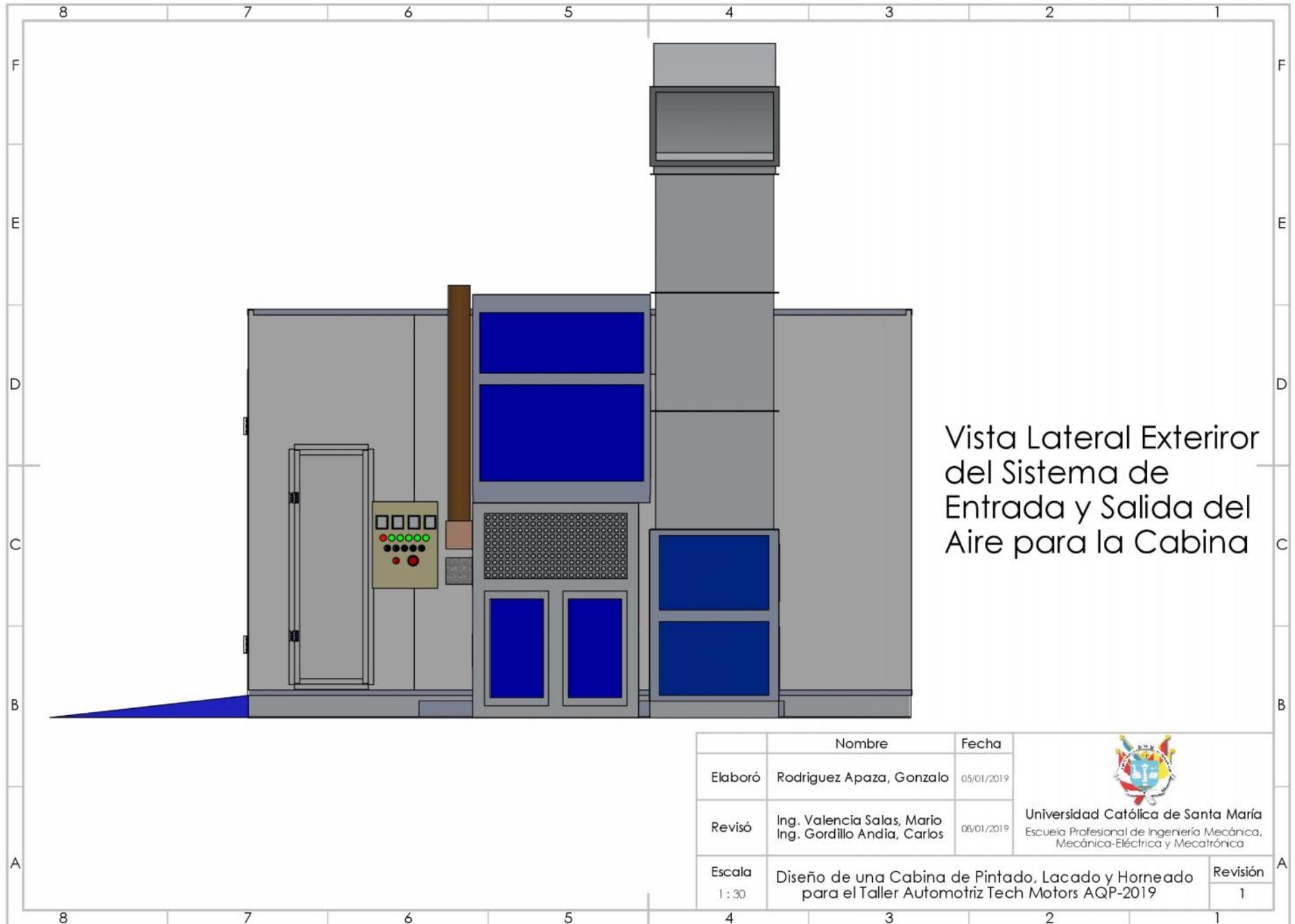


Isométrico de la Cabina de Pintado
 Vistas Frontal y Lateral del Sistema de
 Entrada y Salida de Aire para la Cabina

	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica
Elaboró	Rodríguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019	
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andía, Carlos	08/01/2019	
Escala 1 : 50	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Hornado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019		Revisión 1

