

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Integración de disciplinas en el proceso de desarrollo del diseño de salas de compresores KAESER transportables
PROYECTO DE GRADO

KARINA DESIREE NOVOTNY CARRASCO
CARNET 10950-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Integración de disciplinas en el proceso de desarrollo del diseño de salas de compresores KAESER transportables

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
KARINA DESIREE NOVOTNY CARRASCO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLEGER, S. J.
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. HERNÁN OVIDIO MORALES CALDERÓN
VICEDECANO: ARQ. ÓSCAR REINALDO ECHEVERRÍA CAÑAS
SECRETARIA: MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JUAN PABLO SZARATA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. FERNANDO ANTONIO ESCALANTE AREVALO
LIC. JUAN PABLO BALCARCEL VALENZUELA
LIC. OSCAR LIONEL QUAN LAINFIESTA



**Universidad
Rafael Landívar**

Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño

Departamento de Diseño Industrial

Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773

Fax: 2474

Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16

Guatemala, Ciudad. 01016

mpandrade@url.edu.gt

Guatemala, 26 de Febrero de 2015

Señores

Miembros del Consejo de Facultad

Facultad de Arquitectura y Diseño

Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado "INTEGRACIÓN DE DISCIPLINAS EN EL PROCESO DE DESARROLLO DEL DISEÑO DE SALAS DE COMPRESORES KAESER TRANSPORTABLES", elaborado por la estudiante **Karina Desirée Novotny Carrasco** con número de carnet **1095010**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

**MA. Lic. Mónica Andrade
Asesor**



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

No. 03302-2015

Orden de Impresión

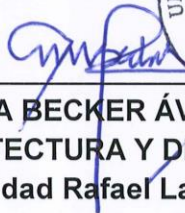
De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado de la estudiante KARINA DESIREE NOVOTNY CARRASCO, Carnet 10950-10 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0327-2015 de fecha 19 de abril de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

Integración de disciplinas en el proceso de desarrollo del diseño de salas de compresores
KAESER transportables

Previo a conferírsele el título de DISEÑADORA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 21 días del mes de abril del año 2015.




MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

- A Dios, por siempre ponerme en el lugar y momento adecuados, por las oportunidades y retos, y porque a través de Él he tomado las decisiones que me han llevado hasta aquí.
- A mis papás, por ser mi pilar de apoyo, por creer que soy invencible y motivarme todos los días. Gracias por enseñarme a pensar en grande y demostrarme que con dedicación puedo lograr lo que me proponga.
- A mi hermano por ser mi mejor amigo, por enseñarme a vivir la vida a mi manera y por hacer que me interesen temas como éste.
- A Karel, Pichi, Coco, Tinky y Daniel por ayudarme sin excusas y hasta con gusto, no me queda más que agradecerles por hacer esto un poco menos difícil.
- A todos los que me acompañaron en este proceso, por aguantarme en momentos de estrés y ayudar a mantenerme positiva hasta el final.
- A mis catedráticos, por darme las herramientas para lograr esta tesis y retarme hasta el último día.
- Al equipo de Kaeser Compresores, por confiar en mis capacidades y darme la oportunidad de aprender y ser parte del proyecto. En especial a Byron Lemus por todo su apoyo.
- A todas las personas que me han abierto las puertas para aprender, equivocarme y enseñarme a ser mejor cada día. Gracias por ayudarme a cumplir esta meta.

INDICE

CARÁTULA

Resumen Ejecutivo	1
Introducción	2
Delimitación de la investigación	3
Delimitación gráfica de la investigación	4

I. Contexto

1. Sistemas de Aire Comprimido	5
1.1 Aire comprimido	5
1.2 Aplicaciones	7
1.3 Compresión del aire	9
1.4 Compresores	9
1.5 Tratamiento de aire	11
1.6 Salas de compresores	13
1.7 Diagramas P+I	13

II. Brief

1. Perfil del cliente: Kaeser Compresores	15
2. Necesidad	19
3. Perfil del consumidor	20
4. Perfil del usuario	23

5. Análisis retrospectivo	24
6. Análisis de soluciones existentes	25
7. Análisis prospectivo	27

III. Diseño Industrial

1. Diseño interdisciplinario	28
2. Diseño de exhibiciones	30
3. Iluminación	32
4. Diseño de estructuras de transporte	35
5. Factores Humanos	40
6. Seguridad Industrial	45
7. Materiales y procesos	52

IV. Conceptualización

1. Planteamiento del problema	56
1.1 Enunciado	57
1.2 Variables	57
1.3 Objetivos	57
1.4 Requerimientos y Parámetros	58
1.5 Concepto de diseño	61
1.6 Técnicas Creativas	61
1.7 Moodboard	66
1.8 Product Design Canvas	67

2. Bocetaje	
2.1 Creación de propuestas	69
2.2 Evaluación PIN	75
2.3 Matriz de evaluación	76
2.4 Desarrollo de la propuesta	77
2.5 Aporte e innovación	82

V. Materialización

1. Modelo de solución	83
2. Selección de materiales y acabados	84
3. Elección de componentes	85
3.1 Equipos	85
3.2 Seguridad Industrial	87
3.3 Iluminación	87
4. Renders	88
5. Planos constructivos	95
6. Proceso de construcción e instalación	96
7. Maqueta	100
8. Costos de producción	106

VI. Validación

1. Funcionalidad estructural	111
2. Funcionalidad de componentes	116
3. Cumplimiento de requerimientos	121
4. Diseño y coherencia con marca	126

VII. Recomendaciones	133
VIII. Conclusiones	135
IX. Anexos	135
X. Bibliografía	136

Resumen Ejecutivo

Este documento detalla el proceso de análisis, planeación y desarrollo que se ha elaborado para facilitar el uso de sistemas de aire comprimido en fábricas o empresas que se les dificulta la construcción de infraestructura para los mismos, así como la alta inversión que se requiere para contar con un cuarto de compresores completo.

Si bien se trata de una temática muy técnica, este proyecto demuestra que para toda solución es importante tomar en cuenta todo tipo de aspectos y disciplinas. Por esta razón, se hace énfasis en la integración de conocimientos de profesionales en distintos ámbitos; así como la importancia del diseño industrial como fuente integradora.

Por medio de este proceso se llegó a una solución que cumple con los requerimientos estéticos, técnicos y funcionales necesarios para adaptarla de la mejor manera al ámbito y contexto donde será utilizada.

Esto se demuestra por medio de validaciones, cálculos y simulaciones realizados para asegurar su óptimo funcionamiento y versatilidad.

Introducción

Actualmente, muchas empresas pertenecientes a distintas industrias requieren del aire comprimido como fuente de energía para herramientas y maquinaria, y deben mantenerse a la vanguardia en los equipos que utilizan para cumplir con la creciente demanda del mercado. Tomando esto en cuenta, se desarrollará este proyecto con la empresa Kaeser Compresores, en el cual se genera una nueva opción para estas empresas con la finalidad de resolver problemas de espacio y altas inversiones.

El proyecto se solucionará por medio de un equipo de distintas disciplinas, entre ellas ingeniería, arquitectura y diseño industrial. Integrando la maquinaria de la empresa con medios de transporte, se planea llegar a una solución versátil de alquiler de maquinaria pre instalada para llevar a cualquier lado.

El papel del diseñador se encuentra en la integración de las disciplinas para solucionar aspectos técnicos y de infraestructura. Por medio de la investigación de materiales y procesos, y tomando en cuenta

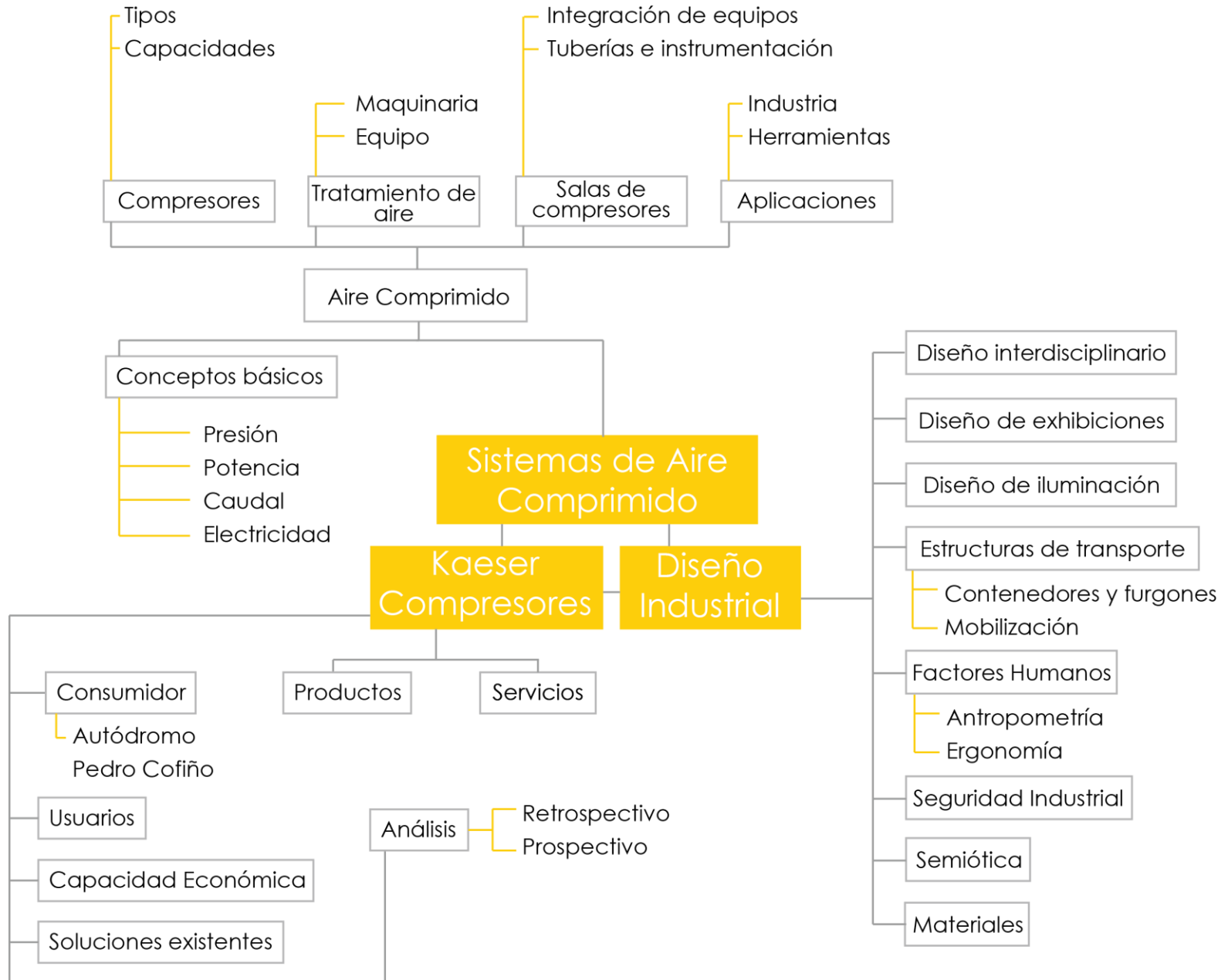
requerimientos de las demás disciplinas y de los equipos a instalar, se plantea la solución más adecuada para el mercado de sistemas de aire comprimido que se desenvuelve en Guatemala.

La investigación que se desarrolla a lo largo de este trabajo, incluye información que concierne a todas las disciplinas que se integran; desde aspectos técnicos de aire comprimido, hasta aspectos ergonómicos y comerciales.

Delimitación de la Investigación

- **TEMA:** Sistemas de aire comprimido
- **SUBTEMA:** Diseño de salas de compresores transportables, por medio de la integración de disciplinas
- **CASO:** Kaeser Compresores

Delimitación Gráfica



I. CONTEXTO

1. Sistemas de aire comprimido

1.1 AIRE COMPRIMIDO

“Se denomina comprimido al aire que se encuentra a una presión superior a la atmosférica; esta condición del aire se puede obtener mediante bombas o compresores.” (MotorGiga, 2010)

El aire comprimido puede ser considerado como energía almacenada que puede ser convertida en trabajo cuando la presión es liberada.

La ventaja de su uso es la rapidez con la que actúa y el poco consumo energético que se requiere para comprimir el aire y re direccionarlo.

Para un mayor entendimiento, y para saber las variables de las que depende el aire comprimido, es necesario comprender primero qué es la presión atmosférica.

Presión atmosférica

Según la Escuela Técnica IPEM (2008), la presión atmosférica es el peso que ejercen los gases que componen el aire como consecuencia de la gravedad, sobre la superficie terrestre.

La presión atmosférica varía según la altura, temperatura y humedad del lugar. Disminuye con la altitud ya que la cantidad de aire por encima es menor, y por lo tanto su peso. Por otro lado, la presión aumenta cuanto más se incrementa la temperatura. Esto sucede, porque las moléculas de las que está compuesto el aire se mueven más rápido con el aumento de temperatura, por lo que chocan entre sí y hacen que la presión aumente.

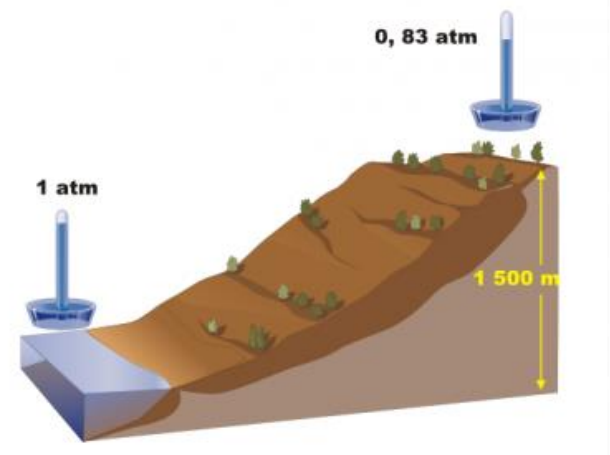


Figura 1. Presión atmosférica
Fuente: <http://guias.masmar.net/Apuntes-N%C3%A1uticos/Meteorolog%C3%ADa/La-presi%C3%B3n-atmosf%C3%A9rica2#>

Unidades de medida

El aire comprimido, a la hora de su utilización, se compone de tres conceptos básicos: la presión, el caudal y la potencia con la que se distribuye. Cada uno de estos conceptos cuenta con unidades de medida distintas, que si bien tratan de ser universales, varían según el país o región de aplicación.

Presión

Existen varias unidades de medida para la presión del aire, cuyos valores parten de la presión atmosférica normalizada: 1 atmósfera (atm).

En un sistema de aire comprimido, como afirma Galbarro (2014), suele usarse la unidad bar. Un bar equivale aproximadamente a una atmósfera, y la fuerza de la presión se mide en Newtons (N). También es común la utilización de la unidad Pascal (Pa), ya que 1 Pascal equivale a 1 N/m². Por lo tanto:

- 1 atm = 1,013 bar
- 1 Pa = 1 N/m²
- 1 bar = 100 000 Pa

También es importante tomar en cuenta la unidad de medida más utilizada en Estados Unidos: “pound per square inch” (psi). En este caso, la fuerza es medida en libras (lb) y el área en pulgadas². Por lo tanto:

- 1 psi = 6 894,76 Pa

Sabiendo estas unidades de medida básicas y su conversión, es posible hacerse una idea de la presión que tiene un sistema de aire comprimido en cualquier lugar del mundo.

Caudal

Es un concepto que se relaciona con el volumen de un fluido. En este caso, el caudal se refiere a la cantidad de aire comprimido que es transportado en una sección dada por una unidad de tiempo. La unidad de medida, según el sistema internacional, es el metro cúbico por segundo (m³/s), pero también es común la utilización del pie cúbico por minuto (cfm).

Potencia

Es un término que se utiliza comúnmente para la medición de un trabajo.

En términos más específicos, la potencia (P) es la cantidad de trabajo (T) realizado en una unidad de tiempo (t). En términos energéticos, la potencia es la velocidad del cambio de energía dentro de un sistema. Por lo tanto:

- $P = T / t$

La unidad de la potencia es el Joule (J) por segundo. Un Vatio/Watt (W) es igual a un Joule de trabajo en un segundo; también es común la utilización del kW (1 000 W) por hora, esto es relativo a la cantidad y tipo de trabajo que se esté midiendo.

- 1kW = 1 000 W
- 1 W = 1 J/s

Otra unidad de uso frecuente es el caballo de fuerza (hp).

- 1 hp(l) = 745.699872 W

En resumen, la presión es el peso del gas medido en una unidad de superficie; el caudal es el volumen del gas que es transportado en una unidad de tiempo; y la potencia

es la rapidez con la que se realiza este cambio de energía.

1.2 APLICACIONES

El aire comprimido es una herramienta esencial de la industria, pues es capaz de transportar energía y convertirla en trabajo útil. La versatilidad de aplicaciones hace que sea un eslabón clave en procesos de manufactura.

A continuación se enlistan algunos ejemplos de aplicaciones para aire comprimido en nuestros días, como se señala en el Manual Seminario de Aire Comprimido de Kaeser Compresores (2013).

- Construcción
- Minería
- Fabricación de productos químicos
- Suministro de energía eléctrica
- Fábricas para trabajar madera
- Industria alimenticia
- Industria textil
- Moldeo de plásticos
- Herramientas neumáticas, etc.

En fábricas de bebidas, el aire comprimido se encarga del funcionamiento de las maquinarias de llenado y en el proceso de producción de las bebidas. Además, también se usa aire comprimido para el soplado de envases PET, que también es una parte importante de esta industria.

En cuanto a la agricultura, el aire comprimido se utiliza en sistemas de aspersión y poda, y según la finalidad se puede hacer por medio de sistemas portátiles.

Del mismo modo, su aplicación en el funcionamiento de herramientas neumáticas es muy común, y la capacidad de altas potencias y movilidad, permiten que éstas sean utilizadas tanto en trabajos de carretera como de minería, por ejemplo con taladros, martillos picadores, lámparas, etc.



Figura 2. Soplado de envases PET
Fuente:<http://www.interempresas.net/Plastico/FeriaVirtual/Producto-17-botellas-por-segundo-el-Combi-mas-rapido-30365.html>



Figura 3. Herramienta neumática, taladro
Fuente:<http://www.grupoplatac.com/>



Figura 4. Bomba de vacío Kaeser
Fuente:http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/

1.3 COMPRESIÓN DEL AIRE

El aire se puede comprimir de varias maneras, la explicación más sencilla es la bomba de aire, en la cual un movimiento mecánico comprime el aire y produce calor, y posteriormente se re-direcciona el aire por medio de otro movimiento.

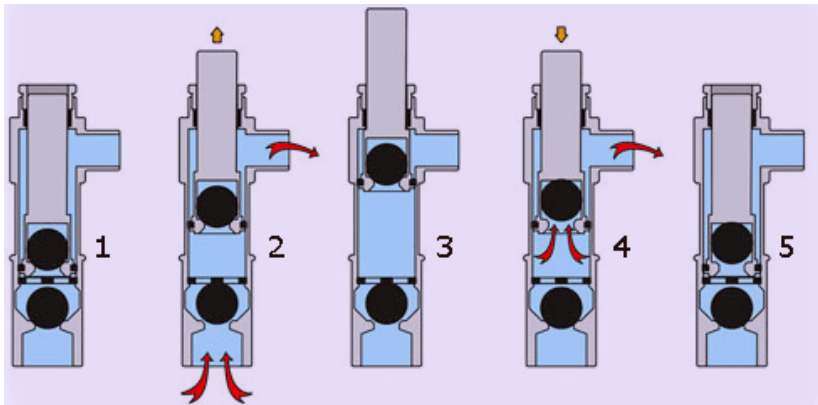


Figura 5. Bomba de aire

Fuente: <http://www.quiminet.com/articulos/las-bombas-de-piston-sus-caracteristicas-y-aplicaciones-23519.htm>

1. Posición inicial.
2. Ingreso de aire a cavidad, se genera calor y el aire se comprime.
3. Almacenamiento de aire.
4. Expulsión de aire por medio de segundo movimiento.
5. Posición final.

1.4 COMPRESORES

Existen dos tipos de compresores básicos, los cuales se diferencian según la manera en que se comprime el aire: compresores dinámicos y compresores de desplazamiento. Los compresores dinámicos convierten energía cinética en presión, mientras que los de desplazamiento encierran una cantidad de volumen desplazada. En esta investigación interesan los segundos, de los cuales existen dos tipos básicos que se clasifican según su funcionamiento: de tornillo rotativo y de pistón.

Compresores de tornillo rotativo

Según el manual *Premium Rotary Screw Compressors* de Kaeser Compresores, Inc. (2012); el sistema de compresión de este tipo funciona por medio de dos tornillos giratorios que trabajan como engranajes con la ayuda de un motor eléctrico. El aire es direccionado a través de los tornillos mientras se comprime y posteriormente es mandado a un tanque de almacenamiento.



Figura 6. Tornillo rotativo de compresor
Fuente: <http://www.air-compressor-guide.com/rotary-screw-compressor.html>

La fricción que se produce en este proceso entre los tornillos rotativos, hace que sea necesario un sistema de refrigeración para evitar sobrecalentamiento. Por otro lado, el calor generado puede ser reciclado, utilizándolo para sistemas de calefacción, por ejemplo.

Existen varios tipos de compresores de tornillos rotativos, éstos se pueden clasificar en: compresores de aceite y compresores secos. Los compresores secos tienen la ventaja de que el aire comprimido no necesita de un proceso posterior de separación del aceite, mientras que los primeros sí.

La variedad en este tipo de compresores es muy amplia, los hay tanto móviles como estáticos para distintas

aplicaciones, y las potencias de ellos se encuentran en rangos desde 1 hasta 650 hp.



Figura 7. Compresores de tornillo rotativo
Fuente: http://www.atlascopco.com.mx/Images/Z_R_160_VSD_FF.jpg_ac0032261_456.jpg

Compresores de pistón

Como lo indica su nombre, el proceso de compresión de aire en este tipo de maquinaria funciona por medio de un pistón dentro de un cilindro, el cual es activado por un cigüeñal. El aire entra al cilindro, es comprimido por el pistón y se transporta después del enfriado por refrigeración a un tanque de almacenamiento. (Boge Kompressoren, 2009)

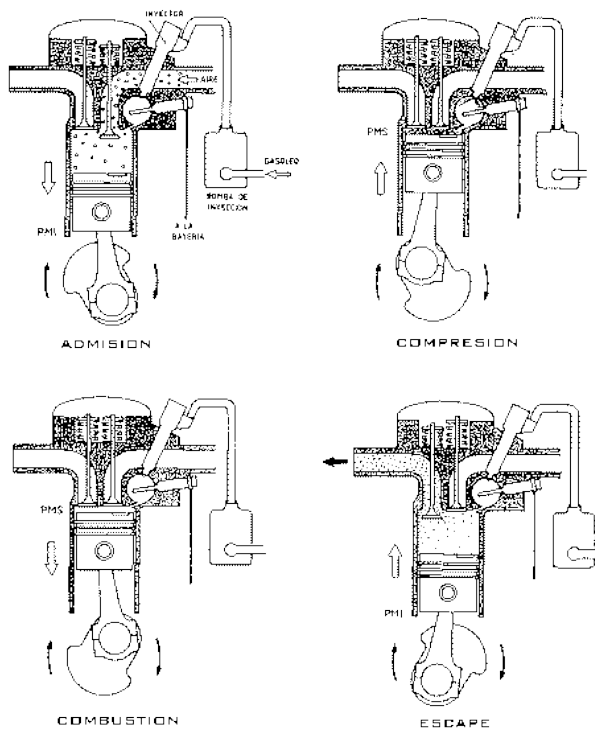


Figura 8. Compresión por pistón
 Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=cicloMotoresDiesel>

1.5 TRATAMIENTO DE AIRE

El aire, cuando se comprime, lo hace con todos los componentes que lo rodean, como contaminantes, polvo, humedad, etc. Sin embargo, dependiendo de la aplicación que se le dará es necesario generar aire comprimido seco, o incluso esterilizado. Esto se logra por medio de un sistema de tratamiento de aire que se compone de varios equipos.

Según M. Godoy (comunicación personal, Enero, 2013) e información recopilada de Kaeser Compresores Inc., se explican las características de cada uno de estos equipos a continuación.

Secado

El secado es necesario, porque durante la compresión se genera vapor de agua debido a las altas temperaturas que se alcanzan, y el aire que circula posteriormente en las tuberías cuenta con un nivel de humedad alto. Esto puede influir en la vida útil de los equipos, acelerando la oxidación y deterioro. El secado se puede hacer por medio de aire, refrigeración, etc.; pero en términos de eficiencia, es más recomendable el secado por refrigeración.

Drenado

El equipo de drenado va de la mano con el de secado, pues el vapor de agua generado en la compresión se condensa por medio de la refrigeración, y es separada del aire comprimido por medio del drenado.



Figuras 9. Sistema de secado por refrigeración
Fuente: http://img.medicaexpo.es/imagenes_me/photo-g/secadores-aire-comprimido-por-refrigeracion-medicas-78848-125467.jpg

Filtración

El aire comprimido, además de la menor cantidad de humedad, requiere la menor cantidad de bacterias, partículas contaminantes e hidrocarburos posibles que el compresor por sí solo no puede eliminar. La limpieza del aire también es la clave para prolongar la vida útil de los compresores y herramientas.



Figura 10. Filtro Kaeser
Fuente: http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/

Almacenamiento

Se almacena el aire en tanques durante los períodos en los que la demanda alcanza su punto máximo, y también se utilizan para separar el condensado del aire comprimido. Es importante que el tanque de almacenamiento se dimensione de acuerdo a las especificaciones del sistema.



Figura 11. Tanques de Almacenamiento
Fuente: http://img.directindustry.es/imagenes_di/photo-g/depositos-aire-comprimido-14276-

Control de presión



Figura 12. Sistema de control de presión
Fuente: http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/

Eliminan las repentinas subidas de aire comprimido que se presentan cuando los compresores re-arrancan después de un período de receso, mantienen la presión adecuada cuando los compresores no operan a plena carga y previenen que el sistema caiga cuando se sobre utilizan las herramientas.

1.6 SALAS DE COMPRESORES

Los filtros, sistemas de secado, tanques, etc., son instalados de acuerdo a cada aplicación específica en un área separada al área de maquinarias de manufactura. El aire comprimido es almacenado en los tanques y se distribuye a dichos equipos por medio de un sistema de tuberías.

Al área donde se instala el sistema para la compresión de aire se le llama sala o cuarto de compresores. La dimensión del espacio, la distribución de la sala y los sistemas de aireamiento son vitales para el funcionamiento óptimo de los equipos.

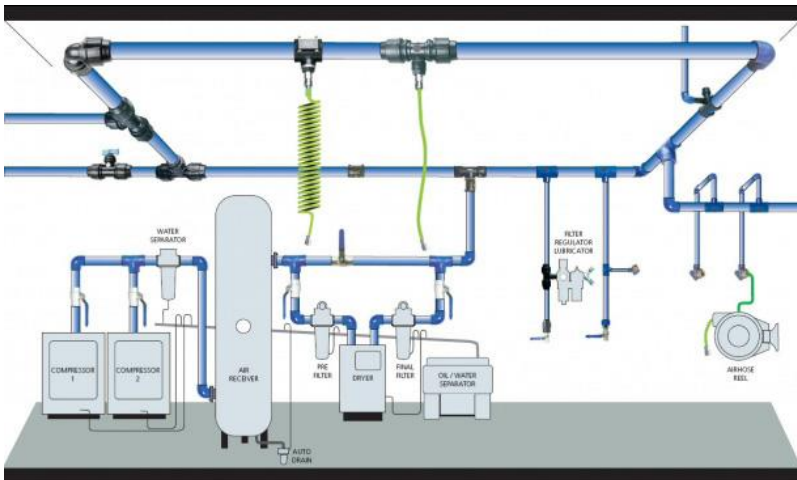


Figura 13. Distribución de equipos en cuarto de compresores
Fuente: <http://www.rodamientosmoreno.es/index.php?p=productos.php&n=2&f=12>

1.7 DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN

Se reconoce por su nombre en inglés Piping & Instrumentation Diagram (P&ID), y es un diagrama esquemático que muestra la relación y funcionamiento de las tuberías, equipos e instrumentos instalados en un sistema. Se desarrolla por medio de íconos y designaciones basados en normas ISO. (Piping & Instrumentation Diagram..., s.f.)