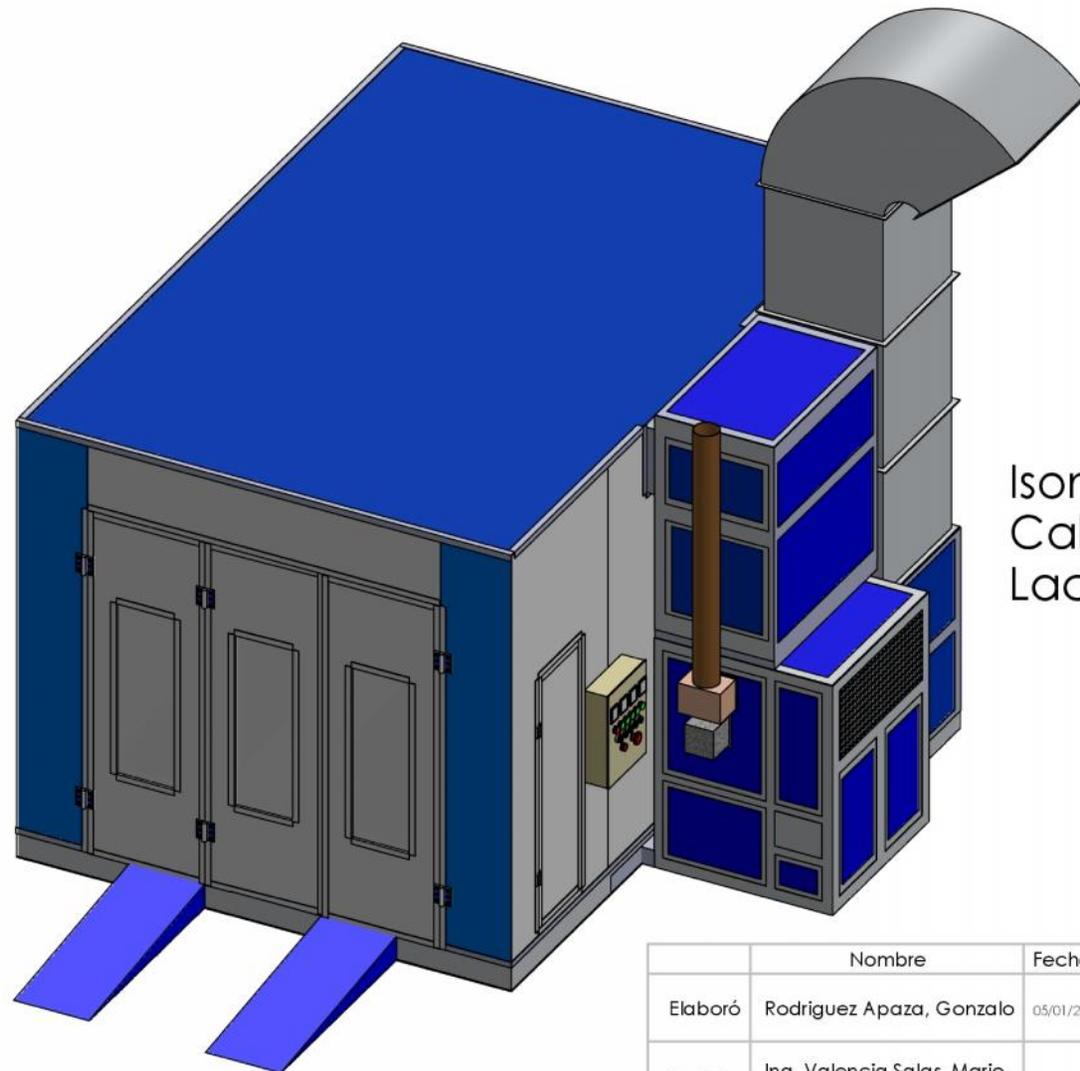


	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		Revisión
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019			



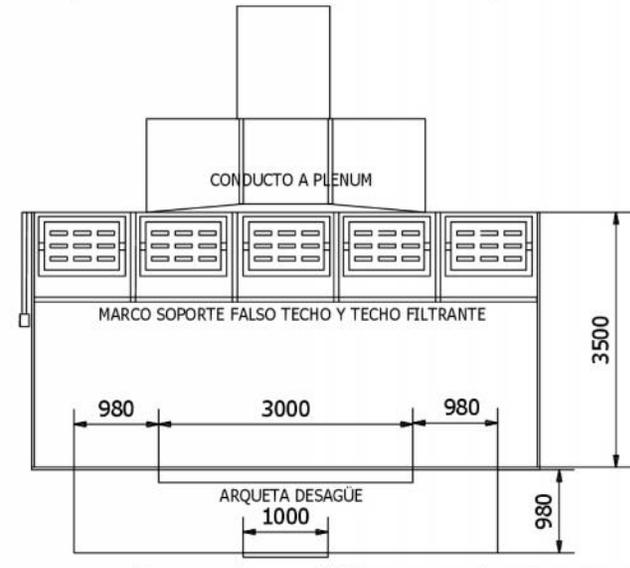
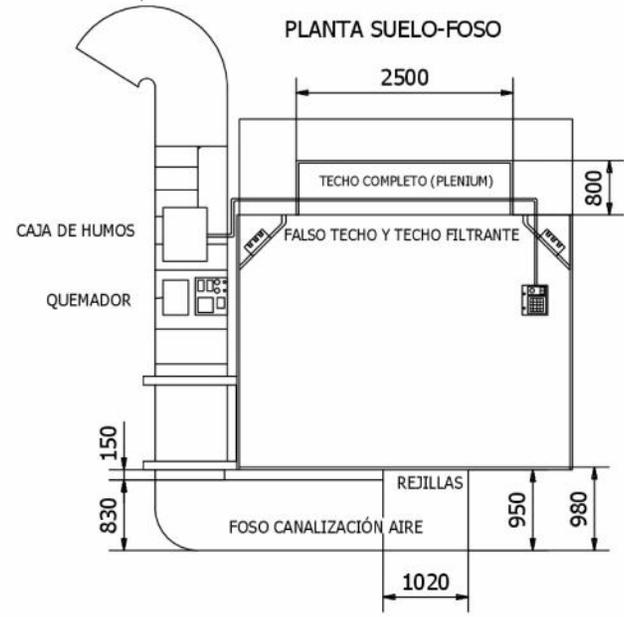
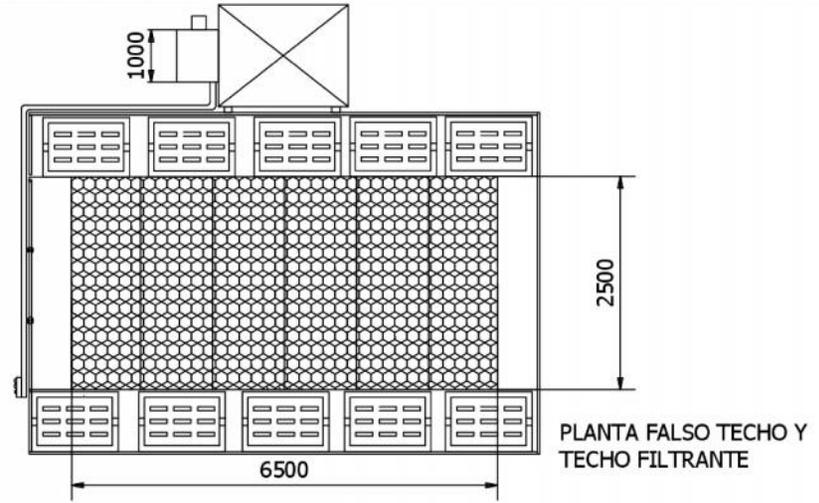
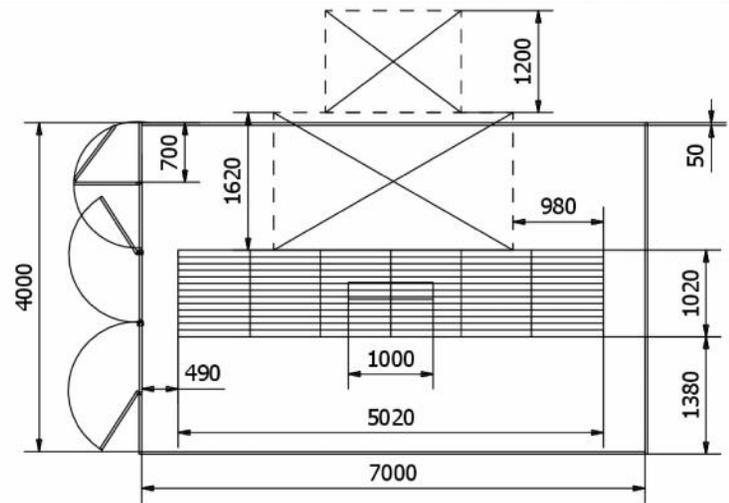
Vista Lateral Exterior
del Sistema de
Entrada y Salida del
Aire para la Cabina

	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		Revisión 1
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019			



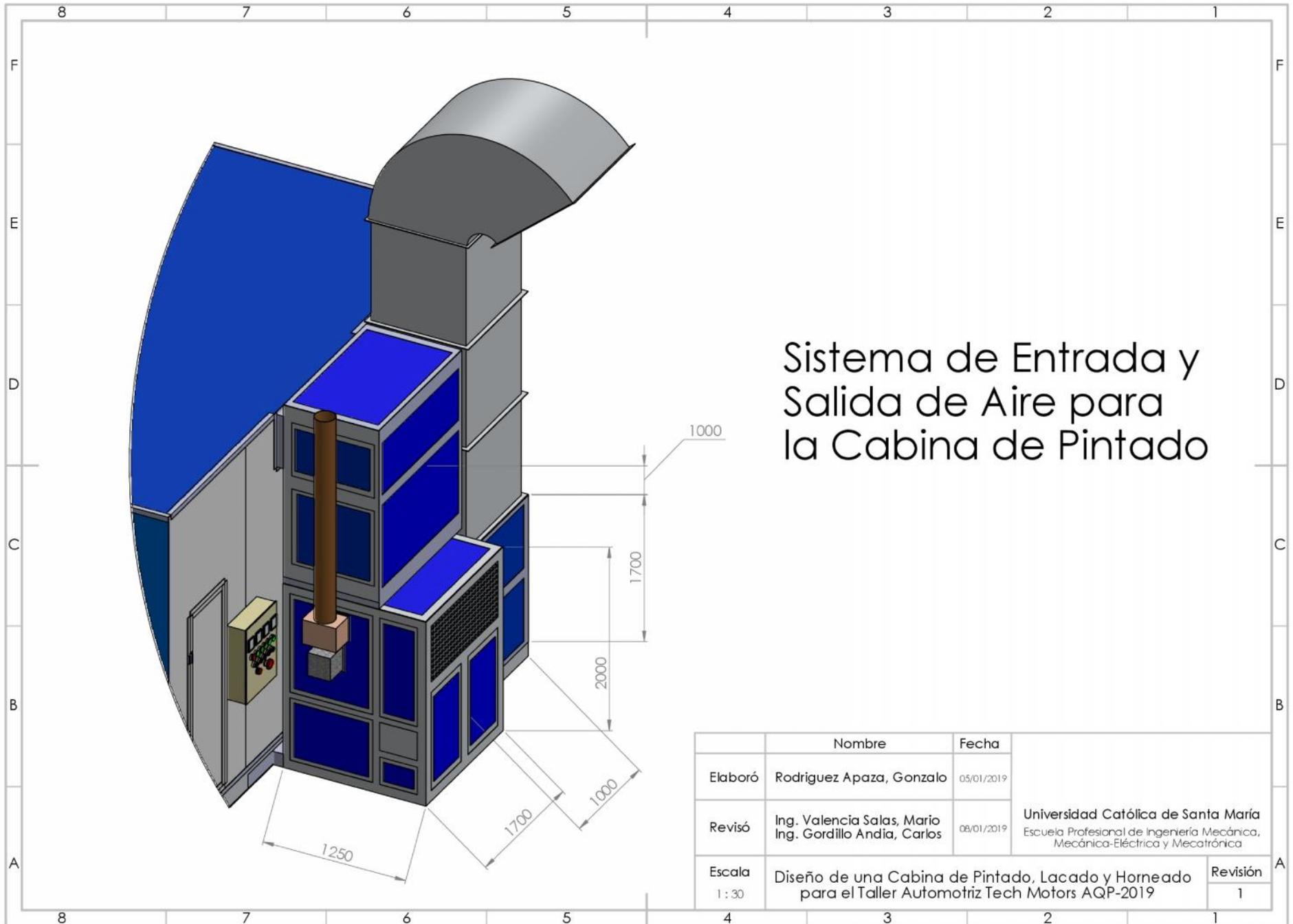
Isométrico de la
Cabina de Pintado,
Lacado y Horneado