A continuación se muestra la simbología más utilizada en estos diagramas, y sus respectivos significados.



Figura 14. Simbología para diagramas P&I
Fuente: Propia

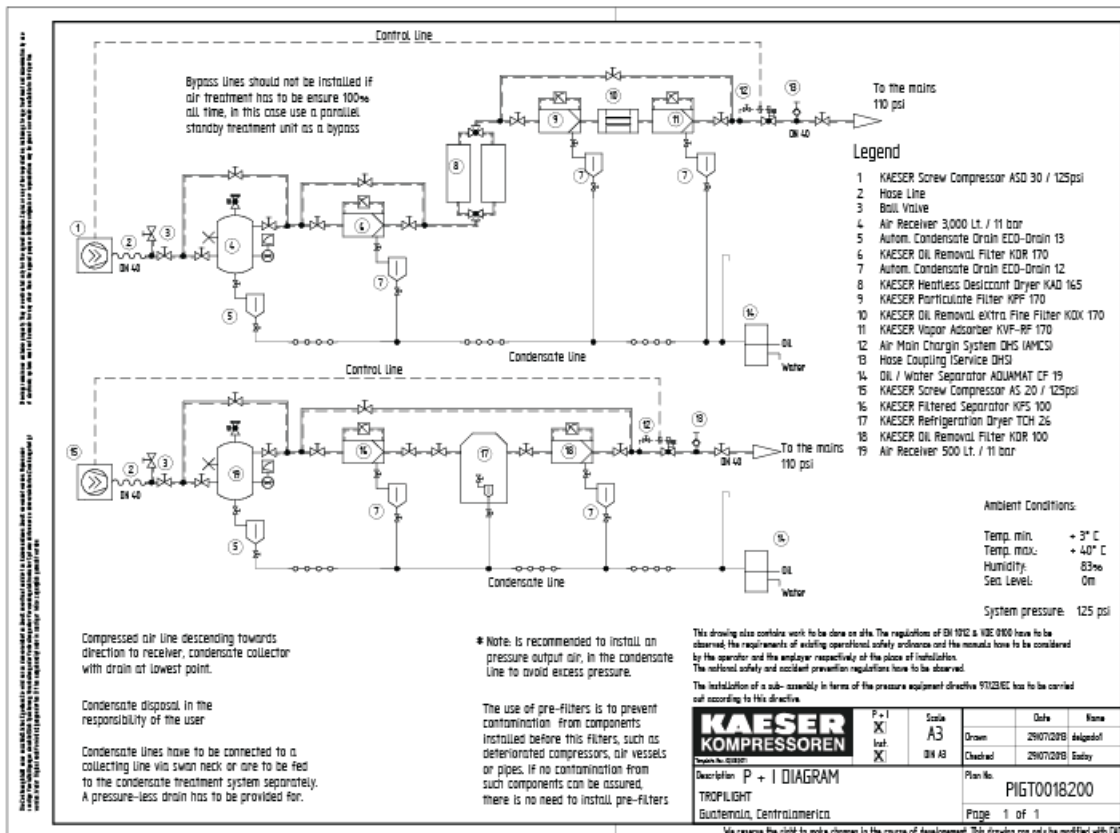


Figura 15. Diagrama P+I, Kaeser Guatemala para Tropilight
Fuente: Kaeser Guatemala

La figura superior es un diagrama P+I, en donde se muestran todo los equipos e instrumentación utilizados en un sistema específico de aire comprimido. Dichos diagramas son esenciales para la planeación de una sala de compresores y su correcto funcionamiento.

II. BRIEF

1. Perfil del cliente: Kaeser Compresores

Empresa alemana fundada en 1919 fabricante y proveedora de sistemas de aire comprimido a nivel mundial. Todos sus productos están fabricados en Alemania, ofreciendo excelente calidad y tecnología en soluciones avanzadas y novedosas para todo tipo de aplicaciones. Además, ofrecen servicio técnico en todos los países distribuidores por parte de personal capacitado. (Kaeser Compresores, s.f.)



KAESER
KOMPRESSOREN

*Figura 16. Logo Kaeser
Fuente: mx.kaeser.com*

MISIÓN

“Ofrecer soluciones a través de productos, servicios y sistemas completos para la generación, tratamiento y suministro de Aire Comprimido, que regularmente es utilizado como fuente de energía en aplicaciones industriales.” (Kaeser Compresores Guatemala, s.f.)

VISIÓN

“Ser la empresa líder en el mercado centroamericano en sistemas de Aire Comprimido, antes que finalice esta década.” (Kaeser Compresores Guatemala, s.f.)

VALORES

- Compromiso
- Respeto
- Lealtad
- Compañerismo

CONTACTOS

- Byron Lemus - Gerente General
5511 – 9695
- Miguel Godoy - Gerente de Ingeniería
5555 – 1093
- Carlos Díaz - Gerente de Ventas
4149 – 0220
- Rubén Delgado - Diseño de Distribución
5951 – 3665

PRODUCTOS



Producto

Compresores

De tornillo rotativo:

- Desde 3 hasta 630 hp.
- De sistema integrado
- De tornillo seco o con separador de aceite

De pistón:

- Duplex o individual.

Remolcable:

- De pistón o tornillo.

Secadores

- Por refrigeración
- Por aire
- Por agua

Producto

Drenado

- Extrae el condensado del sistema de aire y separa el agua del aceite.



Filtros

- Variedades según especificaciones de pureza y aplicación del sistema.



Tanques

- Verticales
- Horizontales





Producto

Controlador de presión

- Controla y regulariza la presión del sistema en cada salida de aire.



Tuberías

- Hecha de aluminio.
- Ligera
- Fácil instalación.
- Resistente a corrosión.

Figura 17. Productos Kaeser
Fuente: Propia

SERVICIOS

La empresa se especializa en la evaluación personalizada de cada cliente para ofrecerle la solución más eficiente en sistemas de aire comprimido, tomando

en cuenta que cumpla con todas sus necesidades y requerimientos.

Los tres pasos claves que se toman en cuenta para el diseño de una sala de compresores son:

1. Determinar la demanda
2. Diseño de la estación
3. Determinar la necesidad de ventilación

1. La demanda de aire comprimido es la base para el diseño de una estación de aire. Esta es comúnmente establecida por la maquinaria que va a ser utilizada. Además a esta demanda de presión es necesario añadirle posibles pérdidas de presión en el sistema que suceden en la distribución del aire y el tratamiento del mismo.

2. Después de especificar la capacidad necesaria de la maquinaria, se diseñan las salas de compresores en el espacio físico disponible, distribuyendo los elementos de tal modo que se optimice el funcionamiento del sistema.

3. La ventilación en un cuarto de compresores es importante para el funcionamiento óptimo de los equipos. La temperatura de un cuarto de compresores no debe exceder los +40°C. El tipo de ventilación depende del tamaño del sistema o del tamaño del cuarto.

Sistemas de equipos menores a 5.5 kW pueden ser ventilados naturalmente, mientras sistemas más grandes o cuartos más reducidos requieren de ventilación forzada por medio de un ventilador.

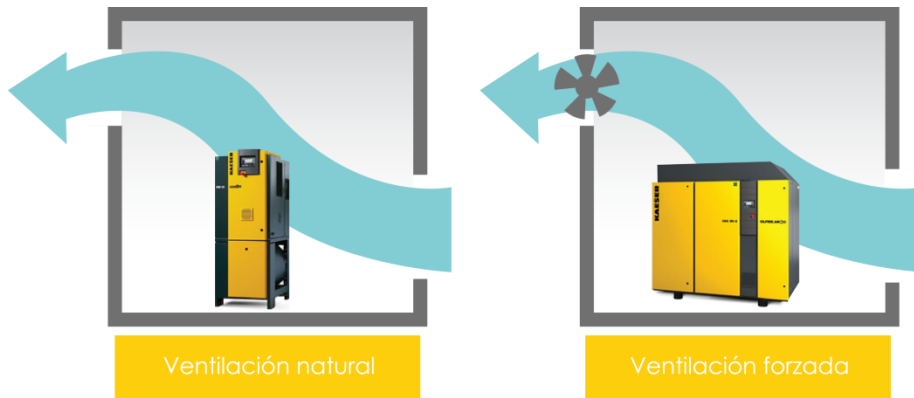


Figura 18. Tipos de ventilación
Fuente: Propia

Adicional a esto, es posible que se requiera de ventilación por medio de un ducto de extracción. Esto es necesario en máquinas con potencia mayor a los 11 kW. Cuando la temperatura en el interior es mayor a los +3°C, el ducto debe terminar en el exterior sin control de recirculación.

Una vez se determinan estos factores clave, se realizan los diagramas de tuberías e instrumentación y una simulación de la distribución de los equipos en tres dimensiones para visualizar el resultado de la instalación.

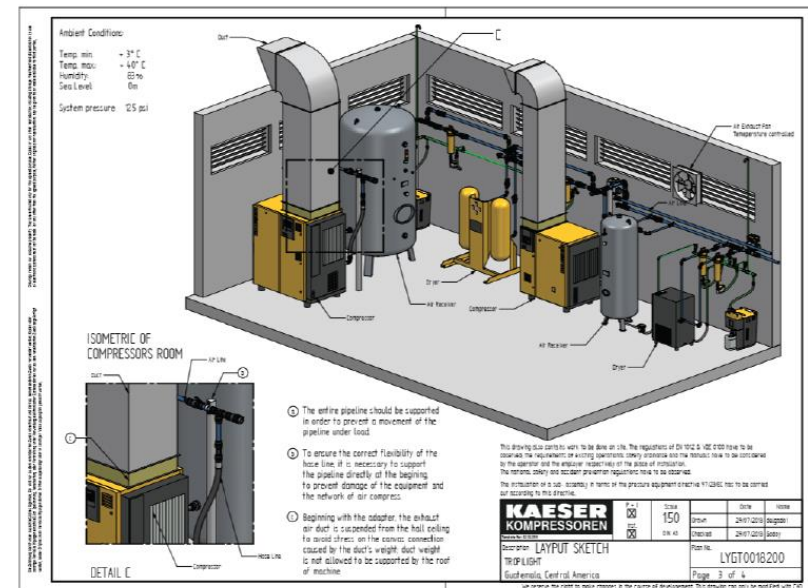


Figura 19. Diagrama de instalación de un cuarto de compresores
Fuente: Kaeser Compresores



Figura 20. Sala de compresores Colgate-Palmolive, Guatemala
Fuente: Propia

En la fig.20, se muestra una sala de compresores de alta capacidad en la empresa Colgate-Palmolive en Guatemala.

2. Necesidad

Para el funcionamiento de un sistema de aire comprimido es necesario un espacio donde instalar todos los equipos e instrumentación requeridos según la demanda de la empresa, lo cual representa una alta inversión tanto en equipos como en infraestructura. Un cuarto de compresores puede tener medidas desde 12 hasta 100m² aproximadamente, y la inversión puede oscilar entre \$45,000 hasta \$500,000. Una de las complicaciones que pueden surgir en la compra de un sistema de aire comprimido, es la posibilidad que se desaproveche el funcionamiento de los compresores, y

que la inversión de los mismos sea difícil de recuperar debido a la producción variable en las empresas, a causa del sector productivo al que pertenecen.

Por otro lado, si la empresa se encuentra en vías de crecimiento, la construcción de un cuarto destinado para el sistema de aire comprimido genera un gasto, que posteriormente deberá ser hecho nuevamente al crecer el requerimiento de aire comprimido. Como tercer caso, se presenta la incapacidad de la construcción de infraestructura, ya sea por falta de espacio físico, o por la alta inversión requerida.

De estas situaciones nace la necesidad de un nuevo servicio, que da la opción a dichos clientes de un alquiler de cuartos de compresores que se llevan a su lugar de instalación con toda la maquinaria necesaria para operar según los requerimientos de cada empresa.

A continuación se ejemplifica el paso particular del proyecto piloto de Kaeser Compresores en el Autódromo Pedro Cofiño. Debido a que se trata del primer proyecto es importante que el servicio se dé a conocer por medio de su implementación.



Figura 21. Segmentación de consumidor
Fuente: Propia

3. Perfil del consumidor

El tipo de consumidor que podría adquirir el servicio que se propone, son medianas empresas, nacionales y multinacionales, que pertenecen tanto al sector primario como secundario.

Este proyecto responde a la necesidad específica de un consumidor, y se utilizará como proyecto piloto para el desarrollo de un nuevo servicio que responde a demandas temporales y/o transportables de sistemas de aire comprimido. A continuación el perfil de dicha empresa.

AUTÓDROMO PEDRO COFIÑO



Figura 22. Logo Autódromo P. Cofiño
Fuente: <https://www.facebook.com/pedro.cofino>

Es una pista de carreras que es sede de eventos deportivos como automovilismo, moto velocidad y karts. Fue fundado en 2002 por Pedro Cofiño y otros asociados, quienes encontraron la necesidad de

una pista para carreras debido al previo cierre del Autódromo Guatemala en 1993.

Actualmente se realizan varias competencias de diferentes tipos, entre ellas: Mazda, Modificados, SuperStreet, Mini, Vintage Racing, etc. Cada corredor lleva su vehículo el día de la competencia y le es asignado un pit compartido donde pueden realizar ajustes, reparaciones y lo que sea necesario. En total, el autódromo cuenta con 30 pits dobles.

Cada corredor o equipo es responsable de llevar las herramientas necesarias el día del evento, incluyendo entre éstas sus propios tanques de aire comprimido.

Contacto

- Mauricio Roque: Socio y co-fundador



Figura 23. Autódromo Pedro Cofiño
Fuente: Imagen propia

Situación climatológica

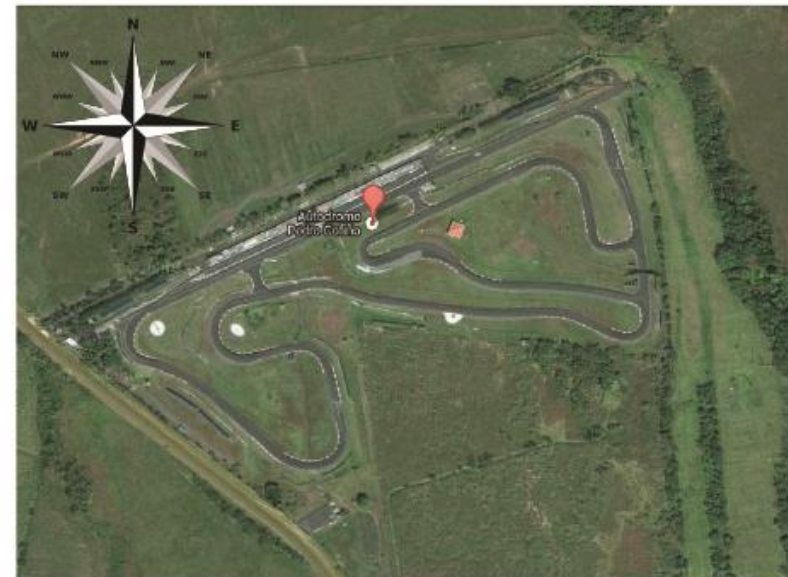


Figura 24. Vista aérea Autódromo Pedro Cofiño
Fuente: <https://maps.google.com.gt/maps?ie=UTF-8&q=Autodromo+Pedro+Cofi%C3%B1o&fb=1&gl=gt&hq=aut%C3%B3dromo+pedro+cofi%C3%B1o&hnear=0x8589a180655c3345:0x4a72c7815b867b25,Guatemala+City&cid=14353705178054939212&ei=xj6UWILsHXyGHTwoCgCg&ved=0CHwQBlwCw>

El clima de un área está directamente relacionado con su ubicación y altura con relación al nivel del mar. El Autódromo Pedro Cofiño está ubicado en el departamento de Escuintla, a una altura aproximada de 350 msnm, según Google Maps (2014).

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	26.3	26.9	28.6	28.1	26.9	25.9	25.9	25.9	25.3	24.6	25.7	25.2	26.3
1991	25.6	26.6	27.0	28.0	26.4	26.0	28.3	26.6	25.4	26.3	25.8	24.7	26.4
1992	26.0	26.6	27.7	28.3	27.5	26.7	27.4	26.7	25.9	26	26.1	26.8	26.8
1993	27.1	27.4	28.6	28.5	27.6	26.4	27.7	25.8	24.8	24.7	24.8	23.5	26.4
1994	27.8	28.3	30.2	29.3	28.4	28.3	28.2	---	---	---	---	---	28.6
2002	---	---	---	---	27.5	26.3	26.9	26.9	25.7	26.1	26.0	27.0	26.6
2003	27.8	28.0	28.3	29.0	27.1	25.7	26.7	26.9	26.4	26.1	26.9	27.1	27.2
2004	27.2	27.6	29.5	28.5	27.0	26.8	26.3	27.1	26.0	---	---	---	27.3

Figura 25. Datos mensuales y anuales de temperatura promedio en Escuintla, Guatemala
Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUIINTLA/Escuintla/Temperatura%20Media%20ESCUIINTLA.htm>

La tabla anterior contiene información acerca de las temperaturas promedio en el departamento de Escuintla, Guatemala; proporcionada por el INSIVUMEH. Como se puede observar, la temperatura promedio anual se encuentra entre los 26 - 28 °C, siendo marzo y abril los meses más cálidos.

ESTACIÓN: ESCUIINTLA, ACUMULADOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION EN (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1999	45.7	0.0	78.2	138.5	365.4	519.0	439.5	284.4	620.8	647.7	84.9	14.7	3238.8
2000	0.0	0.0	5.8	126.6	329.8	469.6	234.0	412.5	497.5	233.0	137.7	0.0	2446.5
2001	18.5	0.0	193.6	7.6	411.3	194.4	275.7	273.7	441.9	215.9	105.9	0.0	2138.5
2002	0.0	0.0	15.7	117.2	427.6	515.2	337.7	199.3	448.4	624.0	144.0	0.0	2829.1
2003	0.6	18.9	42.8	110.8	503.2	475.3	417.4	289.7	469.7	413.9	131.1	0.2	2873.6
2004	0.0	8.6	89.7	63.2	478.8	275.8	354.8	195.2	568.6	---	---	---	2034.7

Figura 26. Datos mensuales y anuales de lluvia promedio en Escuintla, Guatemala
Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUIINTLA/Escuintla/Lluvia%20n%20mm%20ESCUIINTLA.htm>

Asimismo, se presenta información relacionada a la cantidad de lluvia en el área. Ésta varía entre los 2000 - 3000 mm anuales, siendo junio y julio los meses más lluviosos.

La situación climatológica y la ubicación del lugar de instalación, tiene una relación directa con el funcionamiento de los compresores. Principalmente es necesario tomar en cuenta la temperatura del ambiente para determinar los materiales del cuarto y la capacidad que requieren los compresores.

También determina la ventilación necesaria y el tipo de la misma. Por otro lado, los niveles de lluvia, ayudan a determinar si se necesita una plataforma para proteger los equipos, etc.

4. Perfil del usuario

El proyecto piloto funcionará como fuente de energía para las herramientas utilizadas en los pits del Autódromo Pedro Cofiño, por lo que las personas que utilizan estas herramientas son los usuarios primarios del sistema de aire comprimido.

Por otro lado, los compresores puestos en marcha, funcionan por sí solos, pues se trata de un sistema automatizado, pero requieren de inspecciones periódicas y mantenimiento; realizados por un operario.

Los operarios son los usuarios secundarios del sistema de aire comprimido, realizan inspecciones físicas y visuales de la maquinaria, y también se encargan del monitoreo y mantenimiento de la sala.



Figuras 27 y 28. Segmentación de usuarios
Fuente: Propia

5. Análisis retrospectivo



Figura 29. Historia del aire comprimido
Fuente: Realización propia

6. Análisis de Soluciones Existentes

COMPRESORES TRANSPORTABLES

Marca	Kaeser	Compair C 250 TS 12	Sullair 1300H	Dinos 1000 / 1500
Imagen	 <p>Figura. Compresores portátiles Kaeser. Fuente:http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/</p>	 <p>Figura. Compresor portátil Compair. Fuente:http://at.compairnews.com/topics/produktnachrichten/fahrbare-kompressoren/</p>	 <p>Figura. Compresor remolcable Sullair. Fuente:http://www.sullairargentina.com/productos/compresores-de-aire/portatiles-especiales/compresor-portatil-especial-sullair-1300h/</p>	 <p>Figura. Compresor Dinos 1000/1500 Fuente:http://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/FeriaVirtual/Producto-Compresores-de-aire-remolcables-Cam-pagnola-Dinos-940-1500-51948.html</p>
Capacidad	50 - 100 hp	240 - 300 hp	~300 hp	180 hp
Transportable	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Adaptabilidad a intemperie	Capacidad de estar varios días, sin climas extremos	Especial para temperaturas frías de hasta -30° C	Capacidad de estar varios días, sin climas extremos	Especial para la intemperie en climas secos
Conclusión	Son una buena opción como fuente de energía para herramientas neumáticas en construcciones y carreteras, pero no están hechos para trabajar por más de algunos días.	Está hecho para climas extremos en el antártico, específicamente para la construcción de túneles. Es un buen ejemplo, sin embargo no se puede variar la capacidad de los compresores.	Apto para servicio continuo y de alta capacidad. No está disponible en Guatemala.	Bajo caballaje, tamaño reducido. Ideal para uso en fincas y necesidad de caudales bajos.

Figura 30. Análisis de soluciones existentes
Fuente:Realización propia

SALAS TRANSPORTABLES KAESER

País	Austria		Chile
Imagen	 <p data-bbox="430 641 655 669">Figuras. Sala transportable Austria Fuente: Kaeser Guatemala</p>		 <p data-bbox="1396 641 1600 669">Figura. Sala transportable Chile Fuente: Kaeser Guatemala</p>
Capacidad	Modificable según necesidad		Modificable según necesidad
Transportable	Sí, pero debe ser instalada permanentemente para su funcionamiento.		Sí
Adaptabilidad a intemperie	Sí, específicamente en Europa.		Sí, específicamente en Chile.
Conclusión	<p data-bbox="583 1058 1096 1334">El modo de construcción de esta sala es ideal para la adaptación a distintos climas, sin embargo no es posible esta producción en Guatemala. Esta solución está diseñada para un lugar permanente, por lo que su alquiler no es viable.</p>		<p data-bbox="1339 1070 1839 1307">Se acopla mucho a la problemática, sin embargo cuenta con características que no aplican a Guatemala, por ejemplo en términos de legislación de transporte y el factor climático.</p>

Figura 31. Análisis de soluciones existentes
Fuente: Realización propia

7. Análisis prospectivo

El aire comprimido es una herramienta esencial de la industria, tanto para las máquinas de manufactura como herramientas neumáticas. El hecho de convertir el aire comprimido en trabajo útil de manera tan sencilla ha hecho que se utilice en todos lados; y como situación actual los compresores portátiles han hecho un gran cambio en obras viales, construcciones, minas y talleres. Esto ha dado la pauta de querer llevar los sistemas de aire comprimido a un mayor alcance.

La energía creada por medio de sistemas de compresión está sustituyendo, gracias a su versatilidad otras formas de energía. Poco a poco se irán utilizando menos sistemas hidráulicos, menos energía eléctrica, etc.

Por si fuera poco, ya en la actualidad se están automatizando los procesos industriales por medio de robots, acción en la cual son esenciales los compresores.

En un futuro, será posible dejar de pensar en gastos energéticos y operativos, gracias a la infinidad de aplicaciones del aire comprimido.

Sin embargo, las aplicaciones del aire van más lejos que el funcionamiento de maquinaria en el sector productivo. El ingenio ha permitido realizar pruebas y prototipos de un automóvil que funciona con un motor de aire comprimido, llamado AirPod. La utilización del aire como un nuevo tipo de combustible permitirá no sólo una opción más económica para sus usuarios, sino también más ecológica para su entorno. Se podrá recargar el tanque de aire comprimido en estaciones de compresión o bien, por medio de un motor eléctrico. Sea como sea, es una idea muy innovadora que marca la pauta del alcance de la tecnología y los sistemas de aire comprimido.



Figura 32. AirPod concept car
Fuente: <http://onlygizmos.com/tata-brings-air-powered-car-to-india-calls-it-airpod-video/2012/08/>

III. DISEÑO INDUSTRIAL

1. Diseño Interdisciplinario

“La integración de varios campos disciplinarios es efectiva, pues así se generan y plasman ideas que engloban el conocimiento de varios.” (Martínez López, 2013)

(Martínez López, 2013), en su conferencia titulada “Teorías avanzadas del diseño”, afirma que aceptar los puntos de vista de otras personas, conviene tanto para éstas como para uno mismo cuando se tiene la un fin común.

La inter-disciplina, consta de la reunión de varias disciplinas, donde el objetivo se logra por medio de la unión y colaboración entre las mismas. La unión de estas disciplinas crea una nueva, donde cada parte hace aportes durante el



proceso para llegar al objetivo desde un nuevo punto de vista.

En un proyecto realizado por un equipo interdisciplinario, el punto es que toda la información converja a una solución integrada creando un nuevo marco conceptual, y de esta manera se crea un nuevo tipo de acción.

Mientras más variados sean los aportes en un proyecto inter-disciplinario, se podrá satisfacer a más personas, solucionando más necesidades. Por otro lado, a pesar de que cada disciplina aporta cierta información puntual según sus conocimientos, la investigación en todos los campos que abarca el proyecto es clave. Un tema investigado da sabiduría, y una teoría conocida da mayor certidumbre.

APLICACIÓN EN EL PROYECTO

A continuación se determinan las disciplinas que intervienen y lo que cada una aporta al proyecto, terminando con el Diseño Industrial como pilar integrador:

1. Ingeniería Industrial

- Análisis de viabilidad del proyecto.
- Análisis del mercado objetivo.
- Análisis de presupuesto y costos de fabricación.

2. Ingeniería mecánica electrónica

- Funcionamiento del sistema.
- Determinación de requerimientos de aire comprimido.
- Concretización y comprobación de maquinaria y equipo a utilizar.
- Conexiones y funcionamiento eléctrico.
- Análisis de requerimientos secundarios del sistema.

3. Arquitectura

- Diseño de distribución de maquinaria y equipo según requerimientos del cliente y funcionamiento de los equipos.

- Determinación de tuberías e instrumentación.
- Simulación gráfica de posicionamiento de los equipos.

4. Diseño Industrial

- Integración de requerimientos creados por las distintas disciplinas y análisis de los mismos para aplicarlos en los siguientes puntos:
 - a) Determinación de dimensiones del cuarto de compresores.
 - b) Concretización de materiales a utilizar y procesos de producción.
 - c) Análisis de coherencia entre los requerimientos de maquinaria y el diseño del cuarto de compresores.
 - d) Recopilación de información necesaria para poder replicar el proyecto aplicando únicamente variaciones en tamaño, capacidades y equipo.

2. Diseño de exhibiciones

“Una exhibición comercial es la integración de comunicación visual, funcional y emocional de un producto.” (Montoya; s.f.)

La manera en que se exhibe un objeto o producto puede cambiar la percepción de éste por parte de quien lo interpreta, por lo que es importante tomar en cuenta varios factores al momento de diseñar la exhibición, poniendo en primer plano al espectador. Al hacer esto, no se le quita importancia a lo que se exhibe, sino que se jerarquizan los elementos que se quieren mostrar, logrando una experiencia para quien lo visualiza.

Según Sánchez-Mora & Tagüeña (2004) los elementos más importantes a tomar en cuenta son: conocer a los visitantes e interpretadores potenciales, darle importancia a la interactividad y determinar cuál será la contribución de la exhibición en los espectadores.

Es irreal pensar que una exhibición puede estar diseñada para todo público, pues el nivel cognitivo y de interés de un niño o un adolescente es distinto al de un adulto o

alguien con experiencia en cierta área temática. Por eso es necesario definir un grupo objetivo para quien se diseña, siendo éstos los visitantes más frecuentes o a quienes se quiere transmitir la información en primer lugar.

Para conocer a los visitantes, la clave es hacer una serie de interrogantes acerca de ellos; empezando por el quién y el por qué. El hecho de saber quién acude a la exhibición y por qué lo hace, permite adquirir información extra acerca de sus gustos e intereses, lo que se traduce en una idea de cómo reaccionarán los visitantes ante este tipo de exhibición. Dicho de otro modo, el conocer al visitante puede dar una idea del rumbo que se debe de tomar al planear y diseñar la exhibición.

Como segundo punto según Sánchez-Mora & Tagüeña (2004) se encuentra la interactividad, que es la relación de dos o más elementos que procede por medio de la interacción. Como lo citan Sánchez-Mora & Tagüeña, J. Wagensberg define tres etapas de interactividad:

- **Interactividad manual:** consiste en el contacto o acceso físico al proceso o equipo mostrado, pero se manera pasiva, sin retroalimentación alguna.
- **Interactividad mental:** complementa la etapa manual, y consiste en crear un cambio en la mente del espectador posterior a la visita.
- **Interactividad emocional:** se alcanza por medio de la aplicación de las primeras dos, agregándole factores sensoriales, sociales, morales, etc., con los que es espectador se pueda sentir identificado. Esto puede cambiar desde la manera en que se comprende el objeto en exhibición, hasta el cambio de opinión o sentimiento del que lo interpreta.

Al aplicar las etapas de interactividad se puede llegar con facilidad a conclusiones acerca del diseño de la exhibición, las cuales deben ser tomadas en cuenta antes de definir el mismo. El último punto según Sánchez-Mora & Tagüeña, es realizarse la pregunta: ¿en qué contribuye la exposición a lo que los espectadores

saben, sienten creen o son capaces de hacer? Esta interrogación permite tomar en cuenta, que una exposición no sólo se realiza para enseñar o convencer, sino para cambiar la manera en que una persona piensa u opina acerca de lo exhibido; que consecuentemente, es parte de un proceso de aprendizaje o convencimiento. Por otro lado, esta pregunta permite una respuesta bastante abierta, pues aunque una exhibición se haga para visitantes más o menos específicos, cada ser humano cuenta con un proceso de percepción y aprendizaje distinto.

APLICACIÓN EN EL PROYECTO

En el proyecto que se desarrolla, el factor de exhibición es vital para el entendimiento del espectador. Es una manera visual de comprender la importancia de un sistema de aire comprimido, pues se puede observar el origen y la maquinaria con la que se genera, hasta la distribución del mismo a través de las instalaciones y su funcionamiento óptimo en más de 20 estaciones de trabajo a la misma vez.

La exhibición del cuarto de compresores, puede ser una manera interactiva de obtener nuevos clientes, de tal manera que comprendan el tipo de servicio y calidad que ofrece Kaeser Compresores.

3. Iluminación

En su *Manual de Seguridad Industrial*, el Dr. Ramírez Cavaza (1992) afirma, que el ser humano confía en su vista más que en cualquier otro de sus sentidos, y es por eso que el tema de la iluminación es de tanto interés. Una iluminación correcta disminuye la ineficiencia y los riesgos de accidentes; para lograrlo es necesario el contraste entre la iluminación que requiere la tarea a realizar y el ambiente de trabajo.

La luz solar es una de las fuentes que se puede utilizar, y es muy eficaz, sin embargo hay que tener en mente que la intensidad y dirección de esta fuente natural cambia constantemente, por lo que no se puede depender del sol en su totalidad.

La luz artificial pretende la mayor aproximación a la luz natural difusa, pero también logra crear contrastes importantes según el área y tipo de trabajo donde se utiliza.

UNIDADES DE MEDIDA

Para la medición de la luz se utilizan varios conceptos que vale la pena mencionar:

Lumen

Un lumen (lm), también conocido como flujo luminoso, es una unidad de medida estandarizada que se refiere a la cantidad total de luz producida por una fuente.

Lux

Un lux (lx), también llamado luminancia, es la unidad que se refiere a la intensidad de la iluminación producida por una fuente de luz sobre una superficie. Un lux equivale a un flujo uniforme de iluminación de un lumen por m². Por lo tanto:

- $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

Como punto de referencia, a continuación se muestran algunos ejemplos de flujos luminosos en ambientes conocidos según GreenBusinessLight.com (s.f.).

- La luz de la luna representa aprox. 1 lux.
- Una puesta de sol con el cielo despejado, 400 lux.
- Una oficina bien iluminada, 400 lux.
- La luz del sol exterior puede variar entre 32 000 – 100 000 lux.

En términos energéticos también se utiliza el vatio (W), que en este caso determina el consumo energético de una fuente de iluminación, sin embargo, no existe una conversión precisa entre vatios y lux, ya que cada fuente de luz cuenta con un nivel de consumo distinto.

Del mismo modo, cada fuente de luz ilumina los objetos o ambientes de manera distinta, ya sea a causa de la cantidad de lux de la fuente, o del color de ésta. Cada forma de iluminación tiene características distintas según la función que deben cumplir, una de las características más importantes es el color que le da la fuente a los

objetos que ilumina, a esta característica se le llama Índice de Reproducción Cromática (IRC).

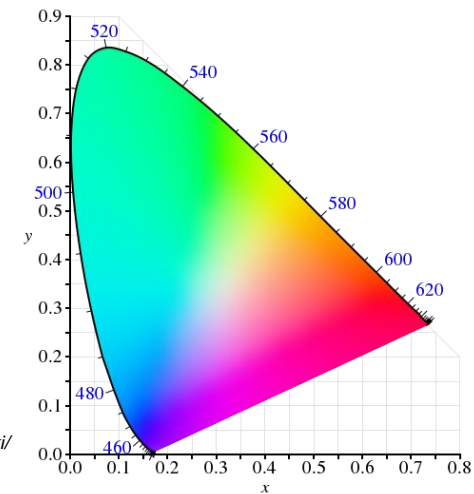


Figura 34. Diagrama cromático CIE 1931
Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space

Este diagrama indica en el límite exterior de la curva, los colores básicos según el CIE (Comisión Internacional de Iluminación), con sus respectivas longitudes de onda en nanómetros.

El IRC se mide en una escala de 1 – 100, mientras más grande el índice, mayor es su semejanza a los colores estándar. Un índice bajo de IRC indica que los colores

pueden percibirse como no naturales al ser iluminados con esta fuente de luz.

ILUMINACIÓN EN EL PUESTO DE TRABAJO

La correcta iluminación en el puesto de trabajo puede facilitar la realización del mismo, e influye en la eficiencia y eficacia personal de cada trabajador. Según Ramírez Cavaza, la iluminación también es un factor importante de seguridad que complementa la señalización del puesto. A continuación se enumeran algunos aspectos clave:

- Crear un contraste entre la iluminación que requiere la tarea y el ambiente de trabajo en general.
- Evitar destellos que puedan deslumbrar al trabajador, tener cuidado con la dirección de la fuente de iluminación.
- Utilizar un color de luz conveniente según las superficies, en general se recomienda la luz blanca para ambientes industriales.
- Aproximar lo más posible la luz artificial a la luz natural difusa.

- Tomar en cuenta la reflexión de los materiales y superficies (techo, suelos, paredes) para la distribución de las fuentes de iluminación.

Recommended Lighting Levels*	
Type of Activity	Lighting** (Lux)
Public spaces with dark surroundings	30
Simple orientation for short temporary visits	50
Working spaces where visual tasks are only occasionally performed	100
Performance of visual tasks of high contrast or large scale	300
Performance of visual tasks of medium contrast or small size	500
Performance of visual tasks of low contrast or very small size	1000
Performance of visual tasks near threshold of person's ability to recognize an image	3000-10000

* Modified from: IESNA Lighting Handbook, 9th ed. Illuminating Engineering Society of North America, 2000. p. 10-13./Adapted with permission from the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2011).

** The recommended range is +/- 10% of these values.

Figura 35. Flujo luminoso necesario según actividad.
Fuente: http://www.saif.com/_files/SafetyHealthGuides/ss-405.pdf

En la figura anterior, se pueden ver algunos parámetros de flujo luminoso necesario según el tipo de actividad que se realiza en un ambiente, proporcionado por *State Accident Insurance Fund Corporation (SAIF)*, (2011).

FLUORESCENCIA COMO TIPO DE FUENTE DE LUZ

Se refiere a la luz, en la cual los fotones emitidos son de menor energía que aquellos absorbidos.



Figura 36. Diagrama comparativo de tipos de iluminación
Fuente: <http://www.exilightco.com/Types-of-Illumination.html>

En el diagrama mostrado arriba, se puede ver dónde se posiciona la luz fluorescente en comparación a otros tipos de luz según sus características.

En general, ésta cuenta con un bajo consumo energético, uno de los índices de reproducción cromática más altos, y una buena disipación de luz. Además, cuenta con la característica de ser una luz fría, por lo que no causa un gran aumento de temperatura en el área iluminada.

4. Diseño de estructuras de transporte

El transporte de carga es aquel que permite transportar mercadería o productos de un lugar a otro. Pertenecce a la categoría de transporte pesado, el cual consiste en unidades de remolque de plataforma de varios ejes halado por un tractor, como lo explica la empresa Arqhys Arquitectura (s.f.). Dentro de este tipo de transporte, existe una amplia gama de variaciones según el contenido.

CONTENEDORES

Son cajas reutilizables destinadas al transporte de mercadería en uno o más medios de transporte. Éstos deben estar contruidos bajo ciertos estándares para que cuenten con la resistencia adecuada según los productos que transportan. Los contenedores se pueden clasificar de acuerdo a los materiales con los que están contruidos, a la protección que ofrecen ante el medio ambiente, o al tipo de carga que transportan.

En la siguiente figura se presentan los componentes básicos de un contenedor según la Compañía Chilena de Navegación Interoceánica (CCNI) (s.f.).

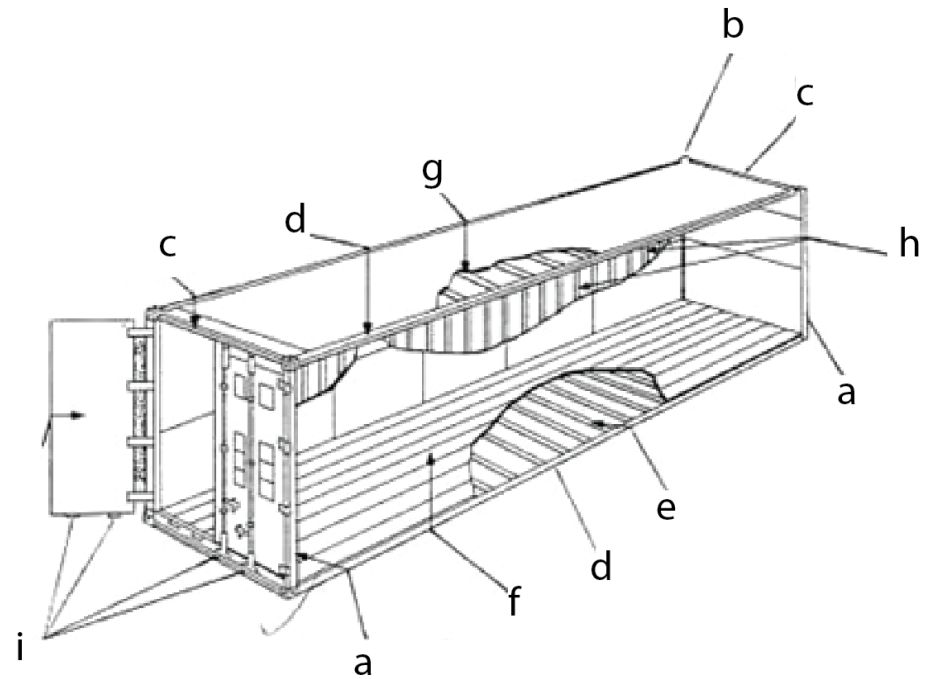


Figura 37. Componentes básicos del contenedor

Fuente: http://www.ccn.cl/esp/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=85

- a) **Pilares:** colocados verticalmente en las esquinas del contenedor.
- b) **Esquineros:** Molduras ubicadas en las esquinas, funcionan como medio estructural, y permiten el apilamiento modular de los contenedores.

- c) **Marco frontal y posterior:** estructura compuesta por travesaños superiores e inferiores sujeta a los pilares y esquineros.
- d) **Travesaños superiores e inferiores:** estructuras longitudinales en la parte superior e inferior, que completan la estructura base del contenedor.

- e) **Travesaños de piso:** vigas transversales aproximadamente con 12 pulgadas de separación entre cada una, las cuales se encuentran sujetas al travesaño lateral inferior.
- f) **Piso:** hecho con tablones de madera, el tipo de ésta varía según la aplicación.
- g) **Techo:** está compuesto por vigas transversales colocadas a 18' de separación, y por una estructura que se coloca sobre las vigas, cuyo material varía según la finalidad del contenedor. Ésta puede ser lámina de acero corrugada, lámina de aluminio remachada, o incluso paneles de fibra de vidrio.
- h) **Costados y frente:** al igual que en el techo, el material puede variar entre acero corrugado, aluminio, fibra de vidrio, u otros.
- i) **Puertas:** los materiales son variables, se coloca un borde plástico como empaque para evitar el ingreso de agua al contenedor. Se instala en las

puertas un mecanismo de cierre para la seguridad de los productos en el interior.

En el siguiente apartado se clasifican los tipos de contenedores según sus características, como lo expresa el Prof. Villafañe (2002).

Según materiales de construcción

- **Fibra de vidrio** – fácil mantenimiento, resistencia a la corrosión.
- **Acero** – mayor resistencia, bajo costo de producción.
- **Aluminio** – menor peso, mayor capacidad de carga, aptos para refrigeración.

Según la protección ante el medio ambiente

- **Secos** – permiten cierre hermético para productos que no pueden tener contacto con el medio ambiente.
- **Refrigerados** – permiten temperatura y humedad precisa regulable.

- **Secos ventilados** – se incorporan ventanillas para ventilación.
- **Abiertos** – transporte de mercancías que no requieren de condiciones especiales de conservación.

Según el tipo de carga que transportan

- **Estándar** – sin ventilación, para mercadería seca.
- **Ventilados aireados** – cerrados con ventilación normal.
- **Ventilados especiales** – ventilación mecánica según mercancía.
- **Refrigerados** – fabricados con revestimientos aislantes internos, puede incluir refrigeración eléctrica.
- **Techo abierto** – transporte de equipos pesados o mercadería de difícil manipulación.

- **Flat-rack** – plataforma con frente y fondo fijos.
- **Plataforma** – no cuenta con costados.
- **Costado abierto** – cuenta con un solo costado abierto para mayor versatilidad en el transporte de objetos irregulares.
- **Contenedor tanque** – para gráneles líquidos.

Tamaños

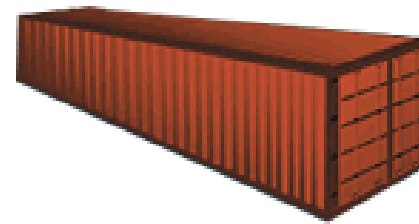
Se utilizan los tamaños estándar de 20'x 8'x 8.6' y 40'x 8'x 8.6'. También los hay de 9' de ancho y 9.6' de alto en las distintas variedades de los contenedores.

A continuación se muestran algunos de los tipos de contenedores.

FURGONES

La diferencia entre un contenedor y un furgón es el tipo de transporte para el que están adaptados. Un contenedor es un módulo que puede ser adaptado a un cabezal, y luego puede ser transportado por vía marítima. Un furgón es un medio de transporte designado para el traslado de mercancía específicamente por vía terrestre, pues la carrocería del mismo es un todo.

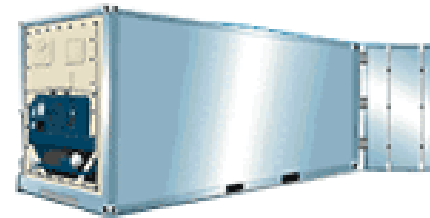
Fuera de esto, los tipos, capacidades y medidas son los mismos, y los métodos de construcción son muy similares.



Estándar



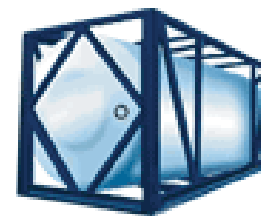
Techo abierto



Refrigerado



Flat-rack



Tanque

*Figuras 38, 39, 40, 41 y 42 Tipos de contenedores
Fuente: http://cargainfo.com/front_content.php?idart=4409*

5. Factores Humanos

Ergonomía en el ambiente industrial

“La ergonomía es la disciplina metódica y racional, cuya finalidad es la adaptación del trabajo al hombre y viceversa, mediante la interacción intrínseca entre el hombre, la máquina, la tarea y el entorno.” (Dr. Ramírez Cavaza, 1992)

Según el Dr. Ramírez Cavaza, en términos industriales, se busca crear un entorno de trabajo que aumente al máximo el rendimiento y seguridad del trabajador, por medio de la interpretación de características fisiológicas y psicológicas. Como se cita en el Manual de Seguridad Industrial (Tomo 2), B. Mets clasifica los factores ergonómicos en: humanos, materiales y de organización.

Los materiales y la organización del puesto de trabajo pueden tener como consecuencia, factores que influyen negativamente en el trabajador. Como se menciona en el capítulo de seguridad industrial, es importante reducir al máximo el ruido, las vibraciones y la temperatura por medio de la utilización correcta de los materiales del

entorno, así como lograr por medio de la organización una ventilación, visibilidad y comodidad óptimas para los trabajadores.

Los factores humanos los divide el (Dr. Ramírez Cavaza, 1992) en cuatro aspectos: psicológicos, fisiológicos, biométricos y biomecánicos. Cada uno de ellos estudia el cuerpo humano desde diferentes puntos de vista, que al ser combinados, pueden concluir en un análisis ergonómico muy completo. La aplicación del análisis en el ambiente industrial y el diseño del puesto de trabajo son clave para evitar riesgos y fatiga en el trabajador.

- Aspecto psicológico

La psicología estudia los procesos mentales, y la incidencia de estos en la conducta y las experiencias. Este aspecto en las personas puede ser afectado por dos tipos de causas: intrínsecas y externas. Entre las causas intrínsecas se incluyen las aptitudes del individuo y su personalidad; mientras las extrínsecas son relativas al entorno y el ambiente de trabajo.

En este caso, se toma en cuenta el aspecto psicológico para que el ambiente de trabajo en general no cause

confusión, desconcentración o daño al trabajador; de tal modo que el riesgo que queda es únicamente intrínseco.

- Aspecto fisiológico

Según Morales (2011), la fisiología humana está enfocada al estudio de las funciones del organismo humano y sus mecanismos de control. Además, para un mejor entendimiento, se divide al organismo en sus distintos sistemas: nervioso, muscular, circulatorio, renal, respiratorio, reproductor e inmune. Sin embargo, estos sistemas funcionan de manera integral, y están directamente relacionados a los sentidos. Los sentidos se encargan de las reacciones humanas ante agentes externos, según Ramírez Cavaza. Es importante prestarles mucha atención, pues en un puesto de trabajo es necesaria la adaptación positiva del hombre a la tarea.

Para cumplir correctamente con este aspecto, es importante que en el proyecto se integre tanto la regulación de ruido, iluminación correcta y señalización intuitiva.

- Aspecto biométrico

Según la etimología de la palabra (griego), bios = vida, metron = medida. Esto da una idea general de lo que trata la biometría, que es la medición de la actividad, en este caso humana. La biometría está directamente relacionada con la kinestesia, la cual estudia la posición de los miembros, posturas, y la coordinación de sus partes.

- Aspecto biomecánico

La biomecánica, similar a la kinestesia, estudia los movimientos del cuerpo. Gracias a estudios biomecánicos, se puede saber los rangos de correctos de posiciones dentro de un movimiento, sin someter al cuerpo a lesiones o fatiga.

Medidas antropométricas

La antropometría abarca tanto es aspecto biométrico como el biomecánico, pues trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre. Por medio de la medición de la actividad, las posturas que se realizan en ella, y la sucesión de movimientos entre posturas, se obtiene el análisis antropométrico.

Es importante mencionar, que este análisis se realiza con personas que cuentan con características específicas similares según la actividad a realizar.

A continuación se presentan las medidas antropométricas de mayor relevancia en este proyecto específico, según el usuario primario mencionado anteriormente, los cuales son trabajadores industriales.

La muestra se basa en hombres adultos entre 18 – 65 años.

En el análisis ergonómico se tomaron en cuenta las posibles posiciones que el usuario primario puede llegar a realizar durante el mantenimiento de la maquinaria, o

bien mientras hace rondas de control de los equipos y su funcionamiento.

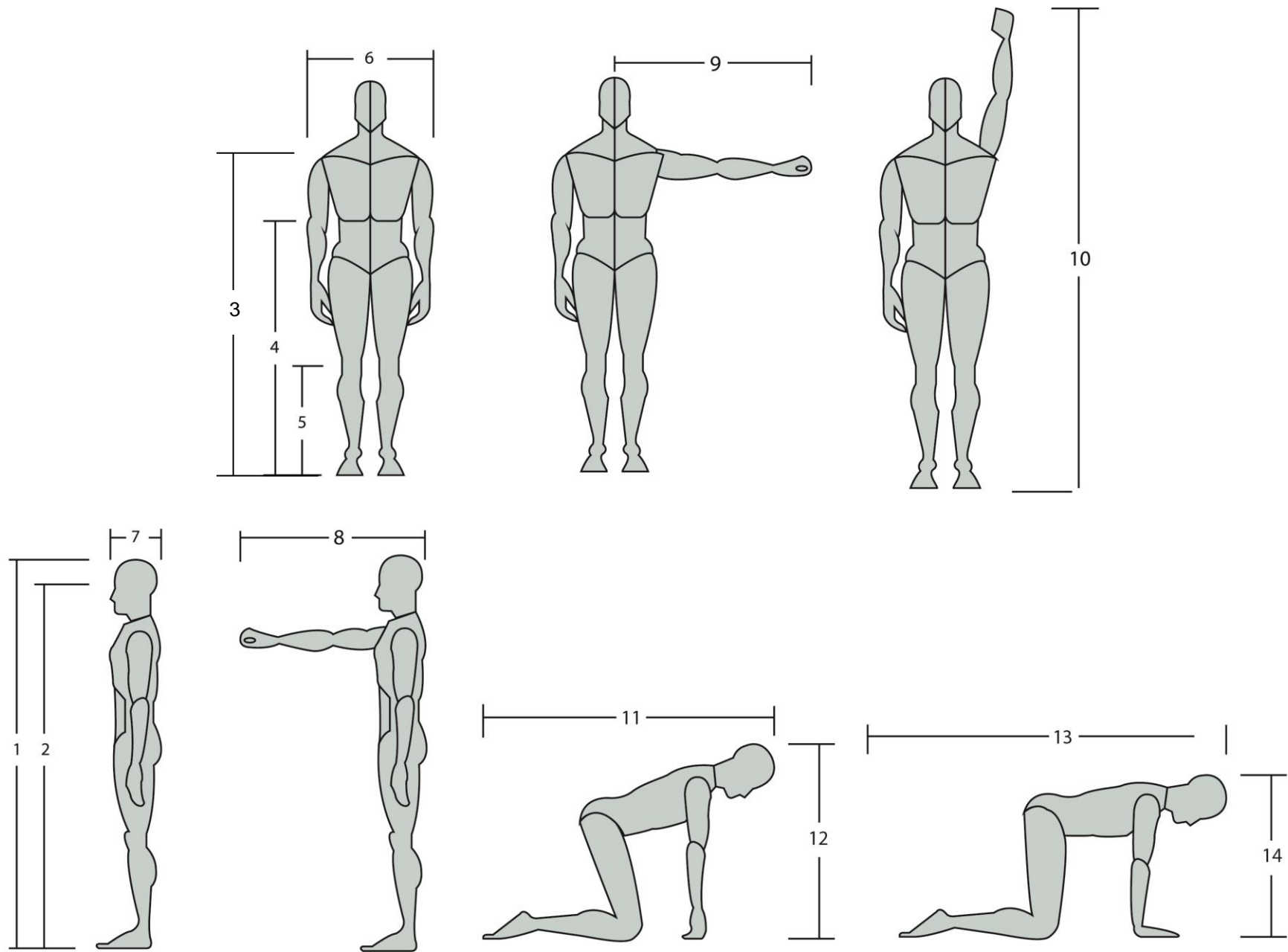


Figura 43. Posiciones de trabajadores industriales
 Realización propia, extraído de: Panero, J. & Zelnik, M. (1996). Posiciones de trabajo. En G. Gilí (Eds.), Las dimensiones humanas en los espacios interiores (pp. 102). México D.F. G Gilí.

POSTURA		DE PIE										DE RODILLAS		GATEO	
MUESTREO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
No.	Edad	Estatura	Altura ojos	Altura hombros	Altura codo	Altura rodilla	Ancho máximo	Prof. máxima	Alcance brazo fontal	Alcance brazo lateral	Alcance máximo vertical	Longitud máxima	Altura máxima	Longitud máxima	Altura máxima
1	26	166	155	133	103	50	44	25	82	82	203	110	82	130	77
2	44	168	158	136	107	51	44	26	84	83	210	116	83	136	78
3	31	157	144	128	99	44	46	22	59	58	190	95	75	125	67
4	25	177	167	147	114	54	47	32	85	93	220	129	86	149	85
5	23	176	165	147	110	52	49	30	90	91	220	124	89	145	83
6	52	180	167	149	116	55	62	34	83	82	222	125	89	149	79

Figura 44. Medidas antropométricas de trabajadores industriales
Realización propia Gii.

Debido a que se trata de un espacio en el interior, lo más acertado es utilizar el percentil 95 para tomar en cuenta en el diseño, pues así se puede asegurar que cualquier persona puede trabajar dentro del área. Además, se utilizó como parámetro la medida del ancho máximo del cuerpo, debido a que al tratarse de un espacio reducido, es importante que la persona tenga espacio disponible para pasar caminando sin dificultad. La altura también es un factor importante, pero se da por sentado que ésta será mayor a la de cualquier persona del percentil 95.

Para determinar el percentil 95 de la muestra tomada, se debe aplicar la siguiente fórmula, en la que **n** es el percentil que se desea encontrar, **P** el valor que corresponde al percentil, y **N** el número de muestras:

$$n = P/100 \times N + \frac{1}{2}$$

Por lo tanto, la muestra no. 6 equivale al percentil 95, y son las medidas que deberán ser tomadas en cuenta para los espacios interiores del cuarto.

6. Seguridad Industrial

Para toda aplicación industrial es necesario tomar en cuenta la seguridad de los operarios en relación con los equipos y el ambiente en que serán instalados. La correcta distribución es aquella que prevé los movimientos del personal de trabajo, evitando o reduciendo de esta manera los riesgos de accidentes.

Los factores que pueden ocasionar accidentes se dividen en técnicos y humanos. Los elementos más importantes de los factores técnicos en este caso, son el material y equipo, y el medio ambiente o entorno, y serán detallados a continuación según el Dr. Ramírez Cavaza (1992).

EL EQUIPO

El análisis del equipo debe girar en torno al operario, producción, tiempo y seguridad; eliminando en el rango de lo posible los errores o accidentes probables, ya sea durante la operación de la máquina, en el mantenimiento o en su control.

Para proteger al operario son necesarias consideraciones de tipo ergonómico en las que se analice el tamaño del equipo, su localización en el lugar de trabajo y su modo de empleo; sin embargo también es importante tomar en cuenta las señalizaciones alrededor del área en relación al campo visual del operario.

Semiótica

El término proviene del griego *semeiotikos*, que significa “intérprete de símbolos”. La semiótica o semiología es la ciencia que estudia los distintos sistemas de signos creados por el ser humano. Es de gran importancia en la antropología, pues la interpretación de símbolos puede variar según el contexto, cultura, edad, etc.

En el caso de este proyecto y en el contexto del diseño industrial, la semiótica es vital para la correcta interpretación intuitiva del funcionamiento del sistema de aire comprimido para los usuarios, esto se logra por medio de la utilización de símbolos y señalizaciones universales.

En términos generales, las indicaciones deben ser visibles y evitar confusiones o errores de interpretación, por lo que la información debe ser concisa y clara.

La señalización comúnmente contiene información de tipo cualitativo o cuantitativo, y cada uno de estos tipos requiere de características distintas para la correcta interpretación por parte de la persona.

- Señales cualitativas

Este tipo de indicaciones se realizan por medio de los factores: posición, iluminación y color. Así pues, la mezcla de dos de estos factores indica al personal información específica según la disposición de los mismos.