	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		Revisión 1
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019			



ALZADO FRONTAL

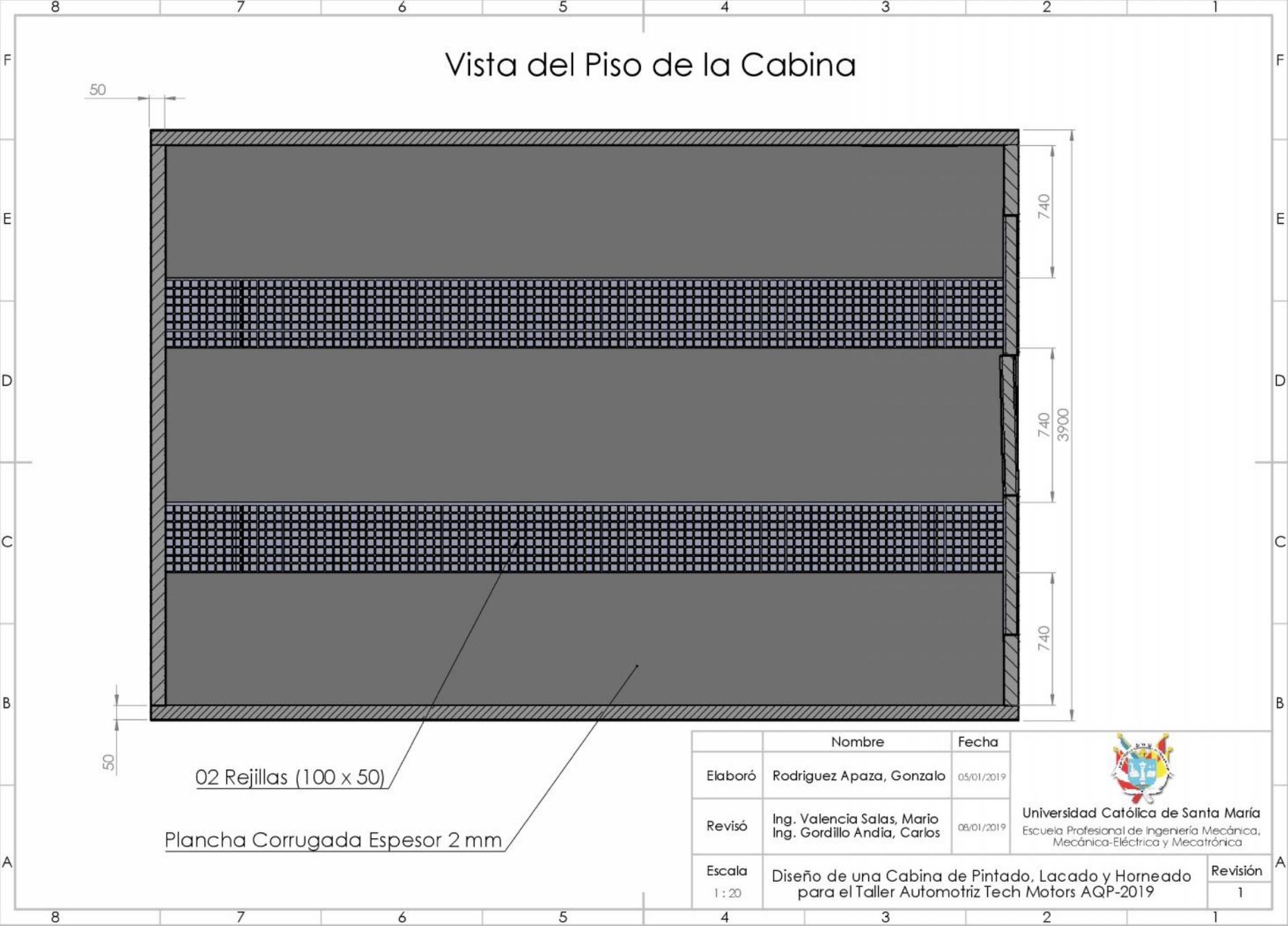
	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Mecánica Eléctrica y Mecatrónica
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019	
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario José Ing. Gordillo Andía, Carlos	08/01/2019	
Escala	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019		Revisión
1:30			1