Para lograr esto en términos universales, existe un estudio de color básico en sistemas de seguridad, por ejemplo:

- **Negro sobre amarillo:** Advertencia de accidentes
- **Verde sobre blanco:** Zona de seguridad
- **Rojo sobre blanco:** Relacionado a incendios
- **Azul sobre blanco:** Información

-

Por otro lado, Ramírez Cavaza afirma que para una comprensión rápida, se pueden utilizar: el rojo (peligro), el amarillo (atención), el verde (normalidad/seguridad), el anaranjado (alerta), el morado (riesgos de radiación), etc.



Figura 45, 46, 47, 48.
Señales cualitativas
Fuente: http://doc.coordinaadora.org/wiki/index.php/Manual_de_Prevencci%C3%B3n-Operativa_Roll-On/I-7

Asimismo, en cuanto a la señalización para la protección de fluidos, se utiliza una doble codificación de colores. El color distintivo indica el tipo de fluido del que se trata la información, y se pone de fondo en la señalización, mientras el color calificativo indica el estado u otro tipo de información más detallada acerca del fluido.

- **Rojo:** vapores
- **Verde:** agua
- **Azul:** aire
- **Amarillo:** gas
- **Anaranjado:** óxidos
- **Morado:** lejía
- **Café/pardo:** aceite
- **Negro:** alquitrán
- **Gris:** vacío

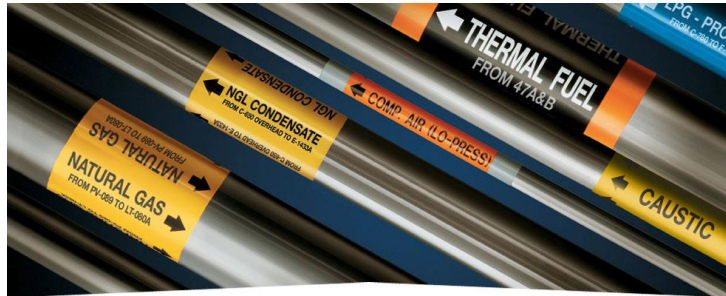
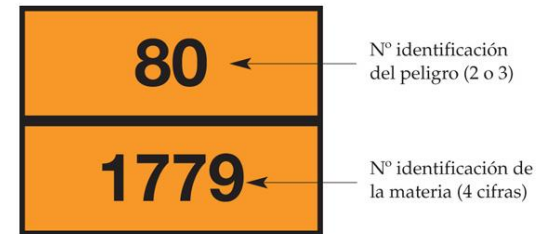


Figura 49. Identificación de fluidos en tuberías.
Fuente: <http://www.markserv.com/>

- Señales cuantitativas

Este tipo de señalización, contiene información numérica específica, que debe ser interpretada rápida y correctamente, por lo que es importante considerar la distancia y la posición del observador. La clave de una

lectura fácil en este tipo de señalización, es optimizar el tamaño de los caracteres, de manera que aun cuando haya vibración sean legibles; y utilizar un color de fondo que contraste con los caracteres y con el entorno, tomando en cuenta que éste no se confunda con otro tipo de señalización.



UN 1779 - ÁCIDO FÓRMICO, 8 (3) GE II
ÁCIDO FÓRMICO con un contenido > 85 % en peso de ácido
Materia líquida corrosiva inflamable (CF1)

Figura 50. Panel de señalización de transporte de ácido fórmico con un contenido ácido mayor al 85% en peso.
Fuente: <http://portalprevencion.lexnova.es/doctrinaadministrativa/PREVENCIÓN/25805/guia-tecnica-sobre-senalizacion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>

- Extintor contra incendios

El extintor es uno de los elementos de seguridad más importantes que deben incluirse en un área industrial. Éstos se eligen según los materiales inflamables del

ambiente en que serán ubicados; los hay de distintos tipos y tamaños:

Los tipos de fuego se dividen en tipos A, B, C y D; los cuales se describen en la siguiente tabla.





Clase	Descripción
	Originado por combustibles de sólidos ordinarios, como tejidos, papel, madera, caucho y plásticos
	Originado por líquidos inflamables y gases, como gasolina, aceites, grasas, pinturas, lacas y gases naturales o manufacturados.
	Originado por equipo eléctrico, como generadores y donde es importante que los agentes no sean conductores de electricidad
	Fuegos ocasionados por metales como Magnesio, Titanio, Sodio, Litio y Potasio.

Figura 51. Tipos de fuegos según su causa
Fuente: <http://www.kidde.com.mx/utcs/Templates/Pages/Template-66/0,8070,pageld%3D5351%26siteld%3D640,00.html>

Los tipos de extintores responden a estos tipos de fuego y sus combinaciones probables. Los más comunes son:

- Polvo Tipo ABC: Multipropósito con base en fosfato monoamónico.
- Polvo Tipo BC: Con base en bicarbonato de sodio siliconizado (BCS) o recubierto con esteroato (BCM)

- Polvo Tipo BC: Con base en bicarbonato de Potasio (PK)

La ubicación del extintor en el área industrial es clave para que pueda ser divisado y alcanzado con facilidad por cualquier persona. A continuación se presenta un diagrama con las medidas mínimas y máximas.

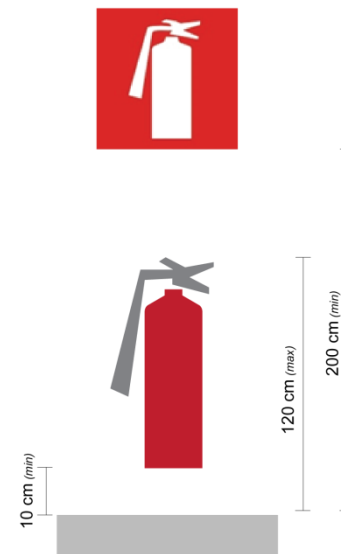


Figura 52. Diagrama de ubicación de extintor
Fuente: Realización propia

- Delimitación de maquinaria

La delimitación de áreas permite la identificación de áreas de trabajo, y trata de prevenir accidentes.

Un aspecto importante a tomar en cuenta, es la señalización de desniveles u obstáculos que impliquen algún riesgo de caída, como lo cita Piqué (2005): R.D. 486/1997, establece en su Anexo I, A).5; lo siguiente respecto a las vías de circulación.

Siempre que sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente señalizado.

MEDIO AMBIENTE Y PUESTO DE TRABAJO

En la industria existe una variedad de agentes físicos y ambientales que afectan directamente el trabajo de un operario, ya sea por su incidencia en el sistema nervioso, en la fatiga o simplemente porque disminuyen la productividad. En un ambiente de trabajo es clave tener bajo control los siguientes factores: ruido, vibración, temperatura, ventilación e iluminación.

El ruido

El ser humano es capaz de soportar cierta cantidad de ruido sin que tenga una incidencia negativa en el sistema

nervioso o auditivo. Para la medición de la potencia e intensidad del ruido se utiliza el decibel (dB) como unidad de medida, el cual expresa la relación entre dos magnitudes. Como referencia, se puede decir que cualquier sonido superior a 85dB, según el tiempo de exposición, puede causar pérdida auditiva. Por otro lado, cualquier exposición a 140 dB o más, causa daño inmediato e incluso dolor.

Otra característica del ruido es la frecuencia, que se refiere al número de períodos por segundo de la onda del sonido. Su unidad de medida es el Hertz (hz).

- Control del ruido

“El control del ruido se puede realizar en su origen, trayectoria y en el receptor. Eliminarlo en su origen es un problema técnico, de diseño de equipo, etc. Reducirlo en su trayectoria se consigue alejando al receptor, separándolo de su origen o poniendo un obstáculo entre el origen y él. Reducirlo en el receptor se consigue por aislamiento o regulando el tiempo de exposición.” (Dr. Ramírez Cavaza, 1992)

El estudio de la acústica es un factor necesario en ambientes industriales, ya que la maquinaria puede llegar a emitir una intensidad de 80–90 dB y su funcionamiento constante puede causar grandes daños auditivos. No se puede eliminar el ruido por completo, pero se puede disminuir y controlar por medio de distintos procedimientos.

Según el Dr. Ramírez Cavaza (1992), los procedimientos básicos que se pueden aplicar son los siguientes:

- a. La planificación de una organización adecuada que permita aislar los ruidos al máximo.
- b. Utilización de estructuras que impidan su propagación, mediante material absorbente en las paredes.
- c. Aislamiento de las máquinas.
- d. Aislamiento del ambiente.
- e. Protección del personal a base de tapones u otros elementos adecuados.

Con la aplicación de estas recomendaciones, se puede proceder a disminuir la vibración en el ambiente, la cual está directamente relacionada con las ondas que emiten

los sonidos y también puede ser nociva para los operarios.

Además, es importante que en el proyecto a realizar quede aislado el ruido lo más posible, pues la instalación será en un ambiente público, y es necesario evitar la incomodidad de los espectadores.

La temperatura

La temperatura es otro factor ambiental clave para el bienestar del trabajador, pues puede causar fatiga e incluso desorientación. Los efectos de la temperatura dependen también de la humedad del ambiente, la misma temperatura con distintos rangos de humedad puede causar una sensación de calor o sensación de confort.

Como se cita en el *Manual de Seguridad Industrial* por Ramírez Cavaza (1992), según Woodson y Conover en su *Guía de Ergonomía*:

- 10°C: agarrotamiento físico de las extremidades.
- 18°C: óptimo.
- 24°C: fatiga física.

- 30°C: pérdida de agilidad mental.
- 50°C: tolerables por una hora.
- 70°C: tolerables por media hora, sin actividad física o mental.

Ramírez afirma, que la temperatura se ve influenciada por la orientación y ubicación del edificio o nave industrial, la densidad de las máquinas (que despiden calor), y la ventilación.

Este apartado es muy importante tomarlo en cuenta, pues el lugar de instalación del proyecto es en un lugar de clima cálido (Escuintla), y esto, sumado al calor que generan los equipos de compresión puede superar los 40°C. A pesar de que la maquinaria opera de manera automática, el monitoreo y mantenimiento eventual lleva a los operarios a estar en el área por cortos períodos de tiempo, en los cuales deben ser muy eficientes.

La ventilación

Como se menciona anteriormente, la ventilación influye directamente en la temperatura del ambiente industrial, así como en la limpieza del aire circulatorio. Es importante que si se cuenta con maquinaria que despid

calor, se implemente ventilación forzada por ductos, de este modo, el aire caliente circula automáticamente fuera de la instalación.

Por otro lado, la ventilación natural se puede lograr por medio del estudio de la circulación del aire. De este modo, el diseño de las instalaciones cuenta con la capacidad de circular el aire, eliminando la acumulación de polvo, diluyendo vapores, y reduciendo calor excesivo.

La ventilación y los compresores de aire van siempre de la mano, pues el aire que se comprime proviene del ambiente que lo rodea, por lo que el flujo de aire debe ser mayor para que cumpla con la función de ventilación del área y con los requerimientos de la maquinaria.

Un ambiente industrial con el cumplimiento de los parámetros anteriormente mencionados, y la visualización óptima de todos los elementos en el mismo por medio de la iluminación ideal, puede evitar riesgos, incomodidades físicas para los trabajadores, fatiga, etc.

7. Materiales y procesos

Una de las tareas más importantes del diseñador industrial en el desarrollo de este proyecto es determinar los materiales que deberán ser utilizados para la estructura del cuarto de compresores. Para esto, es necesario tomar en cuenta tanto los requerimientos del sistema y la maquinaria, como la viabilidad de construcción y materiales disponibles en el país.

A continuación se encuentran fichas técnicas, las cuales contienen información general acerca de posibles materiales a utilizar en la producción del prototipo según lo investigado.

MATERIAL	Acero	
Descripción <p>Es un material producido por la aleación de hierro y carbono, en la que el carbono varía entre 0.3% y 1.75%. La adición de carbono mejora las propiedades físico-químicas del hierro. El acero se clasifica según el modo de fabricación, aleación, trabajo y aplicación.</p>		
		
<p><i>Imagen: Barras acero redondo</i> Fuente: http://www.apsaceros.com/productos</p> <p><i>Imagen: Varillas de acero</i> Fuente: http://www.apsaceros.com/productos</p> <p><i>Imagen: Estructura de acero</i> Fuente: http://www.arqhts.com/construccion/diseño-estructuras-acero.html</p>		
Propiedades <ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia a la tensión y tracción - Conductividad térmica media - Maleable - Densidad media de 7 850 kg/m - Se contrae, dilata o funde según la temperatura a la que sea sometido. 		Aplicaciones <ul style="list-style-type: none"> - Herramientas - Construcción - Equipos mecánicos - Maquinaria - Ind. automotriz, ferroviaria - etc.

Figura 53. Ficha técnica acero, realización propia

Fuentes consultadas:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>

<http://www.keytometals.com/page.aspx?ID=PropiedadesdelAcero&LN=ES>

<http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/10/propiedades-del-acero.html>

MATERIAL	Aluminio	
Descripción <p>Elemento químico metálico de símbolo Al. Este metal tiene un peso de 2.7 g/cm³ y se encuentra en la naturaleza en forma de minerales. Es el elemento metálico más abundante en la tierra. En su estado natural es blando, pero sus propiedades y resistencia pueden variar por medio de aleaciones.</p>		
		
<p><i>Imagen: Elemento aluminio</i> Fuente: http://quimicacobar.blogspot.com/2011/05/elemento-compuesto-y-mezcla.html</p> <p><i>Imagen: Perfiles de aluminio</i> Fuente: http://www.directindustry.es/prod/bishop-wisecarver/perfiles-aluminio-20033-100644.html</p> <p><i>Imagen: Láminas de aluminio</i> Fuente: http://www.obrasdiaspora.com/laminas-de-aluminio/</p>		
Presentaciones comerciales <ul style="list-style-type: none"> - Barras: redondas, cuadradas y hexagonales - Chapas: lisas, antideslizantes, reflectoras, etc. (0.5 - 10 mm de espesor) - Perfiles: estructurales e industriales - Tubos: variedad de diámetros entre 1 - 3 mm de espesor 		
Propiedades <ul style="list-style-type: none"> - Ligero - Resistente (según aleación) - Resistente a la corrosión - Excelente transmisor de electricidad - Buenas propiedades de reflexión - Impermeable - Inodoro e incoloro 		Aplicaciones <ul style="list-style-type: none"> - Construcción - Construcción industrial - Transporte - Electricidad - Herramientas - Hogar - Aplicaciones químicas

Figura 54. Ficha técnica aluminio, realización propia

Fuentes consultadas:

<http://www.asoc-aluminio.es/propiedadesAluminio.aspx>

<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/al.htm>

http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/2888_6550.pdf

MATERIAL		Espuma de poliuretano	
<p>Descripción</p> <p>Se genera a través de un proceso de polimerización de uretano. La espuma es una estructura celular sólida que se forma por medio de la mezcla de dos componentes: polioli e isocianato. Éstos generan una reacción exotérmica donde se libera dióxido de carbono, que actúa como agente de expansión y forma burbujas, aumentando el volumen de los componentes.</p>			
			
<p>Imagen extraída de: http://www.ecuapoliuretanos.com/?_escaped_fragment_=&funcionamiento/component_53793</p>			
<p>Tipos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Según el calor generado en la reacción: caliente o fría - Según su densidad, la cual puede oscilar entre 17 - 35 kg/m³ <ul style="list-style-type: none"> Alta densidad: superficie blanda Baja densidad: superficie firme 			
<p>Propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baja conductividad térmica - Estabilidad dimensional - Resistente a solventes, ácidos, gases - Combustible - Reduce transmisión del sonido - Amortigua vibraciones - Contenido de humedad menor al 5% 		<p>Aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Industria automotriz - Aislantes industriales - Refuerzo estructural - Transporte de alimentos - Construcción - Colchones, esponjas, etc. - Calzado 	

Figura 55. Ficha técnica espuma de poliuretano, realización propia
Fuentes consultadas: Jenatz, Harald (s.f.) Espuma de poliuretano. Guatemala.

MATERIAL		Pino tratado	
<p>Descripción</p> <p>Hace alusión a la madera de pino tratada con algún preservante, para evitar el ataque de hongos, insectos y bacterias que pueden disminuir su tiempo de vida. La aplicación de preservantes puede aumentar el tiempo de vida del pino hasta 20 - 50 años. Es común el uso del preservante químico CCA (cromo - cobre-arsénico), el cual le puede dar un tono verdoso a la madera.</p>			
			
<p>Imagen: Tabla pino tratado Fuente: http://www.maderasplanes.com/productos/jardineria/madera_autoclave/pino_cepillado.htm/attachment/autoclave_respo4_26x125</p> <p>Imagen: Cerca pino tratado Fuente: http://bricolaje.facilissimo.com/pintura%20color%20bronce%4</p> <p>Imagen: Poste pino tratado Fuente: http://www.semahn.com/construccion/nuestros-productos/postes/</p>			
<p>Propiedades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistente ante hongos, plagas y bacterias - Dureza media - Alta resistencia a humedad e intemperie - Se puede aserrar (al igual que la madera no tratada) 		<p>Aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobiliario - Construcción - Industria ferroviaria - Postes eléctricos - Molduras - Puertas -Páneles, etc. 	

Figura 56. Ficha técnica madera tratada, realización propia
Fuentes consultadas:
Jenatz, Harald (s.f.) Madera, tratamientos. Guatemala.
<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/2429/2031>
http://www.gremialforestal.com/empresas_maderap.php


MATERIAL	Policarbonato	
Descripción <p>El policarbonato (PC) es un polímero termoplástico que se obtiene por medio de la reacción entre bisfenol A y fosgeno. Se caracteriza por su transparencia óptica y su alta resistencia, similar a la del acero. El policarbonato se comercializa en distintas presentaciones, como materia prima, láminas, celular o películas, y su nombre varía según la marca que lo elabora. Algunos de los nombres más conocidos son: Lexan, Macrolon, Marlon, Exatec-500, etc.</p>		
 <p>Imagen: PC Lexan Fuente: http://resopal.com/Viscom/producto/plancha-policarbonato-lexan-9030-incol5c94.html?collect-ion=planchas-policarbonato-compacto-lexan-9030</p> <p>Imagen: Cobertura de policarbonato Fuente: http://www.archiexpo.es/prod/pol-yplu-plast</p> <p>Imagen: Gafas de seguridad de policarbonato Fuente: http://www.yokointernational.com/GAFAS-DE-SEGURIDAD-CON-LENTES-DE-POLICARBONATO-Ref-369</p>		
Propiedades <ul style="list-style-type: none"> - Excelente estabilidad dimensional - Buenas propiedades dieléctricas (hasta 125°C) - Resistente a ácidos orgánicos e inorgánicos - Óptima resistencia ante radiaciones UV - Densidad de 1.2 g/cm³ - Muy resistente 	Aplicaciones <ul style="list-style-type: none"> - Construcción - Industria automotriz - Envases - Almacenamiento óptico - Informática - Electrónica 	

Figura 57. Ficha técnica policarbonato, realización propia
Fuentes consultadas:
Harald Jenatz
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PC/Propiedades.htm>

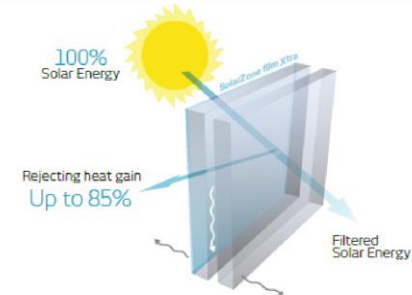
MATERIAL	Hanita Coating: 6mil Clear Xtra
Descripción <p>Laminado de poliéster que protege la superficie adyacente, siendo ésta de vidrio o policarbonato. Brinda protección contra rayones y pintura, y aumenta la resistencia al quiebre del mismo. Además rechaza un gran porcentaje de rayos UV, sin dejar de ser transparente.</p>	
 <p>Imagen: Película de seguridad Xtra Fuente: https://www.noesisenergy.com/site/community-blog/why-hanita</p>	
Propiedades <ul style="list-style-type: none"> - Transmisión de luz: 83% - Rechazo de rayos UV: 99% - Reflexión de luz: 11% - Coeficiente de sombra: 0.92 - Fuerza de tensión al quiebre: 28 500 psi - Elongación al quiebre: 150% 	

Figura 58. Ficha técnica película de seguridad, realización propia
Fuentes consultadas:
Multi Servicios Diariv S.A.
http://www.hanitacoatings.com/ProES/safety_products.asp

IV. CONCEPTUALIZACIÓN

1. Planteamiento del Problema

Los compresores y productos Kaeser abarcan una gran variedad de opciones que responden a distintas capacidades, necesidades y requerimientos. Esta empresa se encuentra en constante crecimiento, y su sede distribuidora en Guatemala desea aprovechar la tecnología y experiencia de la empresa a nivel internacional. Por esta razón, se quieren desarrollar nuevas soluciones que posicionen Kaeser por encima de la competencia, ofreciéndoles a los clientes un mejor servicio.

El motivo de buscar una alternativa a las salas de compresores como se realizan actualmente es que solucione la falta de espacio físico para la instalación de una sala de alta capacidad. La opción para satisfacer a nuevos clientes responde a esto por medio del alquiler de cuartos de compresores pre instalados con equipos adaptados a las demandas específicas de cada cliente, que además pueda ser movilizada por vía terrestre e instalada fácilmente en los lugares donde sea necesaria.

El desarrollo de estos cuartos de compresores abarca muchos detalles que involucran a distintos expertos en el ámbito ingenieril. Sin embargo, el diseño del cuarto de compresores para que funcione como una exhibición, así como los materiales con que se debe construir, la interacción con los usuarios, la instalación en el destino y la adaptabilidad de todo esto con la maquinaria que se instalará, abarca otro ámbito fuera de la ingeniería. La acción del diseñador industrial como disciplina integradora se vuelve vital para solucionar tanto aspectos técnicos y de infraestructura, por medio de la investigación de materiales y procesos, como para lograr un diseño del cuarto coherente con la imagen institucional de la empresa y que juegue con la funcionalidad del cuarto de compresores.

Gracias a la interdisciplinaridad aplicada en el proyecto, fue más fácil llegar a un modelo de solución, ya que se logró integrar información técnica con el diseño gracias a la comunicación del equipo.

Cabe mencionar, que el proyecto piloto cuenta con requerimientos propios más específicos, y el desarrollo de este proyecto será la base para replicarlo en distintas situaciones en un futuro.

1.1 ENUNCIADO

¿Cómo por medio del Diseño Industrial y la integración de disciplinas, se puede desarrollar una sala de compresores Kaeser transportable por vía terrestre y que se pueda instalar en un área determinada en el Autódromo Pedro Cofiño, tomando en cuenta la instalación y funcionalidad de los equipos necesarios, y que además dé a conocer el nuevo servicio?

1.2 VARIABLES

Independiente

- Diseño de cuarto de compresores transportable.

Dependientes

- Fácil instalación
- Imagen corporativa de la empresa

- Exhibición de los equipos y su funcionamiento
- Integración interdisciplinaria

Constantes

- Compresores Kaeser

1.3 OBJETIVOS

General

- Crear una sala de compresores, ofreciendo una nueva y más económica opción para empresas guatemaltecas.

Específicos

- Establecer un diseño y producción de infraestructura de las salas de compresores, que sea replicable y acoplable a distintas capacidades y maquinarias.
- Crear un nuevo nicho en el mercado para Kaeser Compresores, y mantenerse a la vanguardia, liderando el mismo.

- Proponer a un proceso de producción de las salas de compresores, que se acople a empresas y materiales guatemaltecos para su fabricación.
- Cumplir con parámetros de calidad por los que se caracteriza la empresa.
- Realizar el proyecto piloto explotando su capacidad de exhibición y fines publicitarios.
- Lograr todo lo anteriormente mencionado, integrando todos los requerimientos que abarca cada disciplina que se involucra en el desarrollo.

1.4 REQUERIMIENTOS Y PARÁMETROS

Uso

- La estructura debe ser transportable vía terrestre.
- Debe resistir la instalación en la intemperie, a temperaturas entre 15 y 32° C.

Formales

- El cuarto de compresores debe caber en un espacio de 6 x 3.3 x 2.7 m para el caso específico del Autódromo Pedro Cofiño
- La longitud máxima del cuarto y el cabezal al ser transportado no debe exceder los 12 metros.
- El techo debe evitar la filtración del agua al interior.
- La ventilación natural debe incluir un filtro para evitar la entrada de polvo al cuarto.
- Todo el sistema de aire comprimido debe ser instalado en una estructura de furgón de 20'.
- La distribución de la maquinaria y la manera en que funciona el sistema de aire, deben coincidir con el plano P+I proporcionado por Kaeser.
- Es necesario que la instalación esté como mínimo a 30 cm del suelo debido a las inundaciones por lluvia.
- La rotulación e indicadores del cuarto deben cumplir con estándares de seguridad industrial, mostrando el equipo que debe ser utilizado dentro

del cuarto, la ubicación del extinguidor, la salida, etc.

Funcionales

- Se debe utilizar iluminación fría de más de 300 lúmens, de manera que facilite el trabajo de los operarios en su interior.
- Se debe asegurar al máximo la estructura para evitar el robo de la maquinaria cuando no haya espectadores en el Autódromo por medio de persianas para la protección de las partes vulnerables como el policarbonato.
- Es necesario incluir un extintor de polvo químico ABC de un mínimo de 6kg, a una altura máxima de 120 cm sobre el suelo, con su respectiva señalización.
- La estructura debe ser transportable en un cabezal, y desmontable del mismo para poder instalarla en su destino.

Tecnológicos

- La estructura asegurar su resistencia al momento de ser transportada.
- Se debe incluir un aislamiento en las paredes para que en el exterior no haya un ruido mayor a 60dB a causa de los equipos.
- Se debe incluir ventilación natural y forzada para evitar una temperatura mayor a 40°C dentro del cuarto.
- La producción del prototipo debe ser posible en la empresa Transam de Guatemala.

Estéticos

- El diseño del cuarto debe dejar visible la maquinaria del interior por medio de una pared de policarbonato, de manera que funcione como un showroom.
- El acabado o pintura exterior evitar la corrosión o deterioro.

- Tanto el diseño exterior como interior, deben cumplir con la imagen corporativa de Kaeser Compresores, por medio de la utilización de los colores amarillo, negro, gris y blanco.

Ergonómicos

- La distribución de los equipos debe cumplir con las fichas técnicas de Kaeser, y coincidir con las medidas antropométricas de los operarios.

1.5 CONCEPTO DE DISEÑO

Previo a la definición del concepto de diseño se realizaron algunas técnicas creativas que ayudaron a concretar el camino que se debía tomar para llegar a una solución, tomando en cuenta todos los elementos involucrados en el proyecto.

1.6 TÉCNICAS CREATIVAS

Product Design Canvas

Como primera técnica creativa se utilizó el Product Design Canvas, por medio de la cual se logra depurar la información del Brief de Diseño y de la investigación, dejando únicamente los puntos más importantes a tomar en cuenta.

Esta técnica permite ordenar el problema, dividiéndolo en preguntas básicas: ¿dónde?, ¿qué?, ¿por qué?, ¿para quién? y ¿cómo?

Estas preguntas, desarrolladas en ese orden, nos guían a través del problema yendo de lo general a lo específico. La respuesta a cada pregunta es una parte de la solución que se busca, hasta que llega al ¿cómo?; que

es la primera vez que se piensa la manera en que se solucionarán todos los puntos anteriormente mencionados como un conjunto.

La estructura, tomando en cuenta lo investigado acerca de contenedores y furgones, se dividió en:

- Estructura interna
- Forro
- Recubrimiento
- Suelo
- Exhibición

Los elementos o partes necesarias para el proyecto, teniendo en mente un sistema de aire comprimido como finalidad, son:

- Maquinaria
- Ventanas
- Puertas
- Ductos
- Drenajes
- Tuberías
- Instalación eléctrica

Éstos van de la mano de los requerimientos principales, que se dieron a conocer en el capítulo de seguridad industrial:

- Calor
- Ruido
- Iluminación
- Vibración
- Visibilidad
- Ergonomía
- Limpieza



Figura 59. Product Design Canvas
Fuente: Realización propia.

Brainstorming

El brainstorming o lluvia de ideas tiene la finalidad de plasmar todas las ideas que se vengan en mente acerca del tema propuesto. Estas ideas no tienen que ser necesariamente lógicas, ni deben girar alrededor de un solo ámbito; la finalidad es que se plasme todo lo posible para luego adaptarlo al contexto del problema de manera lógica.

En el caso de este proyecto, se tomaron texturas, palabras e imágenes, teniendo en cuenta los posibles materiales, analogías, publicidad, usuarios, etc. Y de esta manera se fue orientando la solución.

Esta técnica se utilizó paralelamente con otra, llamada SCAMPER, que también da pie a la creatividad y a ideas que pueden llegar a funcionar a pesar de parecer ilógicas en un principio.



Figura 60. Brainstorming
Fuente: Realización propia

SCAMPER

Se trata de una lista de preguntas que estimulan la generación de ideas creativas. Cada letra de la palabra “SCAMPER” hace referencia a un tipo de pregunta teniendo en mente el problema:

- S: Sustituir
- C: Combinar
- A: Adaptar
- M: Modificar
- P: Para otros usos
- E: Eliminar o reducir al mínimo
- R: Reordenar

La utilización de esta técnica divergente se enfocó más en el hecho publicitario del proyecto en desarrollo, pues el área de materiales, procesos y modo de producción, se resuelve mediante la investigación de los mismos y la capacidad productiva del subcontratista.



Figura 61. SCAMPER
Fuente: Realización propia

Por medio de esta técnica se lograron definir ciertos aspectos, que aunque no llegan a una solución específica, ayudaron a eliminar elementos no tan necesarios.

Cada pregunta realizada en cada letra tiene cada vez más sentido y llega a una idea aplicable al proyecto, a continuación se muestran ejemplos.

S: ¿Si no se instalara en el autódromo, qué cambiaría?

C: ¿Cómo se puede hacer una relación entre aire comprimido y automovilismo?

A: ¿Cómo hacer para que cualquier persona entienda su funcionamiento?

M: ¿Cómo hacer publicidad sin palabras?

P: ¿Cómo enseñar otros productos de la empresa que no se utilizan en este proyecto?

E: ¿Cuál sería la característica representativa de Kaeser si no se pudieran utilizar colores?

R: ¿Cómo se aleja a las personas de un área? (el contrario de esto ayudaría a que se acercaran)

CONCEPTO - conclusión

Los cuartos de compresores Kaeser se caracterizan por la disposición de los equipos y la manera en que se integran para formar un sistema. El diseño de los compresores refleja la imagen corporativa de la empresa utilizando los colores característicos, siendo éstos gris y amarillo.

La utilización de dichos colores, integrados con los materiales que se utilizan en el cuarto como aluminio y hierro en sus colores naturales denotan una imagen muy industrial, que se vuelve característica.

Esta imagen industrial se vuelve el punto clave para la diferenciación del cuarto de compresores ante otras marcas, y se convierte entonces en el concepto utilizado para el diseño de este proyecto específico.

1.7 MOODBOARD

Figura 62. Moodboard
Fuente: Realización propia



1.8 PRODUCT DESIGN CANVAS

PRODUCT DESIGN CANVAS

Figura 63. Product Design Canvas
Fuente: Realización propia

QUIEN TE APOYA (ALIADOS CLAVE)	QUE HACES (ACTIVIDADES CLAVE)	CUÁL ES TU PROPUESTA (VALOR SUMINISTRADO)	CÓMO INTERACTÚAS (RELAIONES CON CLIENTES)	A QUIENES DIRIGES TU PROPUESTA (CLIENTES)
<p>- Kaeser Compresores</p> <p>Con profesionales en la maquinaria y sus requerimientos.</p> <p>- Universidad Rafael Landívar</p> <p>Con asesores y profesionales que me pueden apoyar en otras áreas de integración</p>	<p>- Convertir necesidades en algo tangible y en la solución adecuada.</p> <p>- Integrar disciplinas y conocimientos (ingeniería, aire comprimido, maquinaria, materiales y procesos, marketing, etc.)</p> <hr/> <p>QUIÉN ERES Y CUALES SON TUS FORTALEZAS (RECURSOS CLAVE)</p> <p>- Como Diseñadora Industrial tengo conocimiento de:</p> <p>Antropometría, funcionalidad, materiales y procesos, valor de la imagen de un producto, etc.</p> <p>Capacidad de integración de esas fortalezas en un área distinta.</p>	<p>- Opción transportable de sistemas de aire comprimido como solución temporal o permanente.</p> <p>- Adaptación de dicha solución a factores limitantes y requerimientos de Guatemala.</p> <p>- Crear una versión estandarizada de la solución para que pueda ser replicable para cualquier empresa que la solicite.</p>	<p>- Contacto en Kaeser Compresores.</p> <p>- Kaeser interactúa con clientes de manera personalizada según la necesidad.</p> <hr/> <p>CÓMO TE "CONOCEN" CÓMO "SUMINISTRAS" (CANALES)</p> <p>- Proyecto piloto para el Autódromo Pedro Cofiño.</p> <p>- Estrategia publicitaria BTL, en la que se muestra el producto en funcionamiento.</p> <p>- Publicidad de boca en boca.</p>	<p>- Directo:</p> <p>Autódromo Pedro Cofiño Corredores y Racing Teams</p> <p>- Potenciales:</p> <p>Espectadores. Otras empresas que pueden relacionarse con la necesidad.</p>
<p>QUE "ENTREGAS" ECONÓMICAMENTE (COSTOS)</p> <p>- Diseño de espacio eficiente para su finalidad: el funcionamiento correcto de los compresores, evitando bajas y previniendo situaciones no deseadas</p> <p>- Materiales, flujo de aire, imagen, etc.</p>		<p>QUÉ ES LO QUE "OBTIENES" (INGRESOS Y BENEFICIOS)</p> <p>- Conocimiento de funcionamiento de maquinaria.</p> <p>- Adaptación de maquinaria a nuevos procesos y soluciones.</p> <p>- Conocimiento de antropometría, seguridad industrial, desarrollo de productos para la industria, marketing, etc.</p>		

2. Bocetaje

Posterior a la definición de los elementos necesarios en la sala de compresores y la especificación de un concepto y un estilo de diseño específico, es acertado continuar con la etapa de generación de ideas y bocetaje.

El proceso de bocetaje se desarrolló de manera progresiva, definiendo primero los elementos obligatoriamente invariables del cuarto de compresores, continuando con elementos importantes y finalizando con detalles.

Los elementos invariables son aquellos que se definen debido a normas ISO, elementos preestablecidos por la empresa o aquellos que son una necesidad de tipo ingenieril o de logística. Una vez sean elegidos estos elementos, el resto del diseño gira en torno a ellos.

El elemento de protección frontal, es decir, el lado con visibilidad hacia adentro, es uno de los más importantes; pues es la parte más vulnerable del cuarto de compresores. Es importante que los equipos instalados

adentro se mantengan seguros cuando no se estén utilizando. Habiendo dicho esto, la mejor solución para esto, es aquella que mantenga el cuarto más seguro; tomando en cuenta siempre la manera en que se verá el cuarto y que su uso sea sencillo para poder abrirlo y cerrarlo cuando sea necesario. Esta parte del proyecto también es determinante para continuar con el diseño.

Los detalles también son de mucha importancia, sin embargo, estos se pueden adaptar a los elementos previamente mencionados, y su diseño puede variar.

2.1 Creación de propuestas

ELEMENTOS INVARIABLES

Figura 64. Bocetaje 1
Fuente: Realización propia

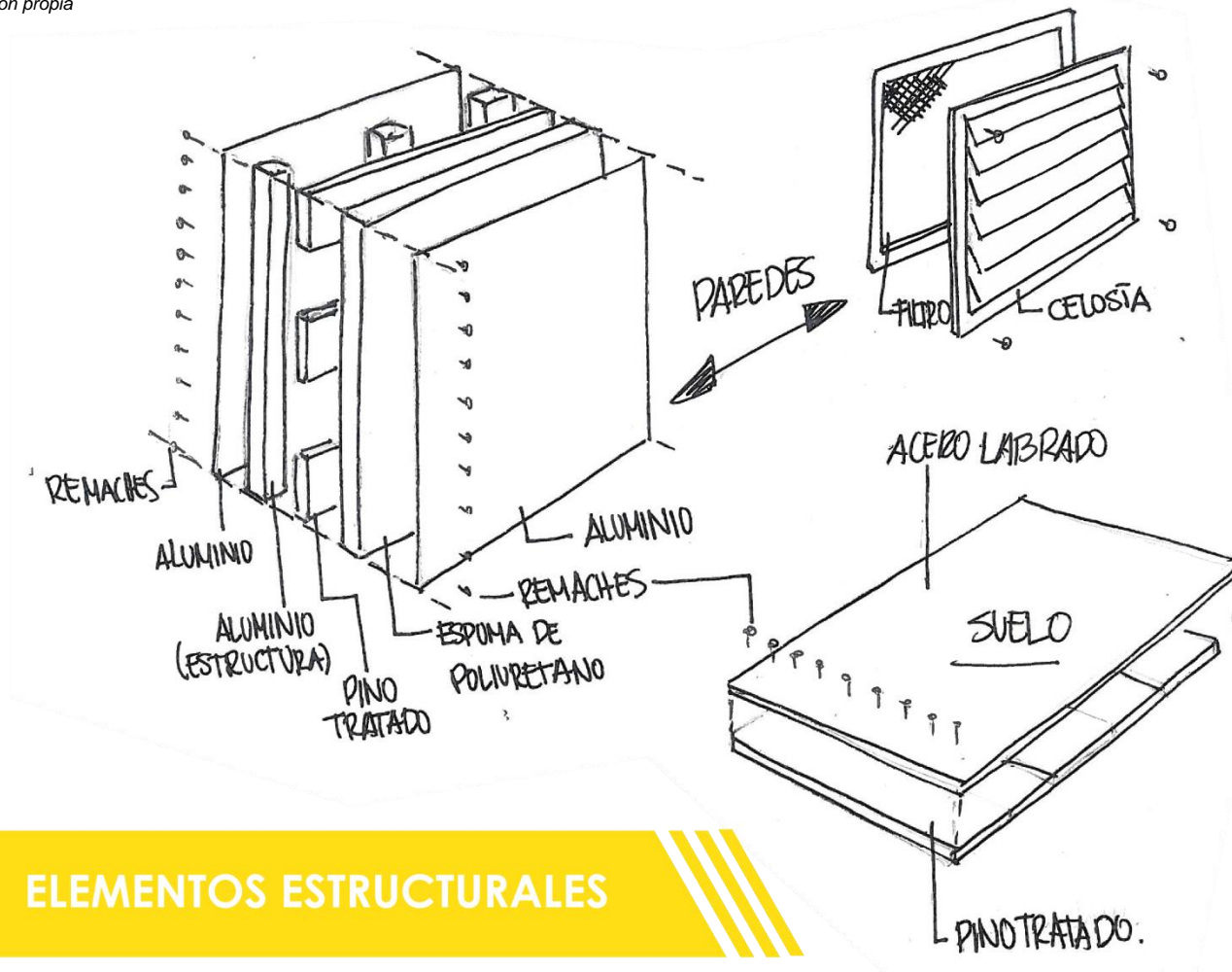
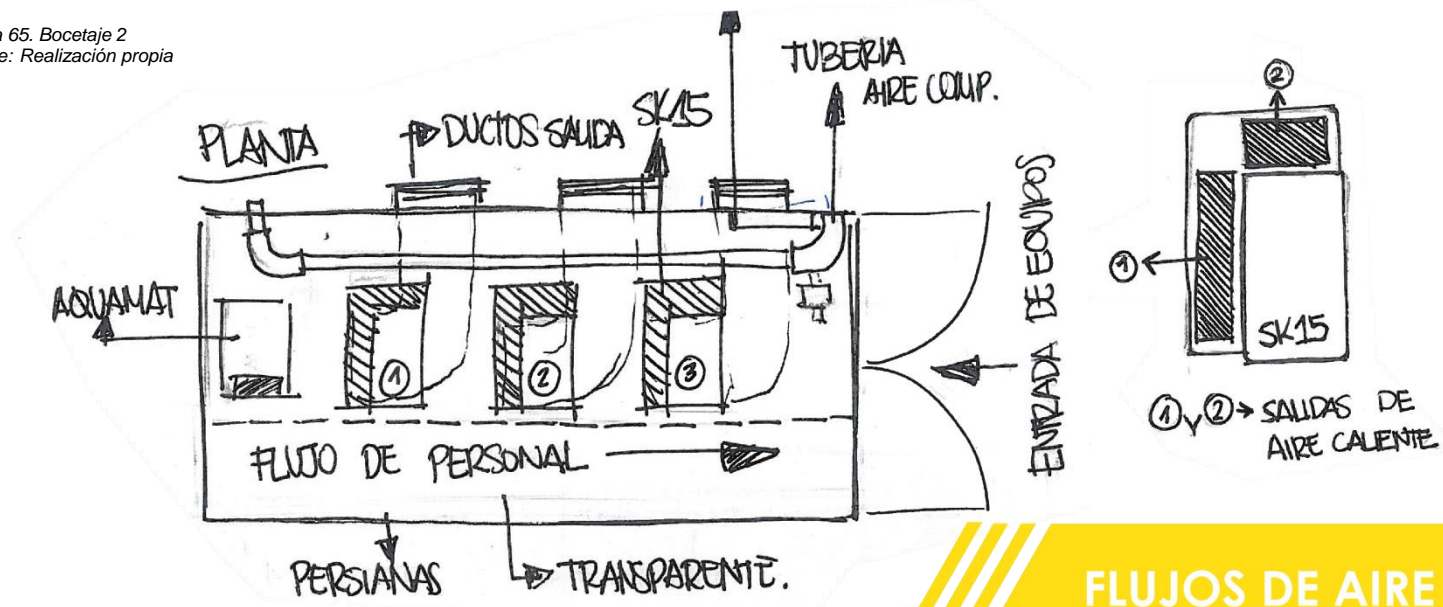
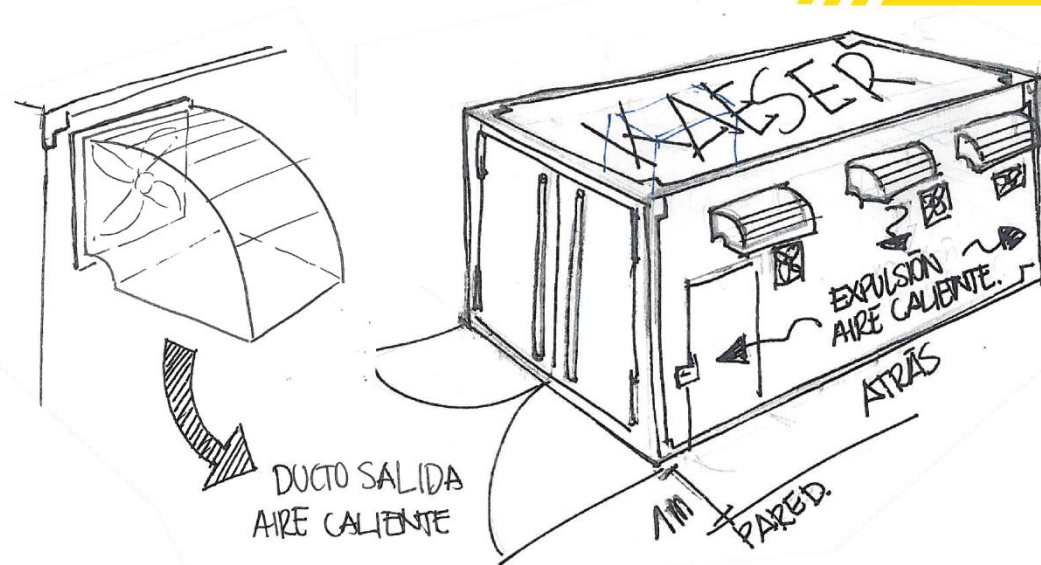


Figura 65. Bocetaje 2
Fuente: Realización propia



FLUJOS DE AIRE



DESARROLLO DE PROPUESTA – elementos internos

Los elementos colocados en el interior son determinados por Kaeser Compresores, según las necesidades de aire comprimido y capacidades de los equipos.

La distribución de todos los elementos se acoplan a normas ISO alemanas y respetan las medidas antropométricas anteriormente mencionadas.

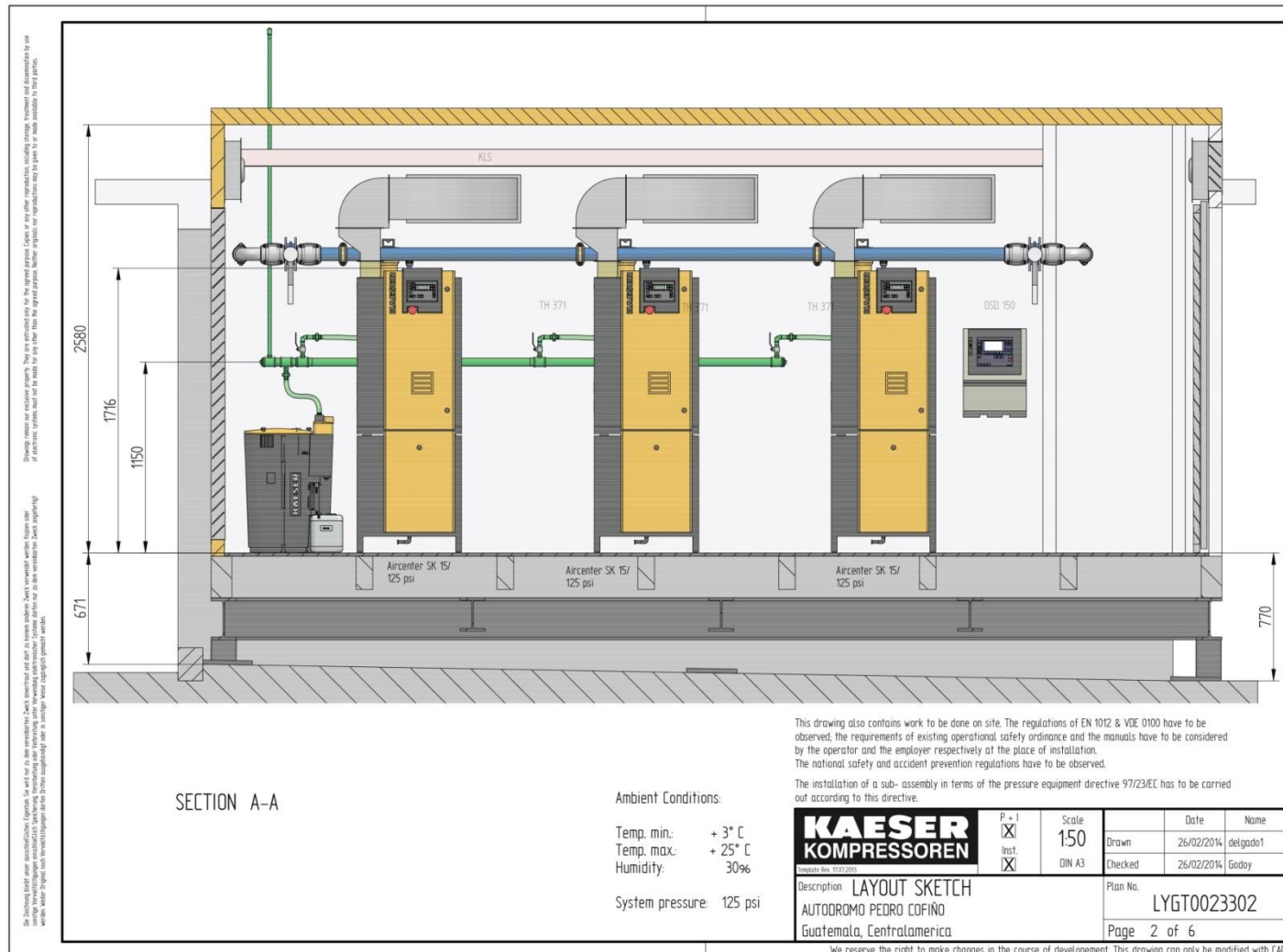
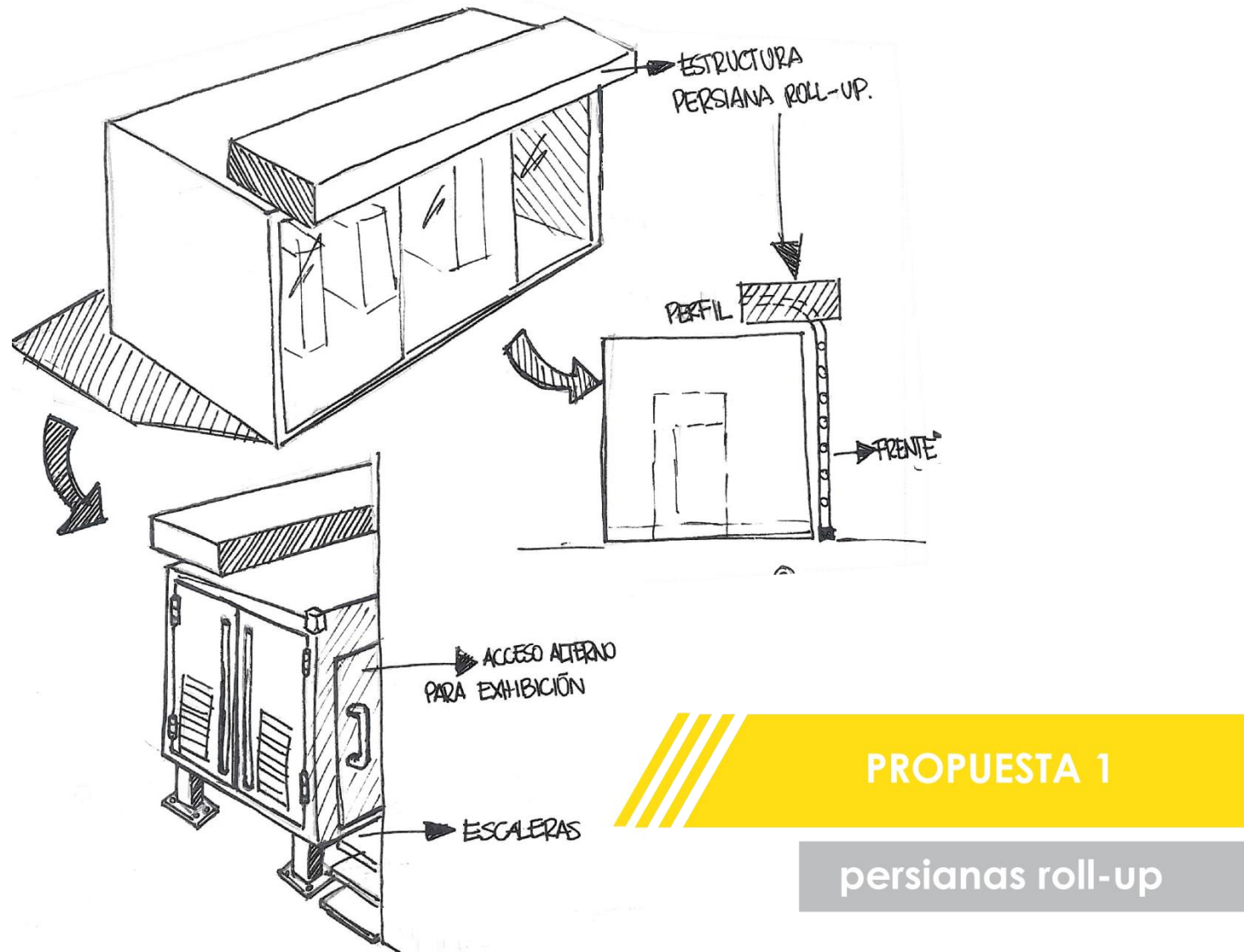


Figura 66. Elementos internos
 Fuente: Kaeser Compresores

CREACIÓN DE PROPUESTAS PROTECCIÓN FRONTAL

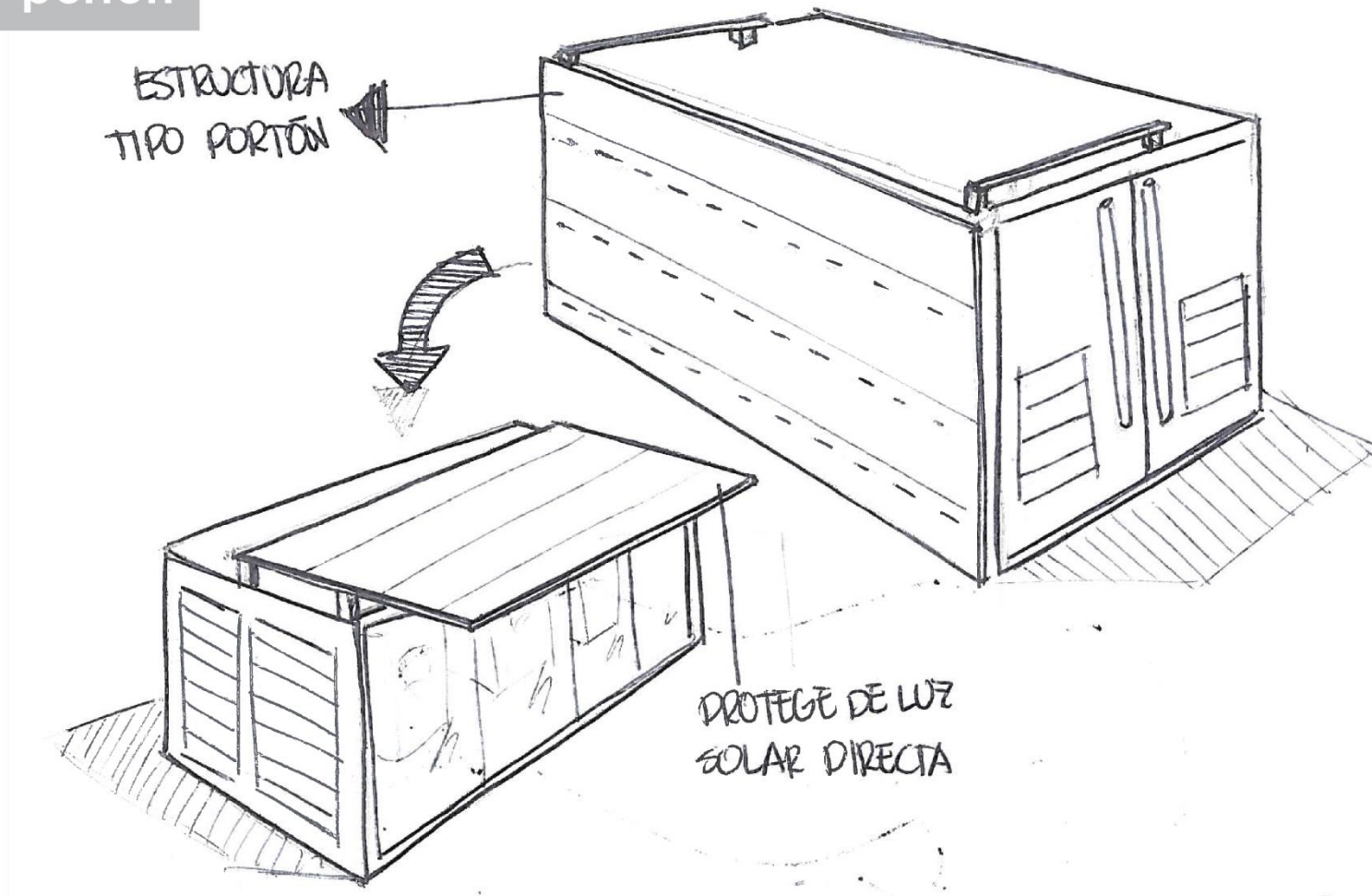
Figura 67. Protección frontal
Fuente: Kaeser Compresores



PROPUESTA 2

portón

Figura 68. Protección frontal
Fuente: Kaeser Compresores



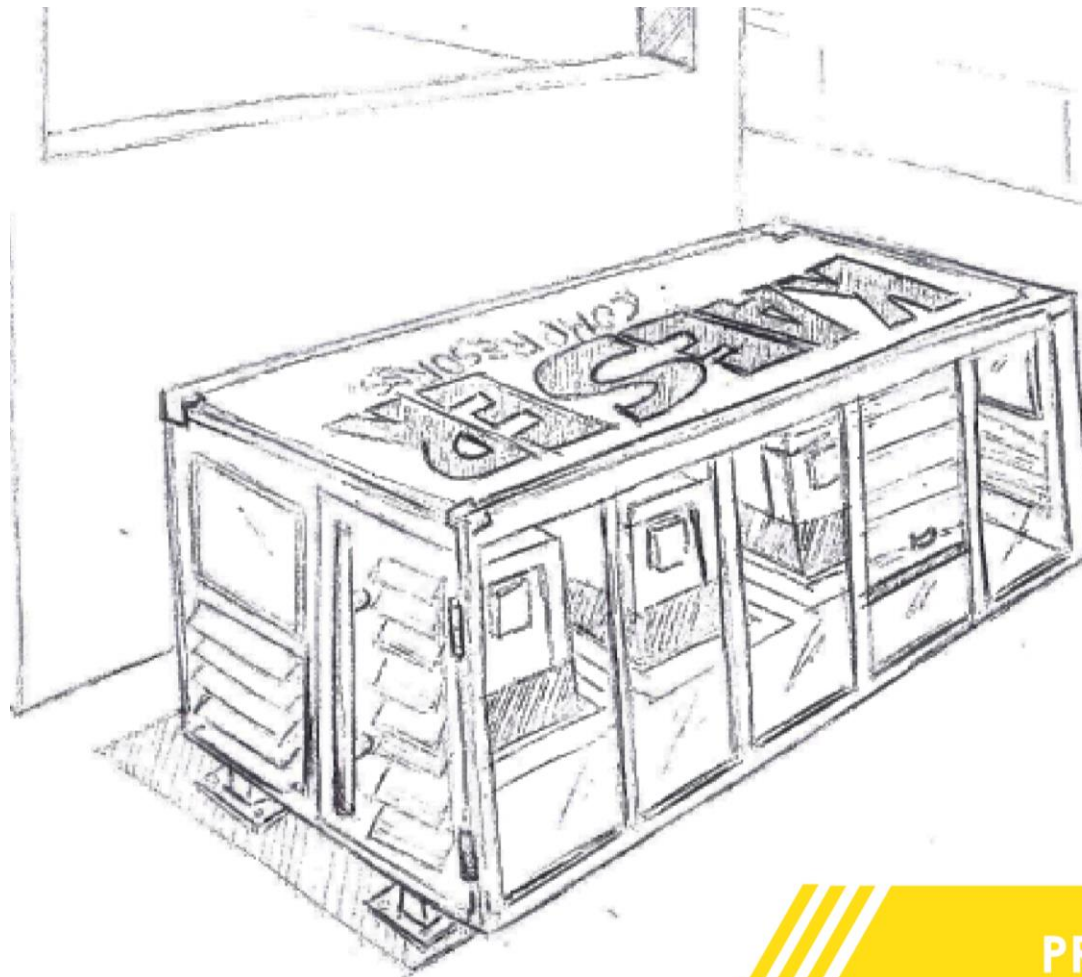


Figura 69. Protección frontal
Fuente: Kaeser Compresores

PROPUESTA 3

persianas

a. Evaluación PIN

PROTECCIÓN FRONTAL

La manera en que se protegerá el cuarto cuando no esté en uso, es uno de los elementos más limitantes del diseño, pues de esto depende la estructura del furgón y la posibilidad de exhibir un lateral completo. Teniendo 3 posibilidades, se analizaron para elegir la más funcional y sencilla en cuanto a uso y fabricación.