Sistema de Entrada y Salida de Aire para la Cabina de Pintado

	Nombre	Fecha	
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019	Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019	
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019		Revisión 1

Vista del Piso de la Cabina



50

02 Rejillas (100 x 50)

Plancha Corrugada Espesor 2 mm

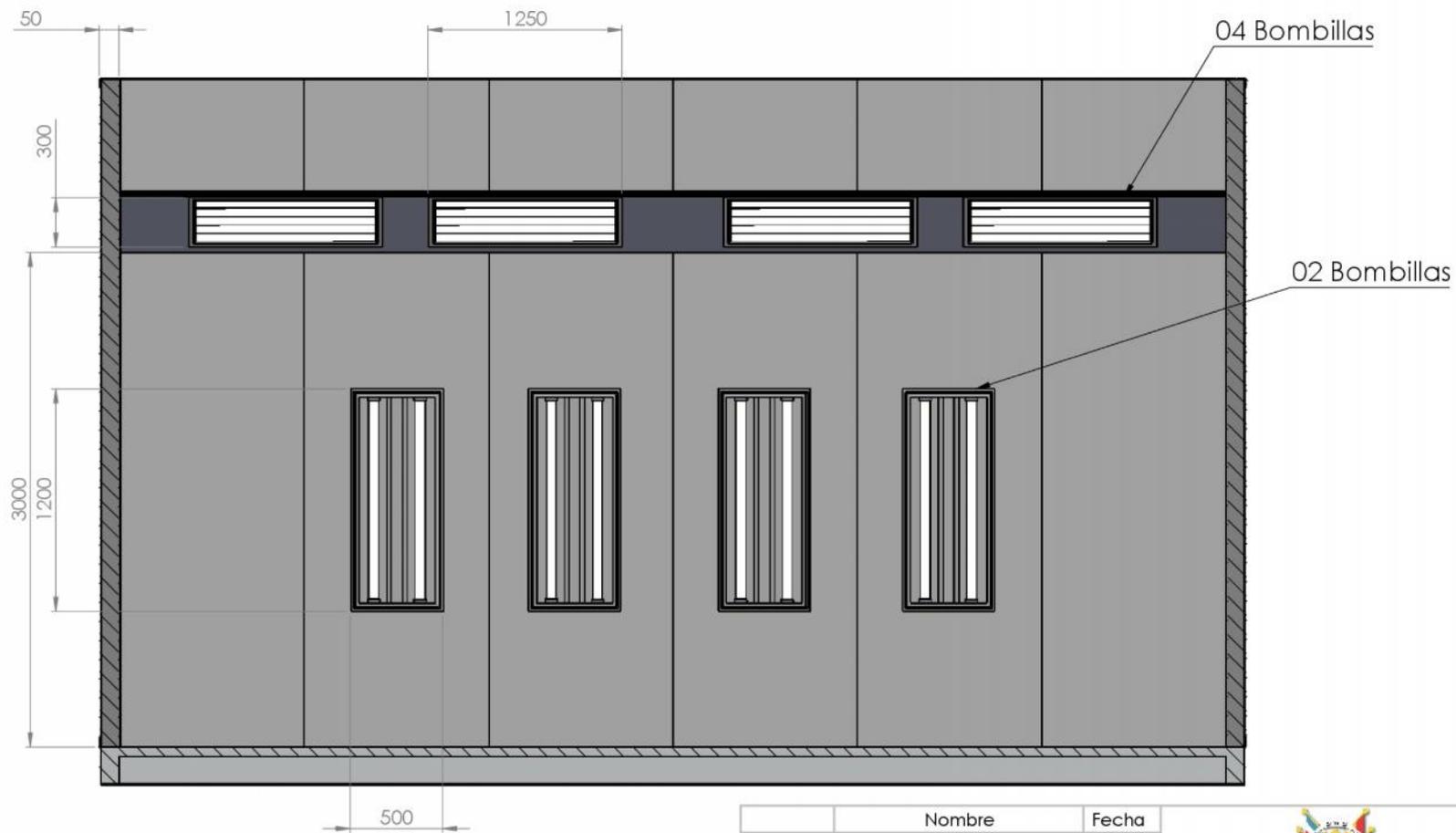
	Nombre	Fecha
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019
Escala	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019	
	1 : 20	



Universidad Católica de Santa María
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica