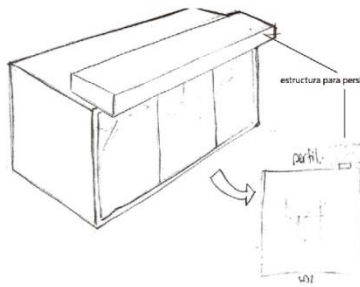
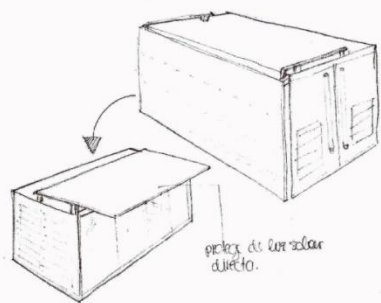
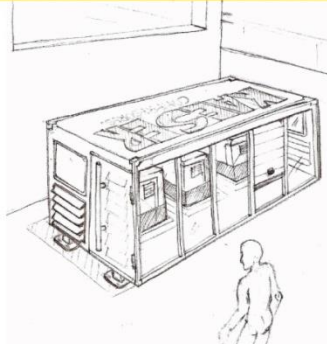
	1	2	3
Opción			
Positivo	<p>El elemento colocado sobre la estructura ayuda a que el sol no pegue tan directamente sobre los compresores.</p>	<p>La luz no pega directamente sobre los compresores gracias a que queda como voladizo. La instalación es sencilla.</p>	<p>El riel es interno, por lo que hay más limpieza visual. Mayor seguridad.</p>
Negativo	<p>Es necesario reforzar la estructura del contenedor debido al peso. La persiana es inestable y no tan segura.</p>	<p>Es necesario reforzar la estructura debido al peso. Puede ser peligroso bajarla, pues cae de repente.</p>	<p>No pueden ser tan anchas porque pierden estabilidad, por lo que es necesario colocar varias para cubrir toda el área.</p>
Interesante	<p>Se acopla una solución utilizada en otras aplicaciones, como persianas de locales, etc. por lo que no es tan difícil de realizarse.</p>	<p>Es una buena opción para controlar los rayos solares directos, pues según su ubicación se podría sacar más el voladizo.</p>	<p>Es un producto existente fabricado en Guatemala especialmente para furgones, por lo que es sencillo y seguro que funcione como debe.</p>

Figura 70. Tabla evaluación PIN protección frontal
Fuente: Kaeser Compresores

2.3 Matriz de evaluación

PROTECCIÓN FRONTAL

Habiendo analizado los elementos interesantes de cada propuesta, se hizo una evaluación cuantitativa para determinar la opción elegida, para así poder continuar con el resto del diseño del cuarto.

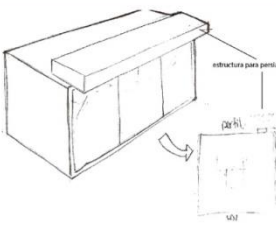
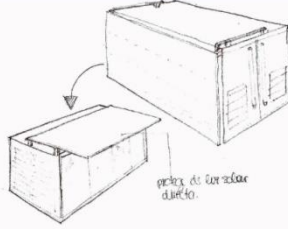
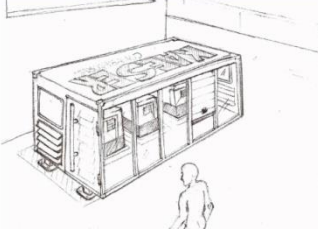
Requerimiento	Opción 1	Opción 2	Opción 3
			
Facilidad de producción	2	3	4
Facilidad de uso	3	2	5
Seguridad	2	3	4
Capacidad de reproducción	3	4	5
TOTAL	10	12	18

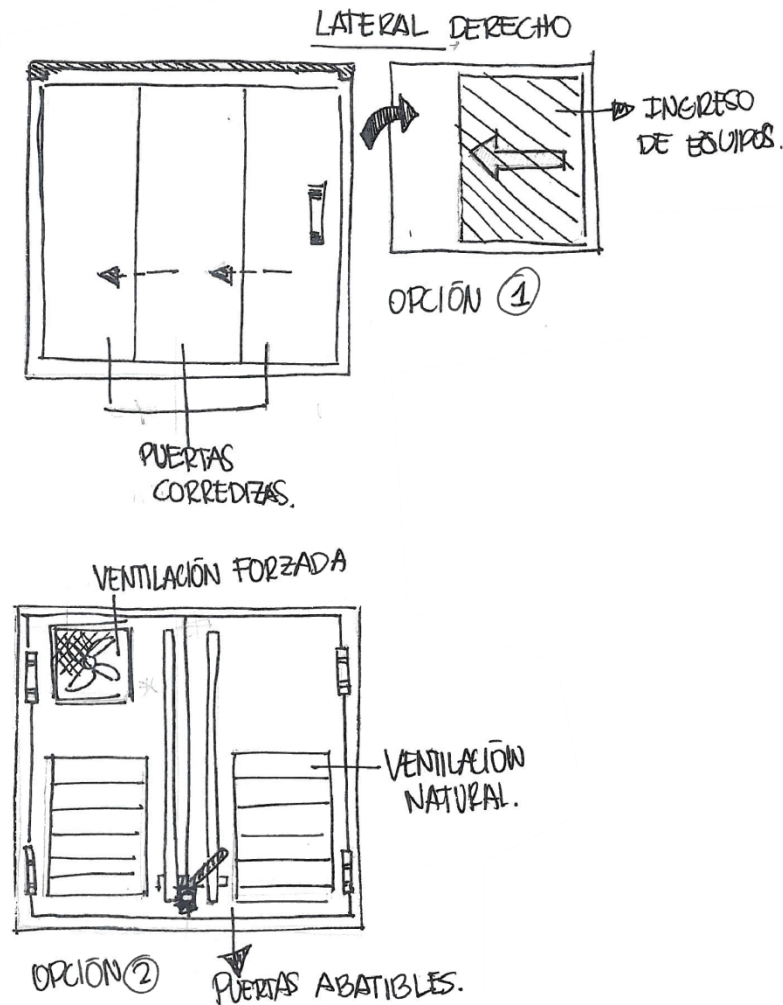
Figura 71. Matriz de evaluación protección frontal
Fuente: Kaeser Compresores

Se eligió la tercera opción, debido a que se adapta bien a los requerimientos mencionados. Como punto más importante está la seguridad que ofrece tanto al material traslúcido como al cuarto en sí.

Gracias a que contiene rieles instalados del lado interno del cuarto, no molesta visualmente y permite que las persianas suben y bajen fácilmente, asegurándolas con candados en la parte inferior cuando estén cerradas.

2.4 Desarrollo de Propuesta – detalles laterales

DETALLES LATERAL DERECHO



opción 1

opción 2

Del lado derecho se hará el ingreso tanto de maquinarias como de personal y visitantes. Se elimina la posibilidad de una puerta corrediza debido a que ésta no permite elementos de ventilación ni recubrimiento aislante de calor. Las puertas serán abatibles estándar.

Figura 72. Bocetaje laterales 1
Fuente: Kaeser Compresores

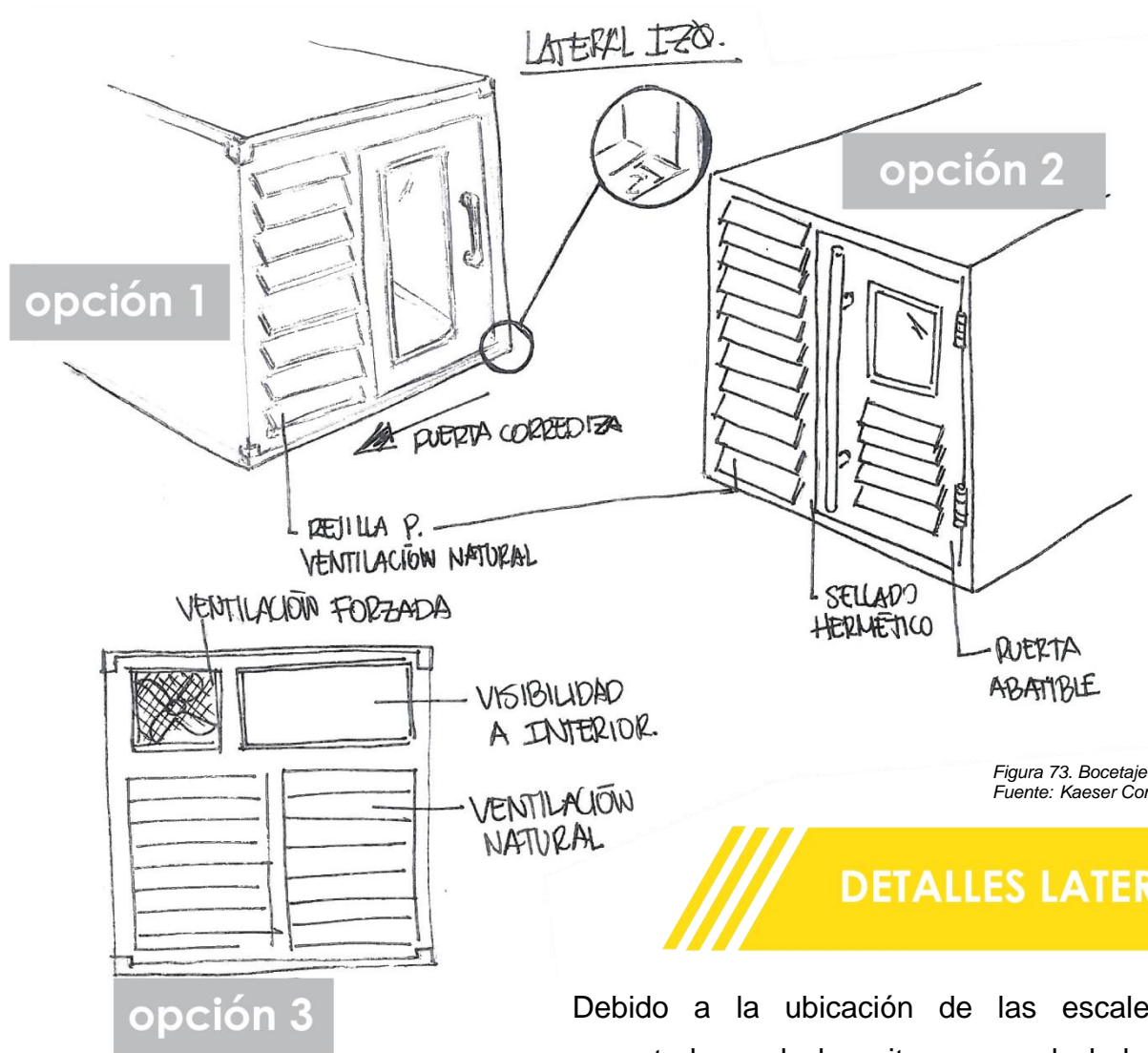


Figura 73. Bocetaje laterales 2
Fuente: Kaeser Compresores

Debido a la ubicación de las escaleras para subir al área de espectadores de los pits, no puede haber un ingreso alternativo del lado izquierdo, por lo que se aprovecha este lado para elementos de ventilación natural.

2.4 Desarrollo de Propuesta - Detalles

La iluminación es importante porque debe cumplir con las normas industriales, debe estar instalada de manera segura, y tomar en cuenta que las persianas tapan el techo cuando se abren. Es por eso que el mejor lugar para instalarlas es sobre el riel donde corren las persianas. Se consideraron varias opciones de iluminación que se adaptaran tanto a la necesidad del cuarto, como a la opción donde instalarla.

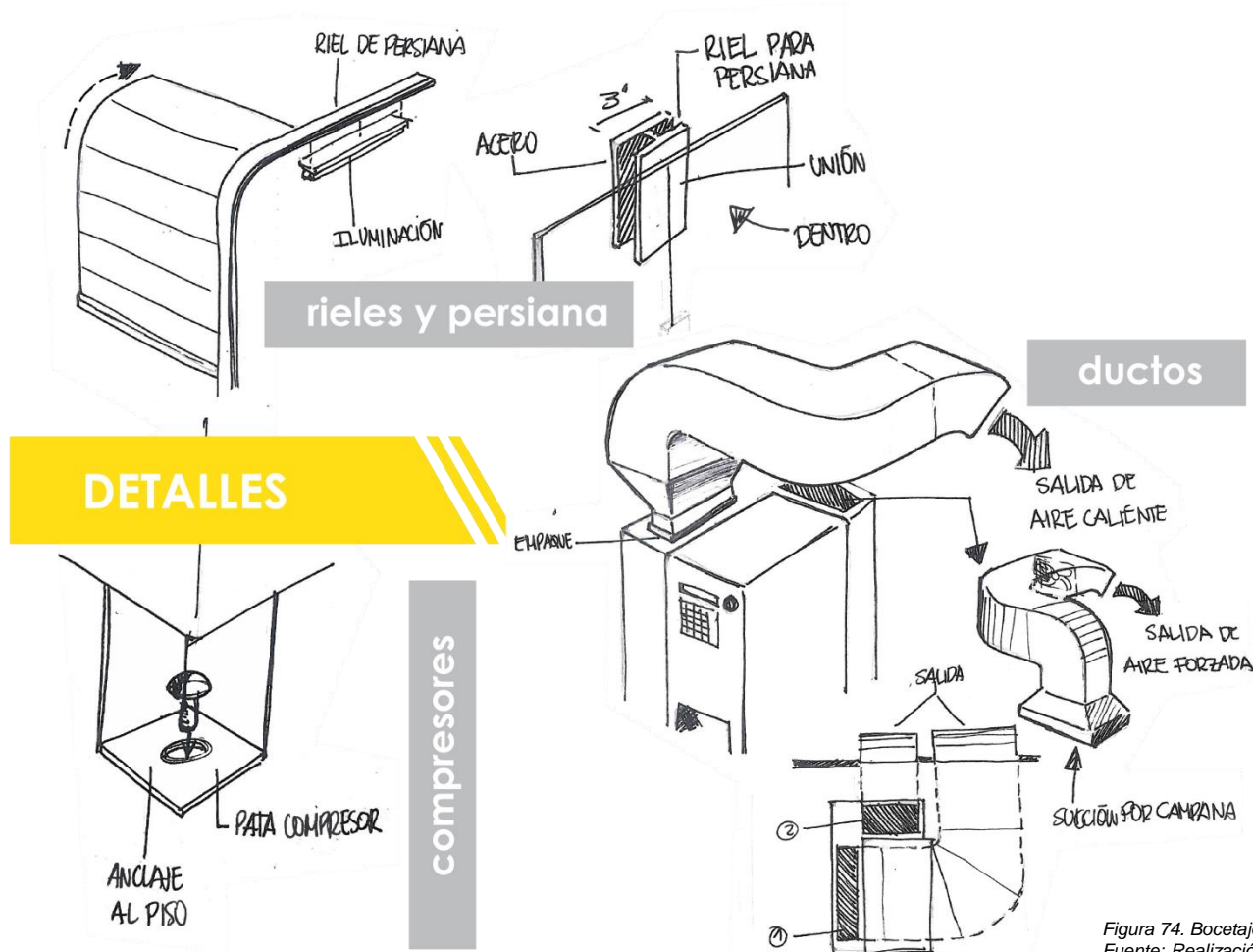
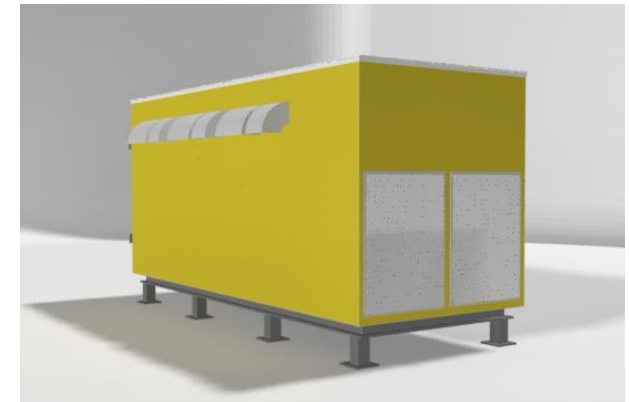


Figura 74. Bocetaje
Fuente: Realización propia

2.4 Desarrollo de Propuesta – renders preliminares



*Figuras 75, 76 y 77. Desarrollo de propuesta digital
Fuente: Realización propia*



Tomando en cuenta todos los elementos, se ha desarrollado la propuesta preliminar, incluyendo detalles de seguridad industrial como el extinguidor, la ubicación de paneles eléctricos, la delimitación de la maquinaria y la iluminación.

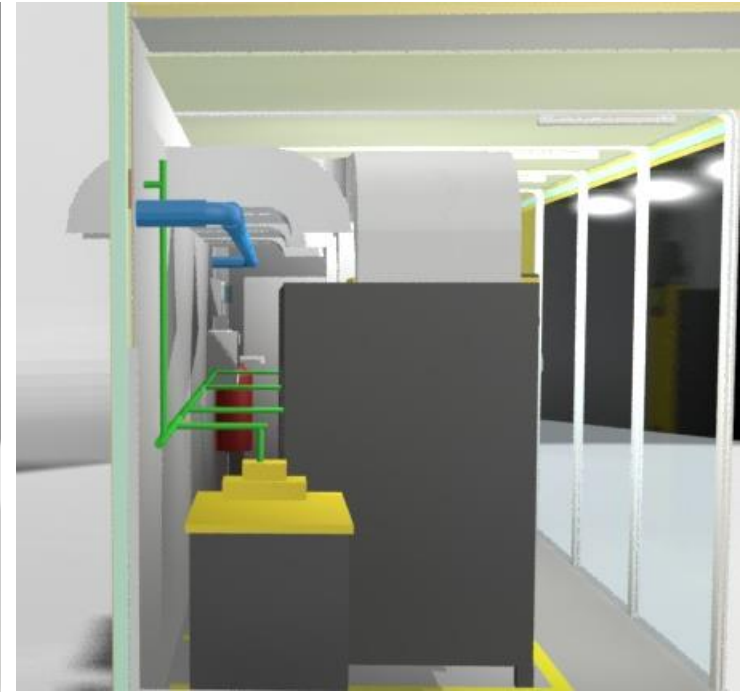
Los ductos que sacan el aire caliente generado por los compresores se hicieron de tal manera que ocuparan el mínimo espacio posible, y salen del cuarto de manera lineal para evitar que vuelva a ser succionado el aire caliente.

2.4 Desarrollo de Propuesta – renders preliminares

Figuras 78 y 79. Desarrollo de propuesta digital
Fuente: Realización propia



Aquí se muestran algunos detalles de la propuesta, como la manera en que se abren las puertas y la iluminación interna del cuarto.



En esta imagen se muestra la organización de todos los componentes en el interior, tomando en cuenta su correcto funcionamiento. Además se determina la ubicación de las luminarias instaladas en la parte superior del riel de las persianas.

b. Aporte e innovación

Al analizar las soluciones existentes en otros países, se puede observar que éstas están acopladas a normativas industriales, legislación de transporte e incluso el clima en que serán utilizadas. Por esta razón fue necesario hacer una solución que se adaptara específicamente a necesidades y ambiente guatemaltecos.

Entre las necesidades de mayor importancia, está satisfacer demandas variables y/o bajas de aire comprimido a cambio de un precio justo para las empresas que lo requieran. Tomando esto en cuenta, se desarrolló no sólo una nueva manera de aplicar el aire comprimido en la industria guatemalteca, sino un nuevo servicio a nivel centroamericano que nunca había sido aplicado; razón por la cual fue de suma importancia dar a conocer este servicio a los clientes potenciales, pues de esto dependería el éxito del mismo.

Así pues, la propuesta debe contar con elementos de publicidad visual y física además de su funcionamiento, los cuales le dieron un giro al proyecto. En el desarrollo del diseño del cuarto de compresores, fue vital la

elección correcta de materiales para que no afectara el funcionamiento de los equipos, así como un balance entre exhibición, seguridad, funcionalidad y diseño.

El espacio, instalación de equipos e incluso la seguridad industrial definitivamente son limitantes para hacer una exhibición funcional de este calibre, y fue por esto que los componentes y materiales tuvieron que ser elegidos uno a uno, cumpliendo con los requerimientos que se han mencionado anteriormente.

Sin el aporte de la ingeniería y el conocimiento del funcionamiento de los equipos, no hubiera sido posible realizar un cuarto de compresores funcional en un espacio tan reducido; asimismo, sin el aporte del diseño, no se hubiera logrado una propuesta que mostrara el cuarto de compresores como exhibición, dando a conocer el servicio con el que contará Compresores Kaeser.

V. MATERIALIZACIÓN

1. Modelo de solución

La necesidad de un cuarto de compresores transportable representa la creciente demanda de sistemas de aire comprimido en Centroamérica en el ámbito industrial, y este diseño refleja la tecnología disponible y capacidad productiva de Kaeser Compresores en Guatemala.

Este cuarto de compresores cuenta con todos los elementos necesarios para su óptimo funcionamiento; desde los equipos utilizados, hasta las medidas, materiales y acabados que se tomaron en cuenta para cada detalle.

El diseño está planeado teniendo en mente su destino; que en este caso se adapta al entorno de las carreras automovilísticas y al espacio disponible del lugar, pues además de proporcionar aire comprimido a los pits del Autódromo, también cumple con normas de seguridad, prevención de robo, y la exhibición de los equipos instalados en el interior.

Desde el punto de vista funcional, la red de aire comprimido está preparada para cualquier imprevisto. Se cuenta con un compresor de apoyo en caso de que alguno falle, y un programa de monitoreo del sistema que identifica si hay alguna baja. Las tuberías que transportan el aire comprimido se extienden a través de todos los pits, con una salida de aire en cada puesto, y tanques de almacenamiento para poder distribuir un flujo y presión constantes.

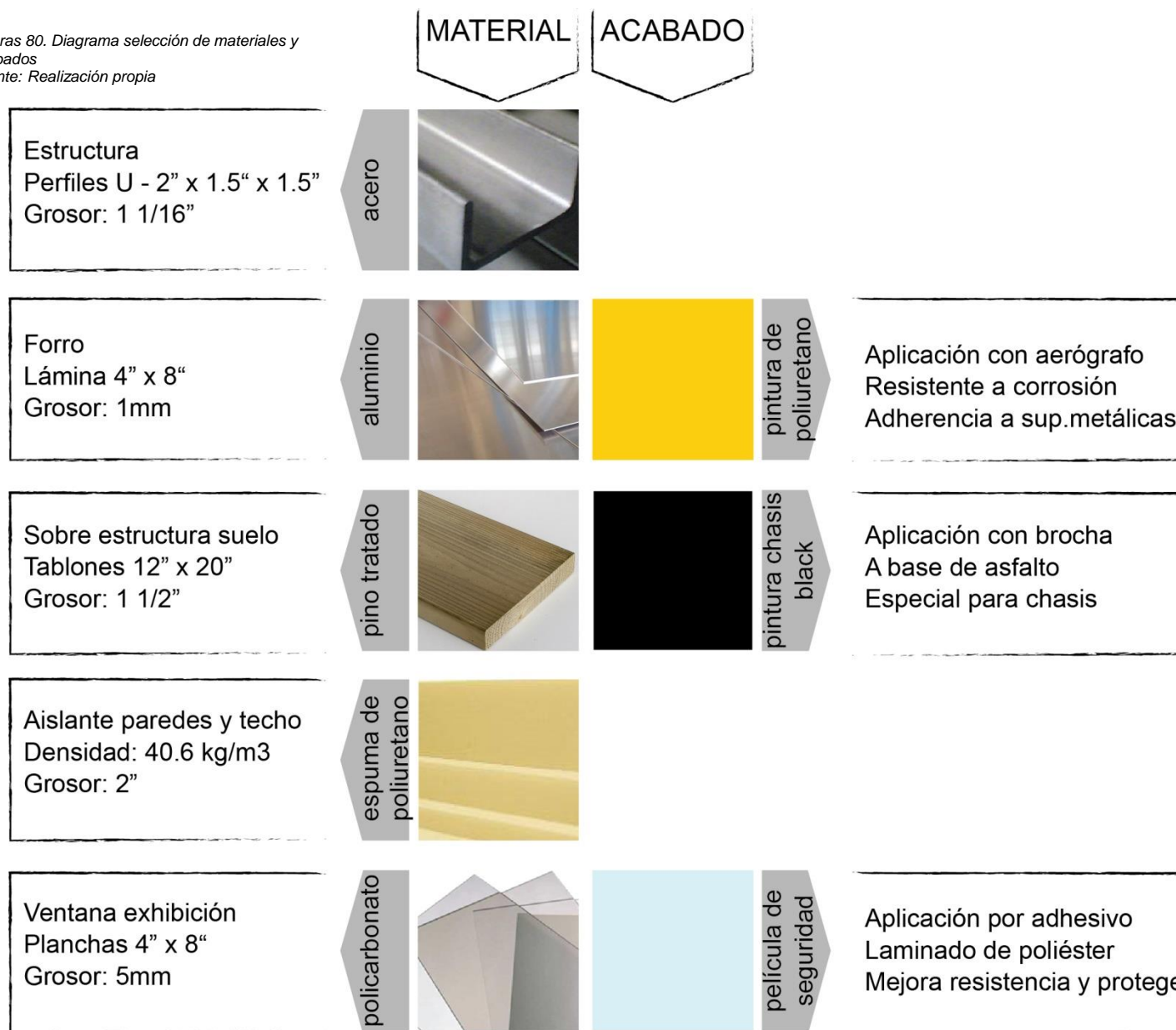
Cada uno de los materiales con que está construido el cuarto cuenta con propiedades físicas que influyen en el funcionamiento de los compresores, y su correcta instalación, éstas serán detalladas más adelante.