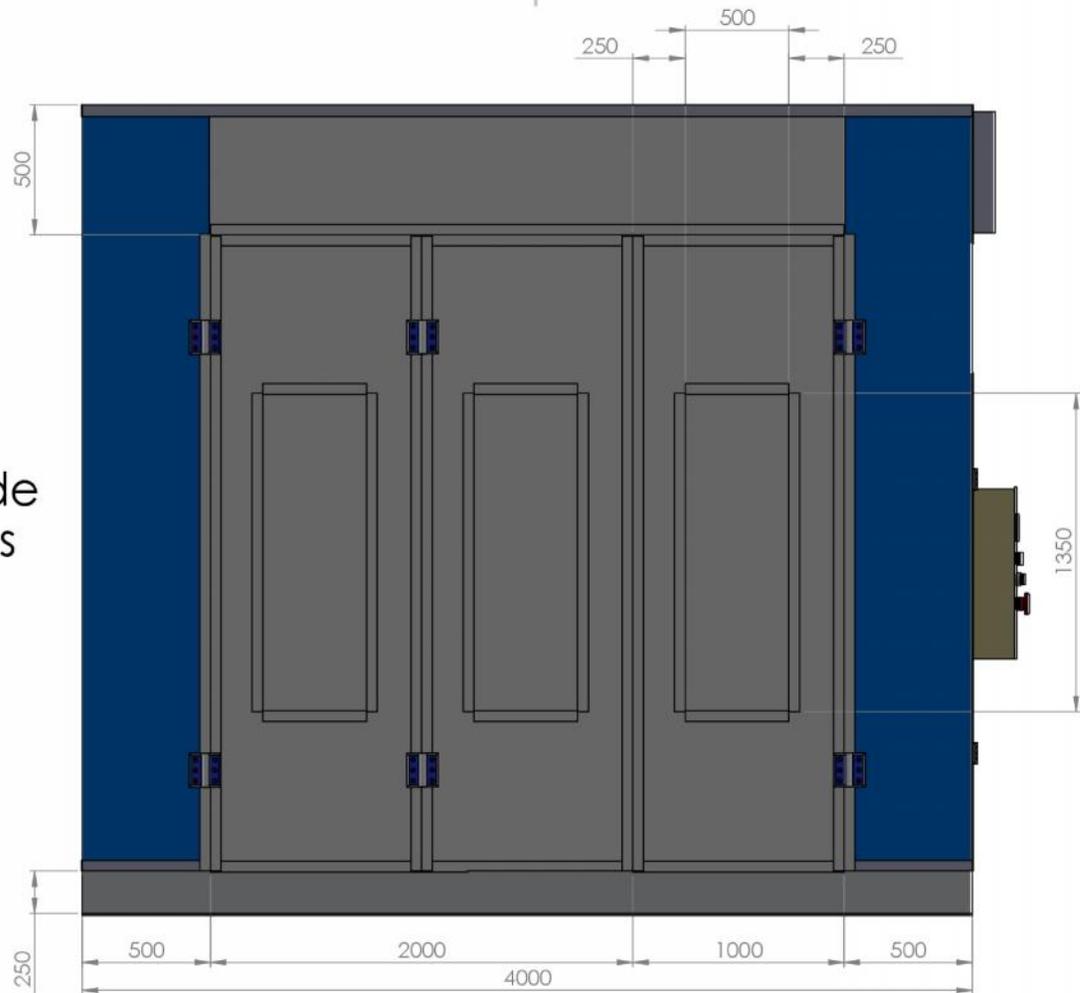
Revisión	1
----------	---

Vista Interior Lateral de la Cabina

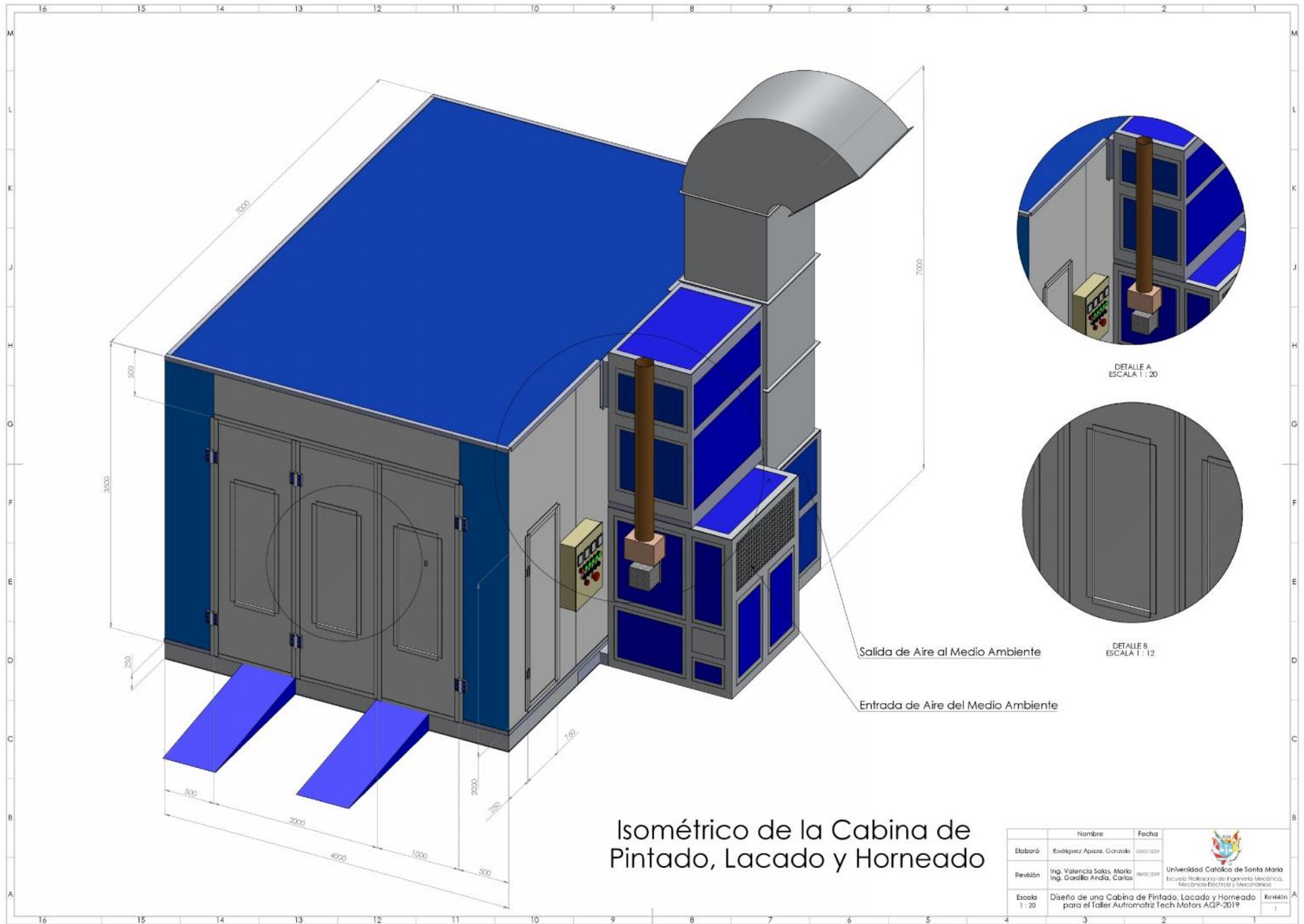


	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	Revisión
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 20	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019		Revisión 1	