Desde el punto de vista visual, el cuarto de compresores está hecho para ser visto, no pretende esconder lo que hay en su interior, sino exhibirlo y reflejar la imagen y calidad de la empresa. La manera en que se percibe el sistema con todos sus elementos, es exactamente la manera en que se debe pensar que funcionan sus productos. Por eso es importante que se le preste atención a cada detalle.

2. Selección de materiales y acabados

Figuras 80. Diagrama selección de materiales y acabados

Fuente: Realización propia



3. Elección de componentes

3.1 EQUIPOS

AirCenter SK15

Compresor de tornillo rotativo con secador, drenado y tanque receptor primario integrado.

A continuación se muestra una tabla de especificaciones técnicas del mismo.



Model	Operating Pressure (psig)	Capacity at Operating Pressure (cfm)	Motor (hp)	Dimensions (mm)	Weight (lb)	Sound Level (dB)
SK 15 AirCenter	217	46	15	630 x 1055 x 1716	1276	67

Figuras 81 y 82. Compresor AirCenter SK15
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

Aquamat CF-19

Se encarga del tratamiento del condensado contaminado generado en la compresión, separando el aceite en un recipiente.

Medidas generales:

410 x 594 x 872 mm



Figura 83. Aquamat CF-9
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

Air Receiver – 350lt / 11bar

Se utiliza para el almacenamiento de aire comprimido limpio, y garantiza un flujo de aire constante en todo momento.

Galvanizado por dentro y fuera, resistente a la corrosión.

Medidas generales:

Ø 550 mm; altura: 872 mm



Figura 84. Tanques de almacenamiento de aire comprimido
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

Air-Main Charging Valve

Regula y distribuye un flujo de aire consistente, incluso cuando el sistema opera a plena carga, y previene las bajas en el mismo.

Se coloca una válvula en cada salida de aire del sistema.



Figura 85. Air-Main Charging Valve
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

Tubería SmartPipe

Material: aluminio 6063 – T5

Características:

- Ligera
- Fácil instalación
- A prueba de fugas
- Resistente a la corrosión
- Larga durabilidad



Figura 86. Kaeser Smart Pipe
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

SAM – Sigma Air Manager

Herramienta que asegura la óptima disponibilidad del sistema de aire, y la máxima eficiencia energética.



Figura 87. Sigma Air Manager
Fuente: http://us.kaeser.com/Products_and_Solutions/

Trabaja por medio de controles maestros y servidores web, detectando pérdidas de control y flexibilidad de la presión, y regulariza el sistema mejorando el desempeño.

Filtro KOR-100

Remueve impurezas y separa el aceite del aire comprimido.

Ventiladores (x5)

Se utilizarán 3 ventiladores en los ductos de salida de los compresores, además de dos ventiladores para la circulación dentro del cuarto. Éstos cuentan con un caudal de 3800 cfm ó 6500 m³/h.

3.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Extintor

- Extintor de polvo químico ABC de 6 kg.
- Diámetro: 160 mm. Altura: 445 mm
- Peso cargado: 9,3 kg. Presión: 21 bar



Figura 88. Extintor tipo ABC
Fuente: <http://www.previfoc.com/extintores-polvo.html>

Señales cualitativas

Es importante incluir dentro del cuarto como mínimo las siguientes señalizaciones, como precaución para los operarios y demás personal que entre en el mismo.



Figuras 89, 90 y 91. Señales cualitativas
Fuente: http://www.seguridadyservicios.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=4

También es necesario incluir la señalización de los fluidos que corren en las tuberías instaladas. A pesar de que el color de las mismas indica su contenido, es importante indicar la dirección de éste.

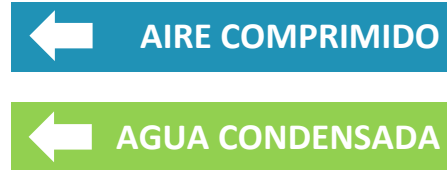


Figura 92. Señales cualitativas flujos
Fuente: Realización propia

3.3 ILUMINACIÓN

Para la iluminación se tomaron en cuenta los factores anteriormente mencionados, así como el área disponible para la instalación de las lámparas.

- Lámpara fluorescente Tecno Lite.



Materia Prima	Pantalla	Temp. De Color	Potencia	Voltios	Lúmens	Temp. De Operación
Policarbonato	Policarbonato	4100 K	13 W	100 – 127 V	779 lm.	0 – 40 °C

Figura 93. Señales cualitativas flujos
Fuente: Catálogo digital proporcionado por Tecno Lite Guatemala

4. Renders



Proyecto Autódromo Pedro Cofiño

*Figuras 94 y 95. Vistas cuarto de compresores Kaeser
Fuente: Realización propia*





VISTA FRONTAL

Las persianas se cierran como medida de seguridad del cuarto.



*Figuras 96 y 97. Vistas frontales del cuarto
Fuente: Realización propia*

VISTA POSTERIOR



ventilación natural

salida de ductos de
compresores

ventilación forzada



*Figuras 98 y 99. Vistas posteriores del cuarto
Fuente: Realización propia*



Iluminación interna
del cuarto durante
SU USO



Figuras 100 y 101. Vistas de iluminación del
cuarto
Fuente: Realización propia

riel de persiana



iluminación
fluorescente



*Figuras 102 y 103. Detalles iluminación y persianas
Fuente: Realización propia*



Señales cualitativas de seguridad industrial



lámina labrada antirresbalante

Figuras 104 y 105. Seguridad Industrial
Fuente: Realización propia

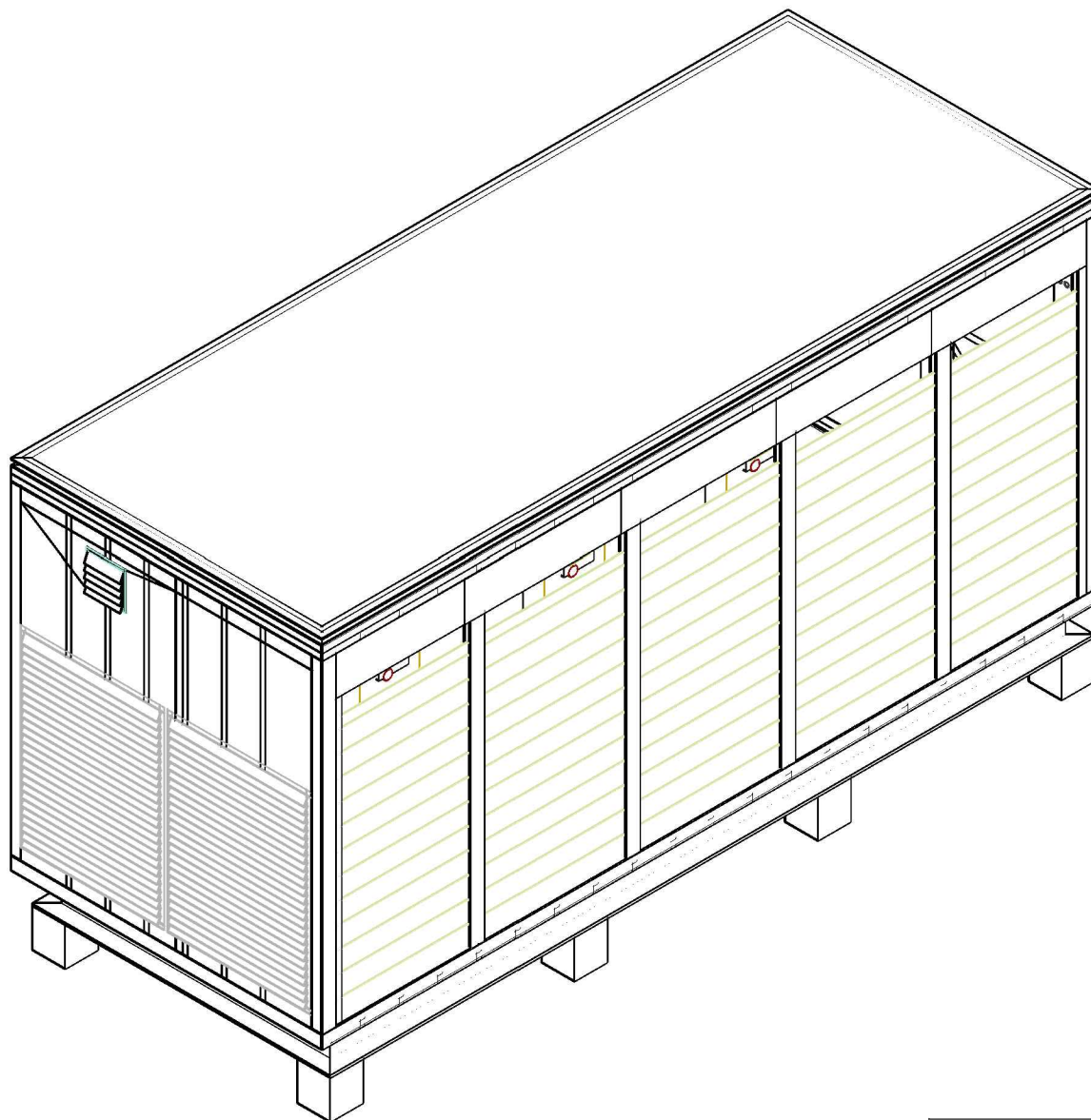


Figura 106. Ambientación con figura humana
Fuente: Realización propia

5. Planos Constructivos

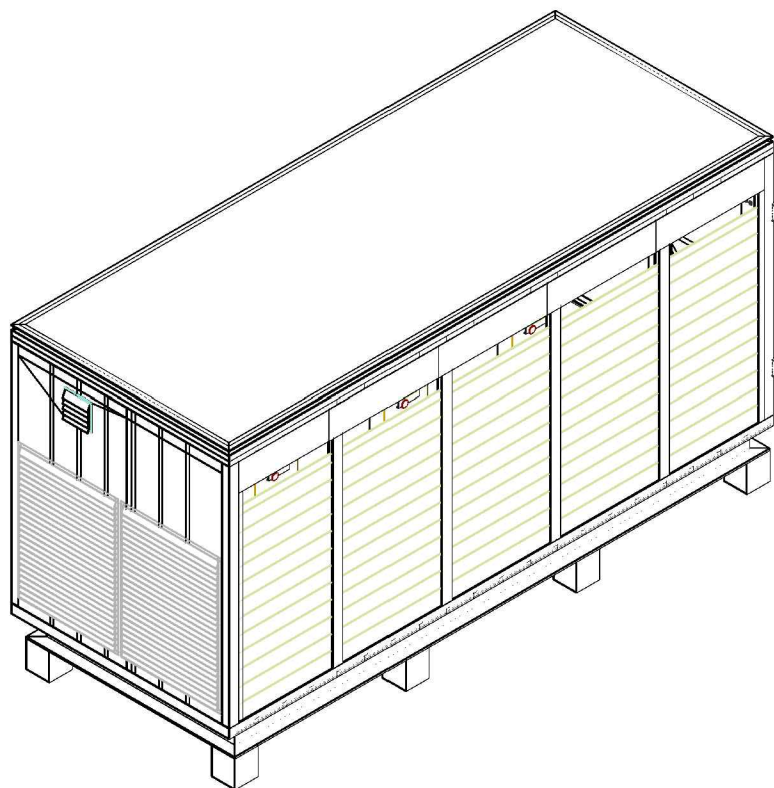
A continuación se presentan los planos constructivos, los cuales dan a conocer a detalle todos los elementos del cuarto de compresores, desde la estructura y la base, hasta los elementos internos y materiales que se utilizaron.

Juego de Planos

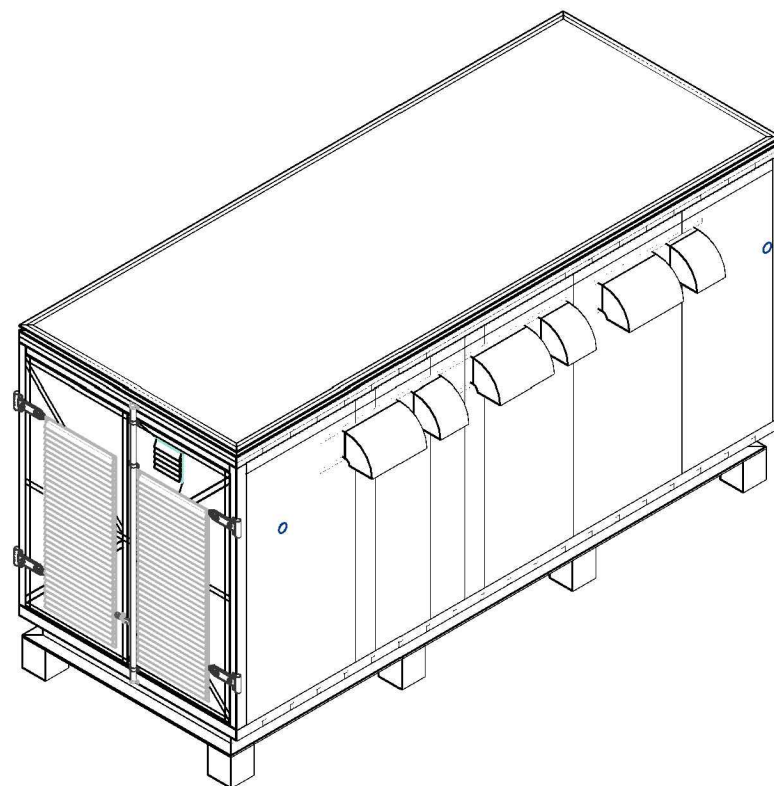


Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 1/32
Proyecto de Grado D.I.	General	Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Isométricas



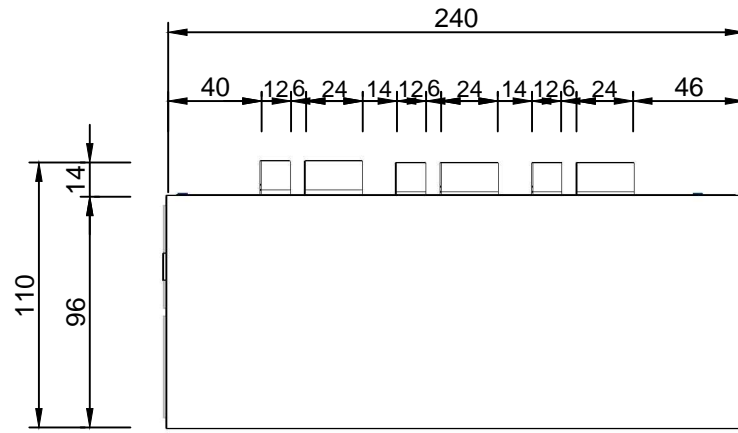
Isométrica Frontal



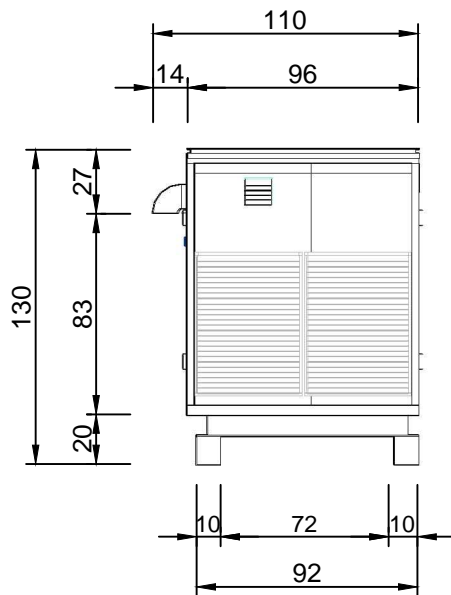
Isométrica Posterior

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométricas	Plano: 2/32
Proyecto de Grado D.I.	30° / 30°	Escala: 1:60
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

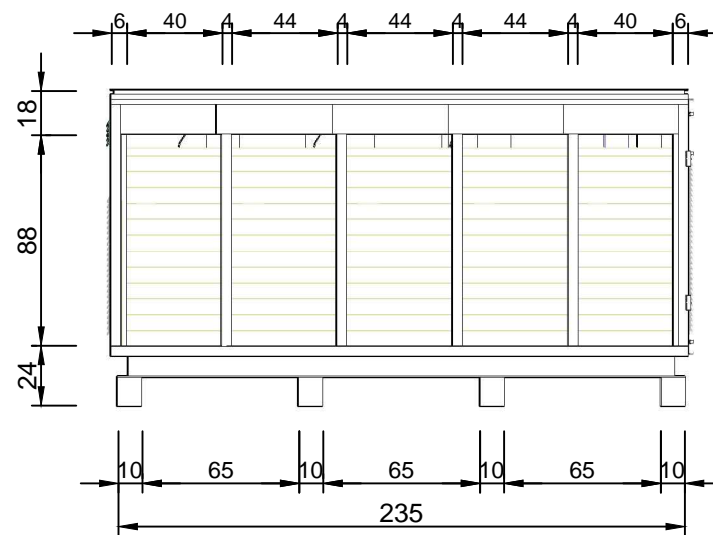
Vistas Generales



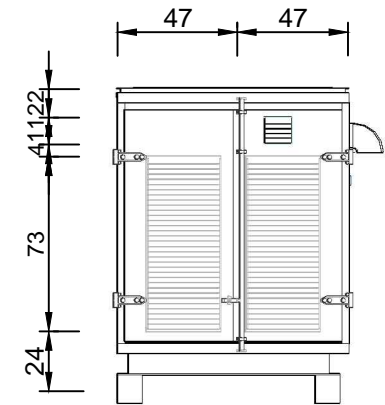
Vista Superior



Vista Lateral Izquierda



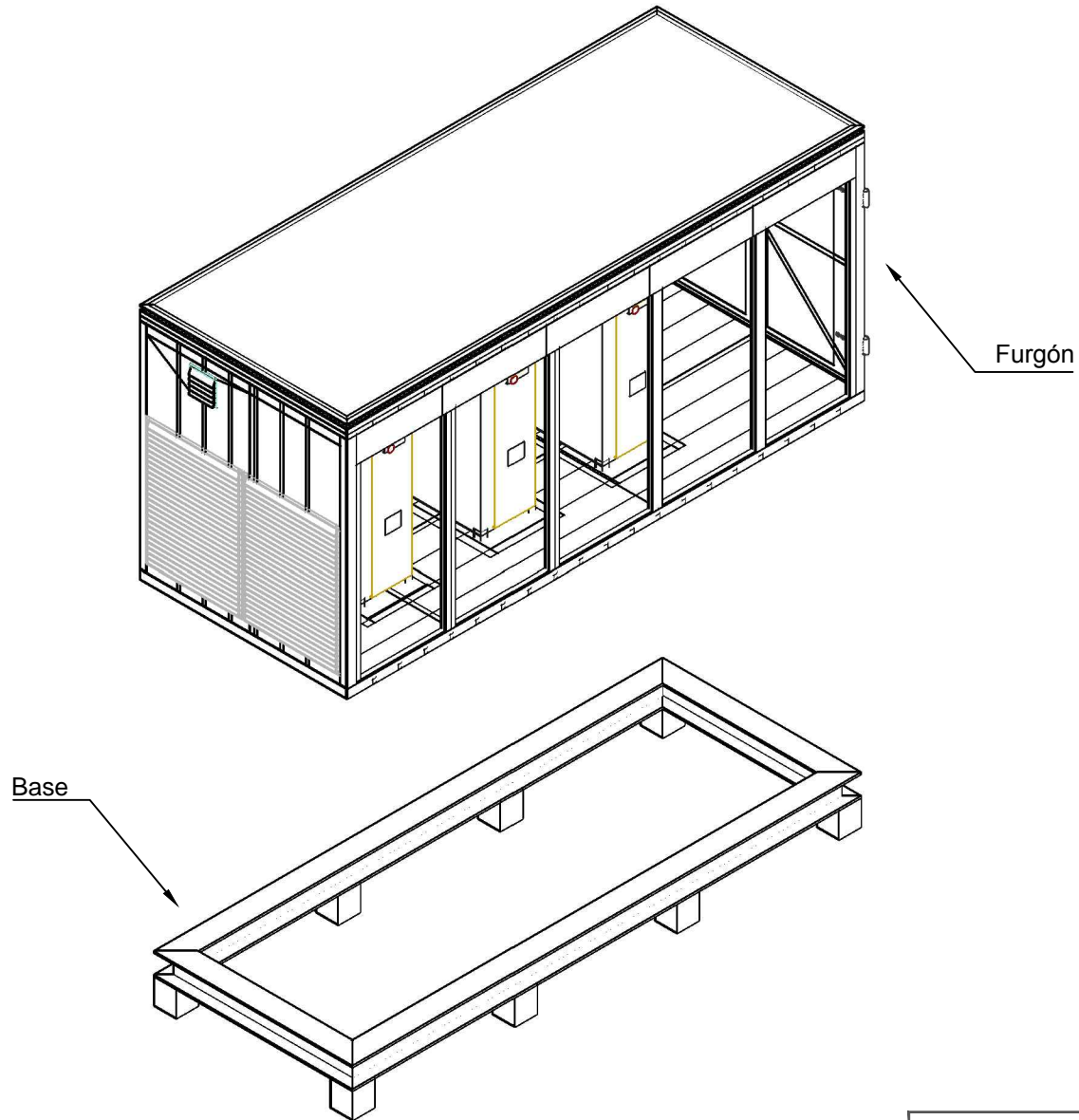
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha

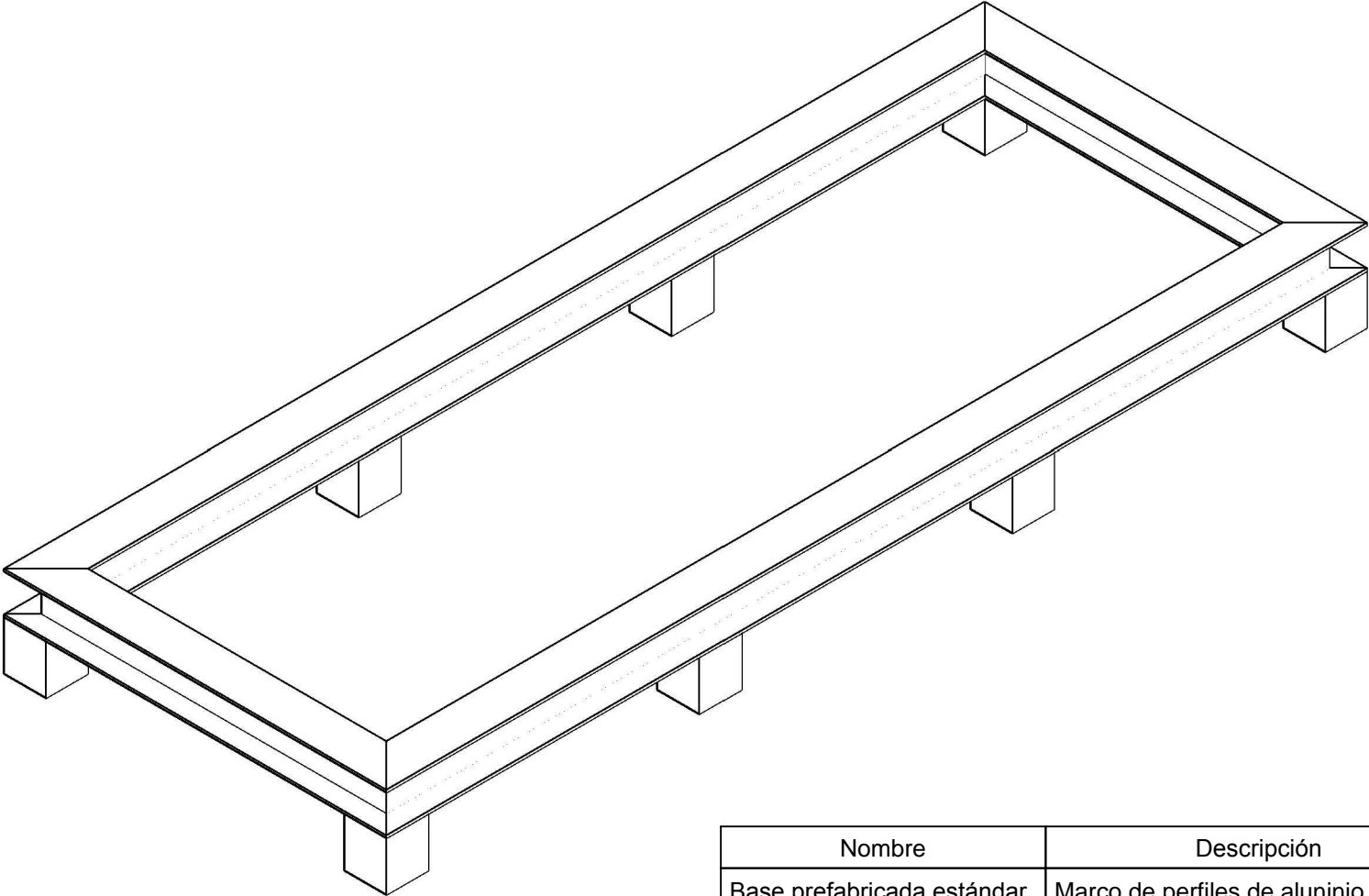
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Generales	Plano: 3/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:80
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Isométricas



Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 4/32
Proyecto de Grado D.I.	Furgón y Base	Escala: 1:60
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

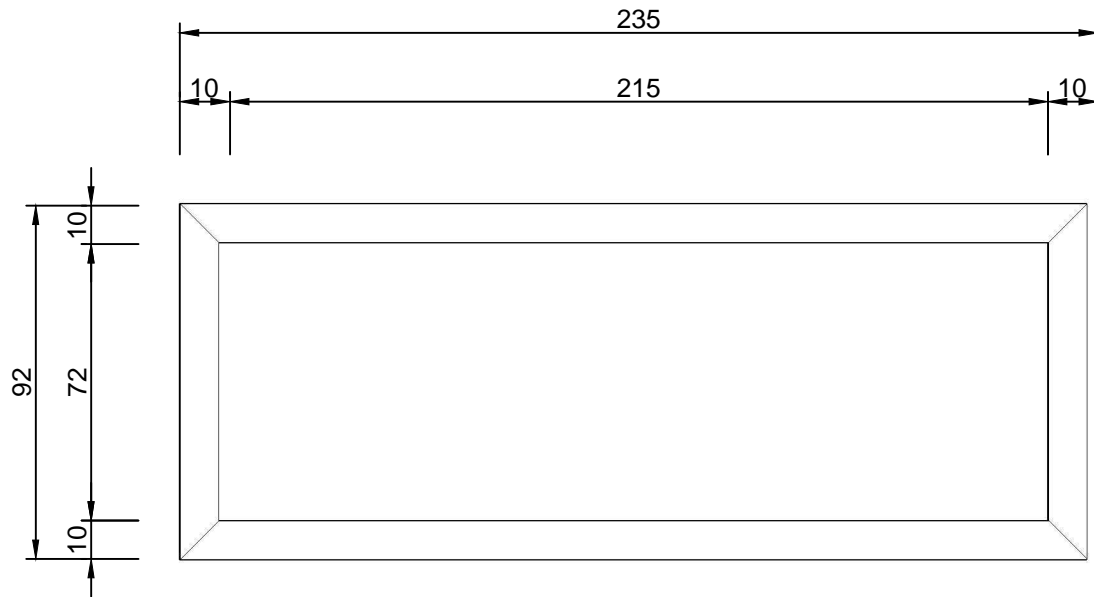
Base



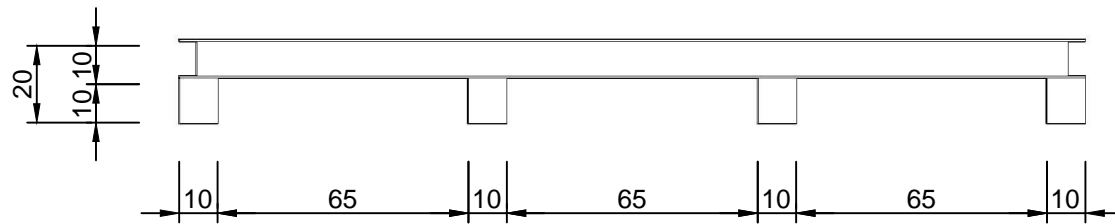
Nombre	Descripción	Cant.
Base prefabricada estándar	Marco de perfiles de aluminio en 'I' de acero de 1/8" sobre pilotes de acero.	1