Vista Frontal de
Entrada de los
Vehículos

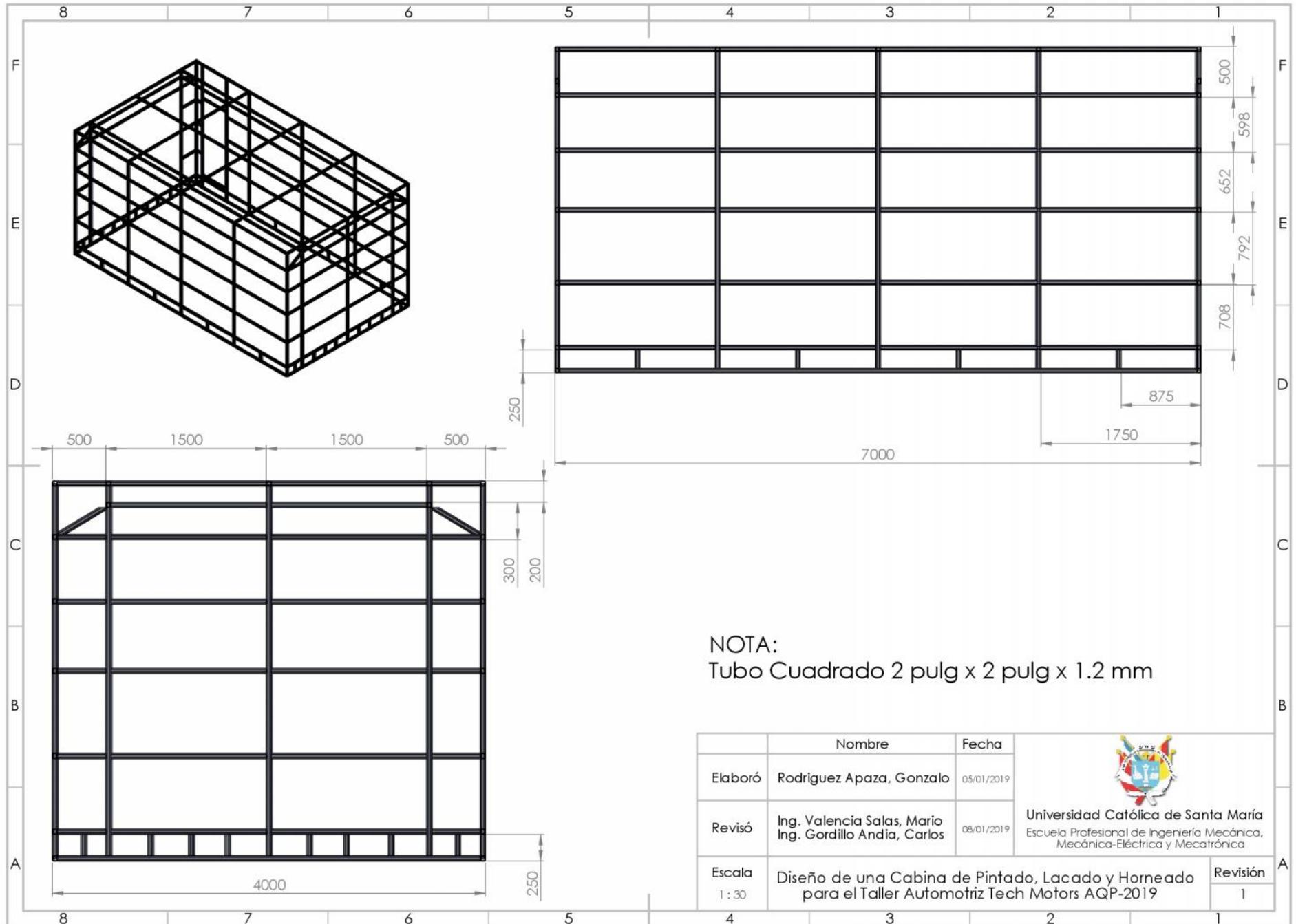


	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	Revisión
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 20	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019		1	



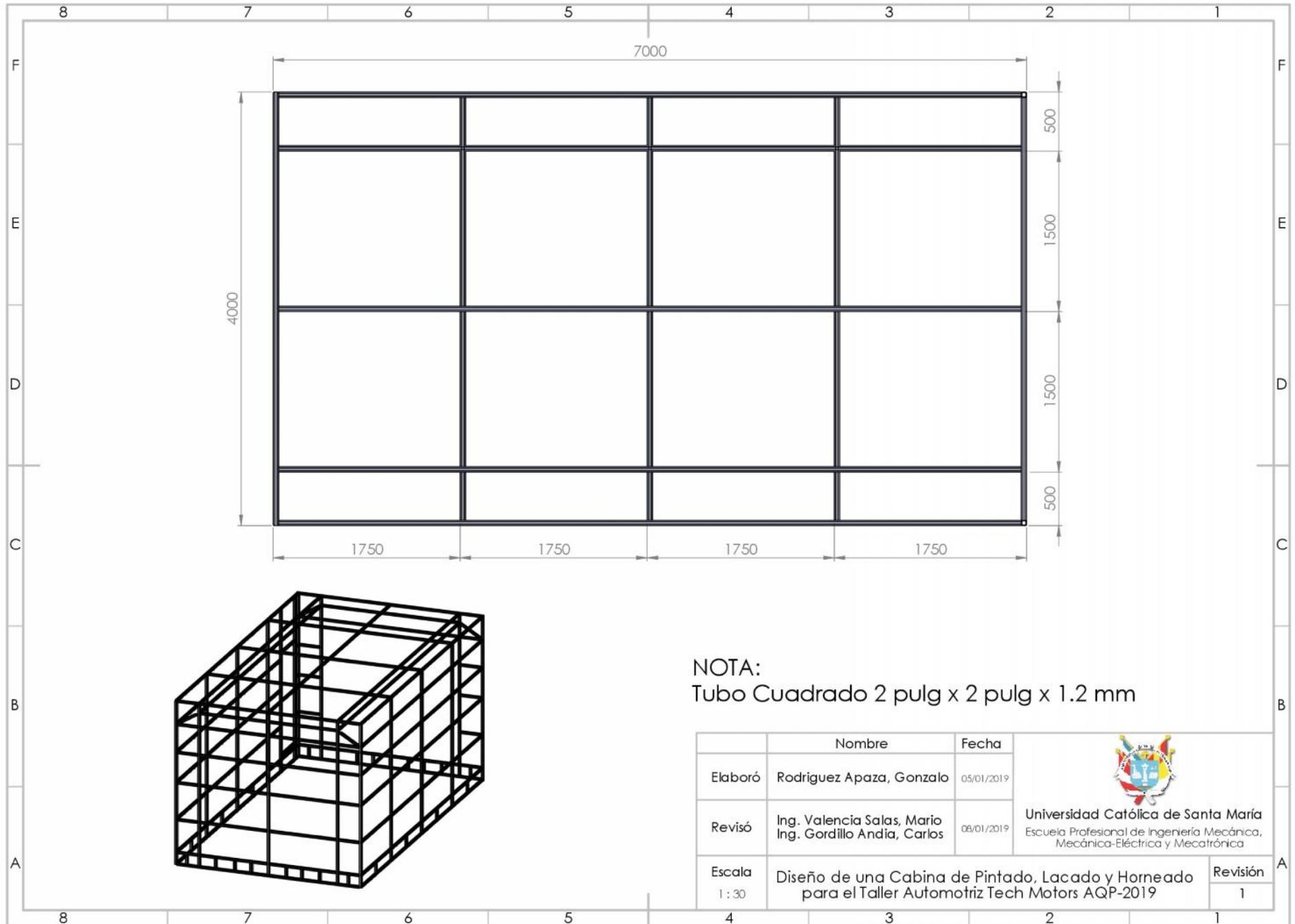
Isométrico de la Cabina de Pintado, Lacado y Horneado

	Nombre	Fecha	
Elaboró	Rodríguez Apaza, Gonzalo	15/01/2019	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica
Revisión	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gorrallo Andía, Carlos	16/01/2019	
Escala	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automatiz Tech Motors AGP-2019		Revisión
1 : 20			1



NOTA:
 Tubo Cuadrado 2 pulg x 2 pulg x 1.2 mm

	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	Revisión		
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019				1
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019				
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019					



NOTA:
Tubo Cuadrado 2 pulg x 2 pulg x 1.2 mm

	Nombre	Fecha	 Universidad Católica de Santa María Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica	Revisión
Elaboró	Rodriguez Apaza, Gonzalo	05/01/2019		
Revisó	Ing. Valencia Salas, Mario Ing. Gordillo Andia, Carlos	08/01/2019		
Escala 1 : 30	Diseño de una Cabina de Pintado, Lacado y Horneado para el Taller Automotriz Tech Motors AQP-2019			1