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 5/32
Proyecto de Grado D.I.	Base	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
Base



Vista Superior



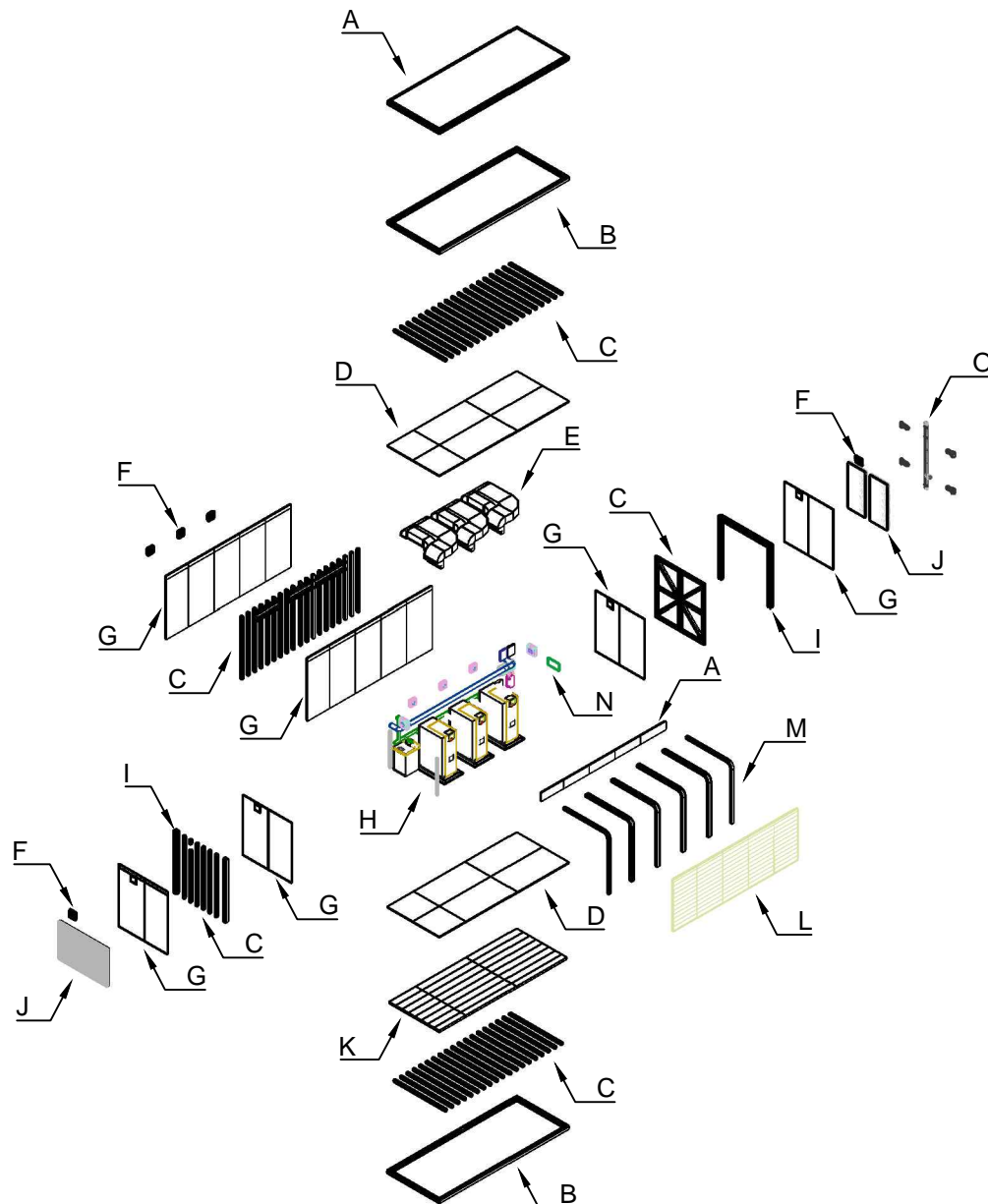
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas de	Plano: 6/32
Proyecto de Grado D.I.	Base	Escala: 1:50
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Despiece Furgón

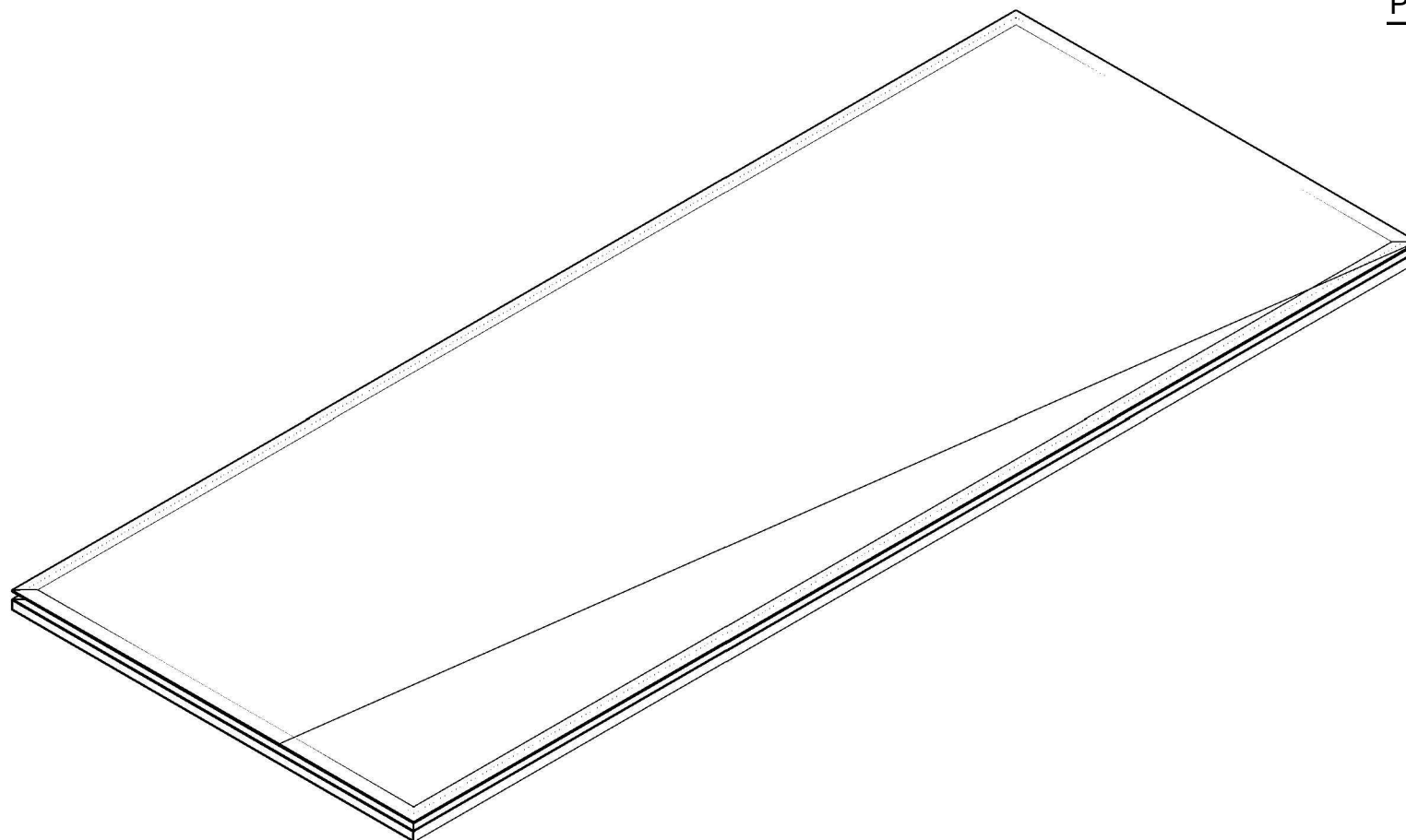


Código	Nombre	Cant.
A	Techo	1
B	Marco para travesaños	2
C	Travesaños perfiles en U	83
D	Superficie de lámina de aluminio	2
E	Ductos	6
F*	Ventilador industrial	5
G	Forro de aluminio	9
H*	Maquinaria interior	-
I	Perfiles esquineros	5
J	Celosía de ventilación	3
K	Base de tablonces de madera	1
L	Persianas	5
M	Rieles para persiana	6
N*	Señalización	3
O*	Herrajes Varios	-

Nota 1: Las componentes marcados con un (*) no se describen por ser prefabricados y su ubicación dentro el furgón se describe en la parte de anexos.

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece Furgón	Plano: 7/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:250
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

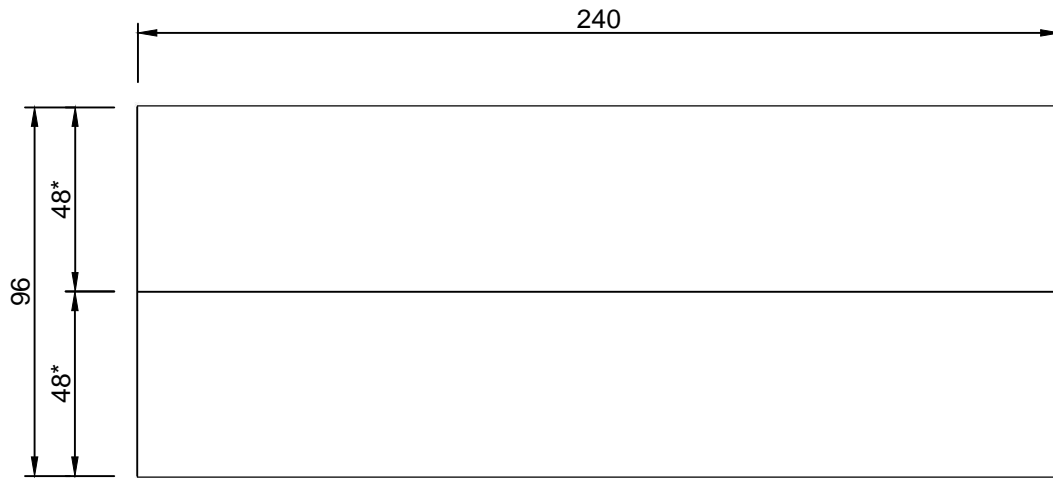
Pieza A



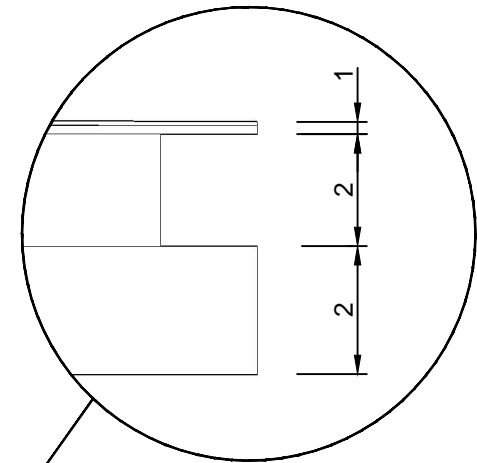
Nombre	Descripción	Cant.
Techo	Lámina galvanizada doblada de 1/16"	1

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 8/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza A	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
A



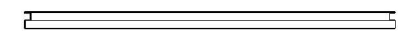
Vista Superior



Detalle A
Escala 1:3



Vista Frontal

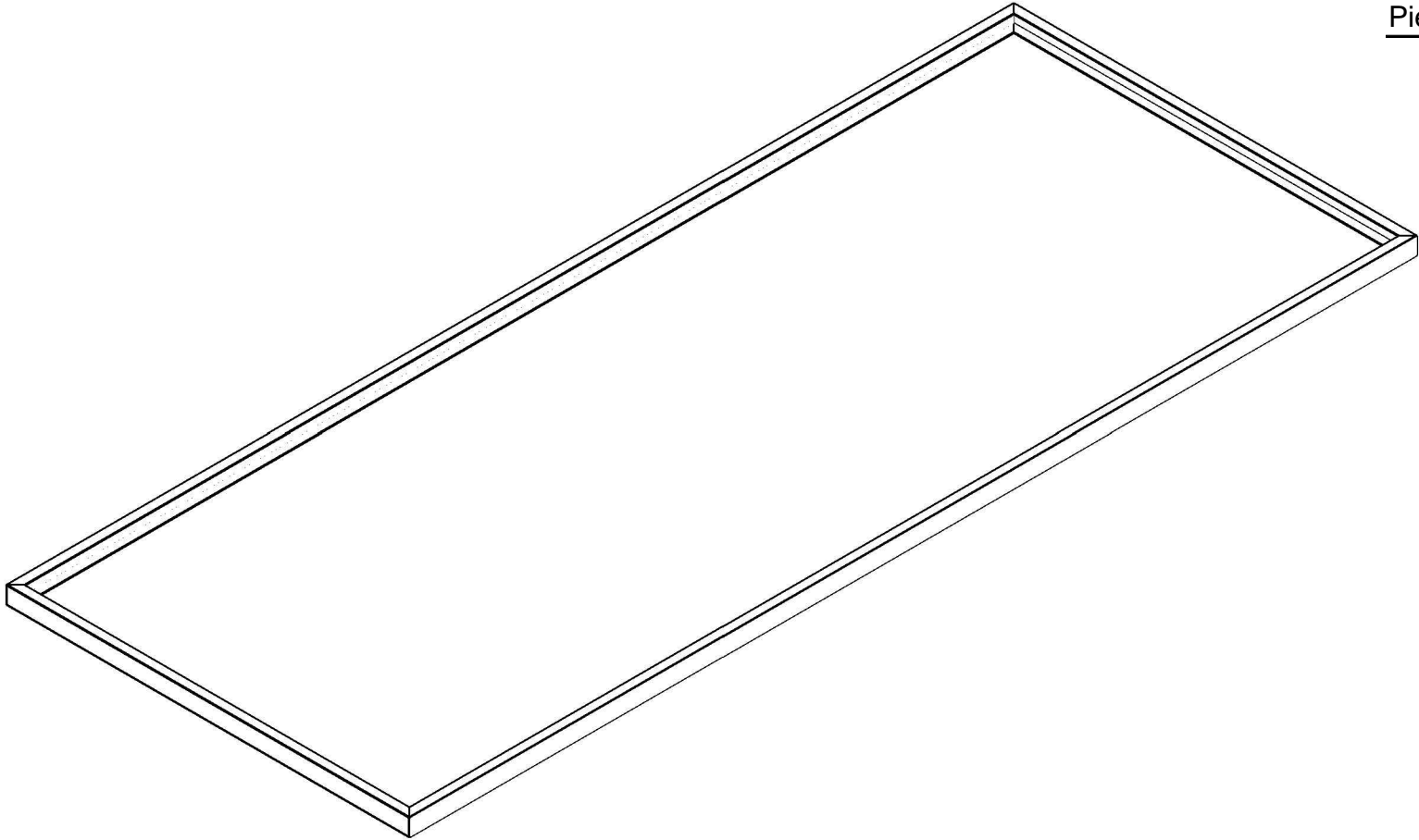


Vista Lateral Derecha

***Nota 1:** El techo tiene una leve inclinación transversal de 1/8 " del centro a los bordes.

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Generales A	Plano: 9/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:50
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

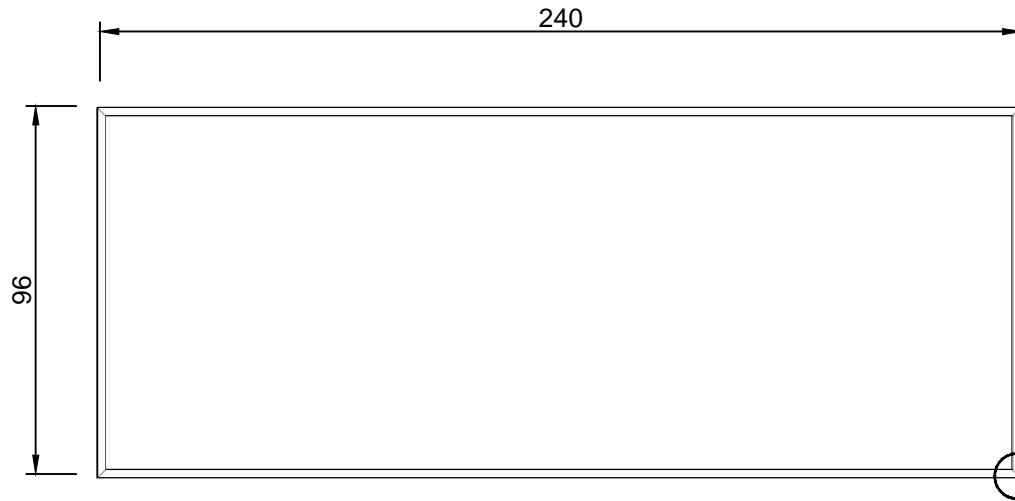
Pieza B



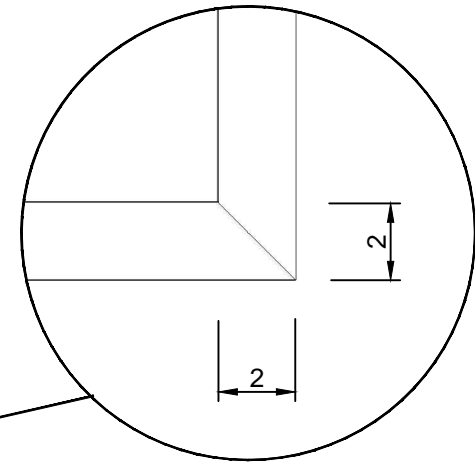
Nombre	Descripción	Cant.
Marco para travesaños	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/8" de grosor.	1

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 10/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza B	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

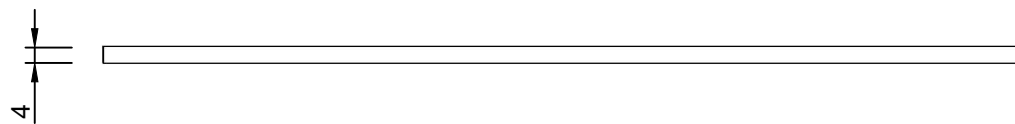
Vistas Generales
B



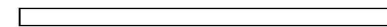
Vista Superior



Detalle A
Escala 1:5



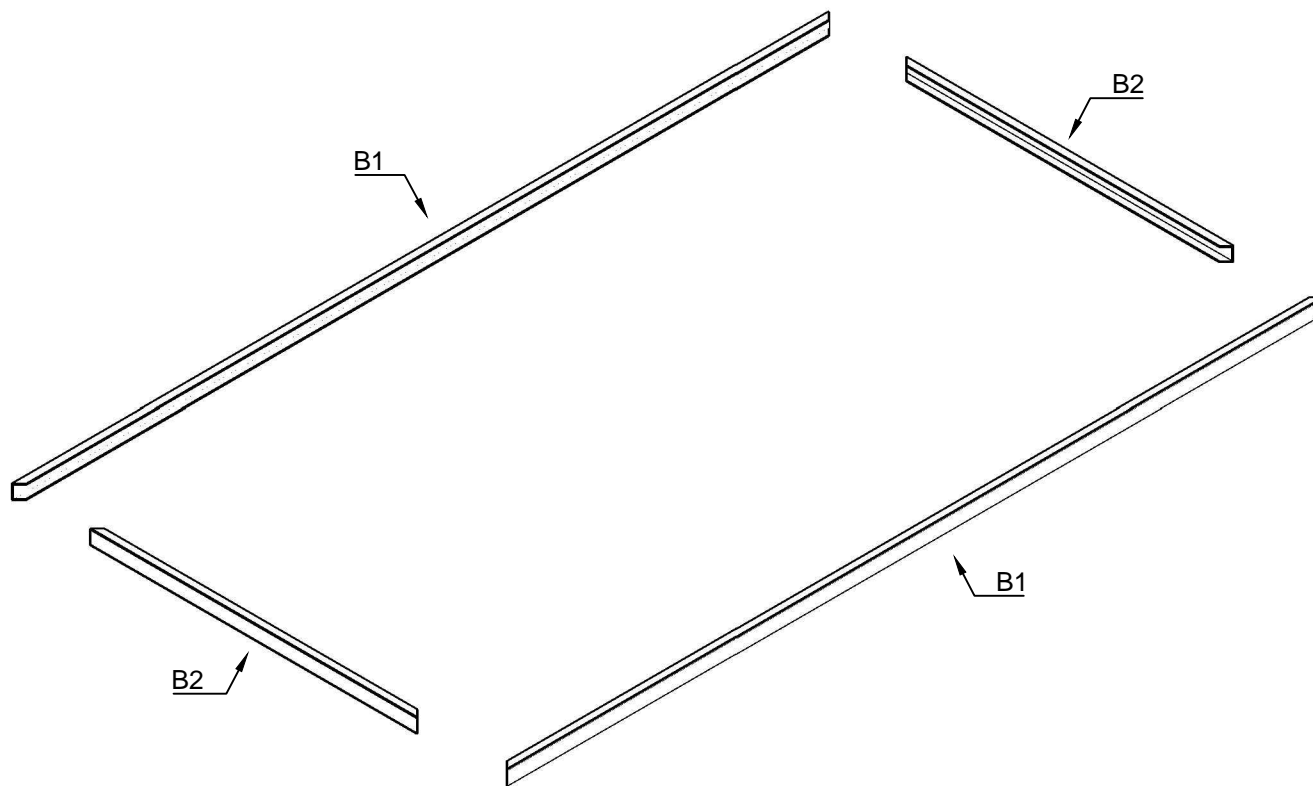
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Generales B	Plano: 11/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:50
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

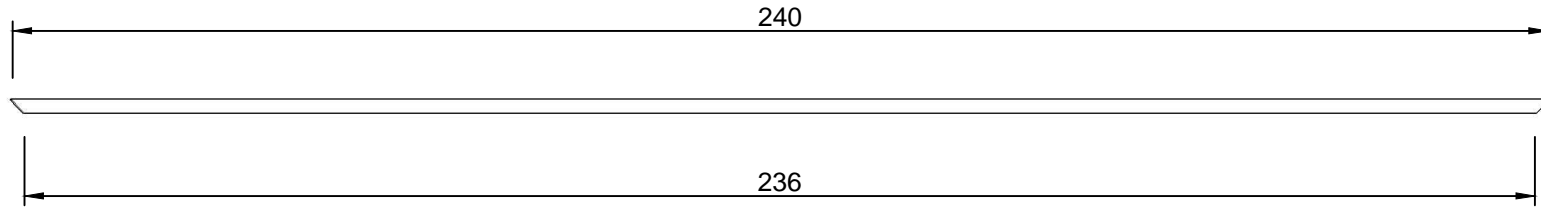
Despiece B



Cód.	Nombre	Cant.
B1	Travesaño longitudinal	2
B2	Travesaño transversal	2

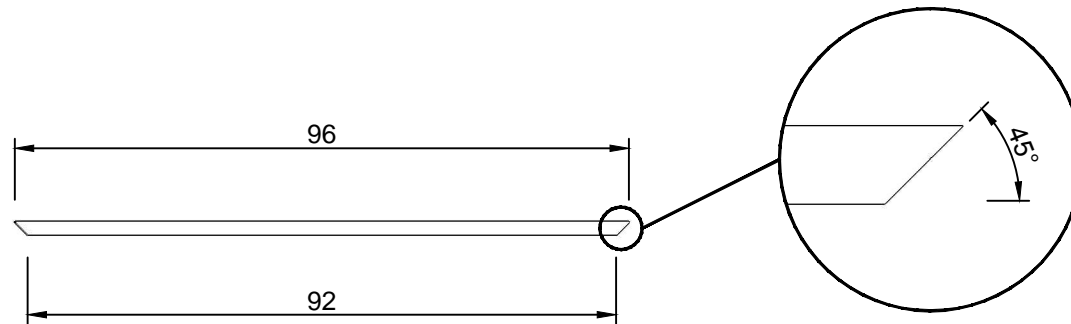
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece Pieza B	Plano: 12/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
Pieza B1



Vista Superior

Vistas Generales
Pieza B2

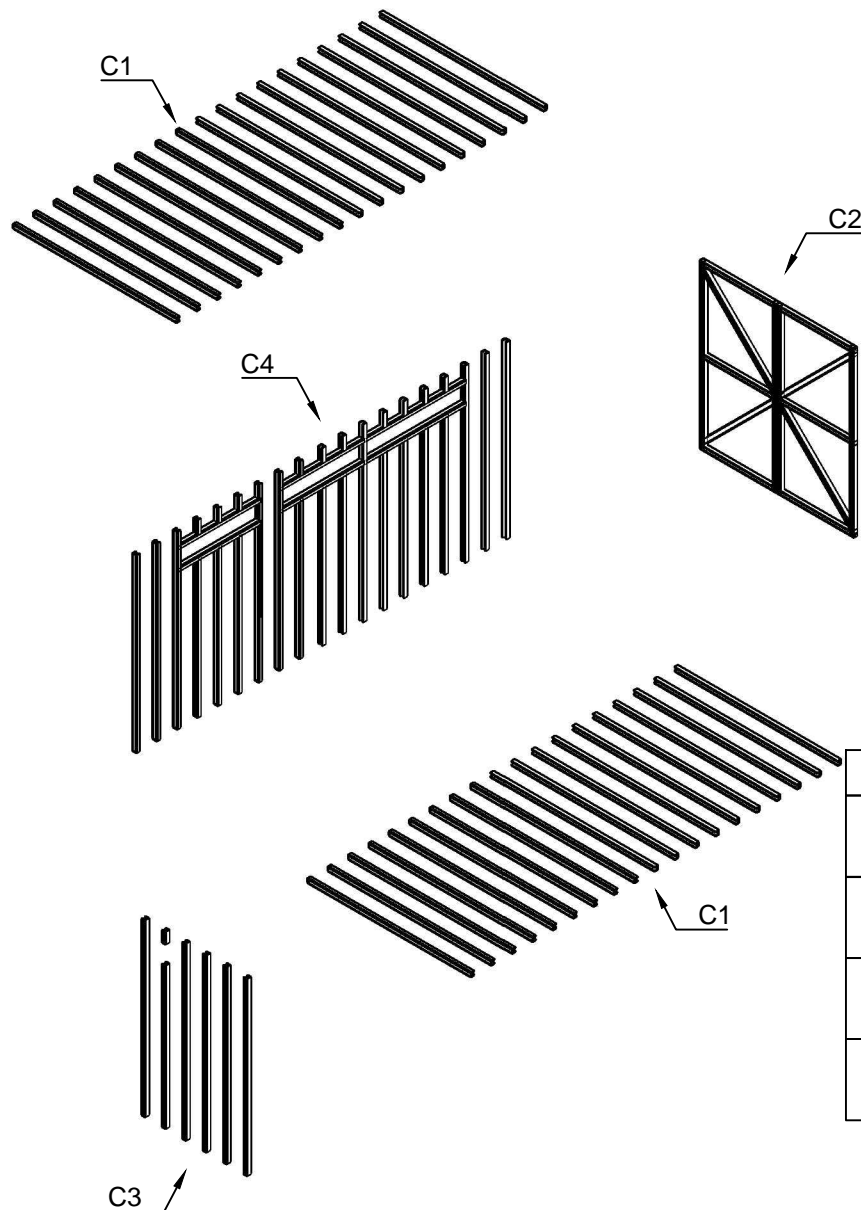


Detalle A
Escala 1:5

Vista Superior

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas B1 y B2	Plano: 13/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Despiece C



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
C1	Travesaños para base y techo	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor.	2
C2	Travesaños para puertas	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor.	1
C3	Travesaños para pared lateral	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor.	1
C4	Travesaños para pared posterior	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor.	1

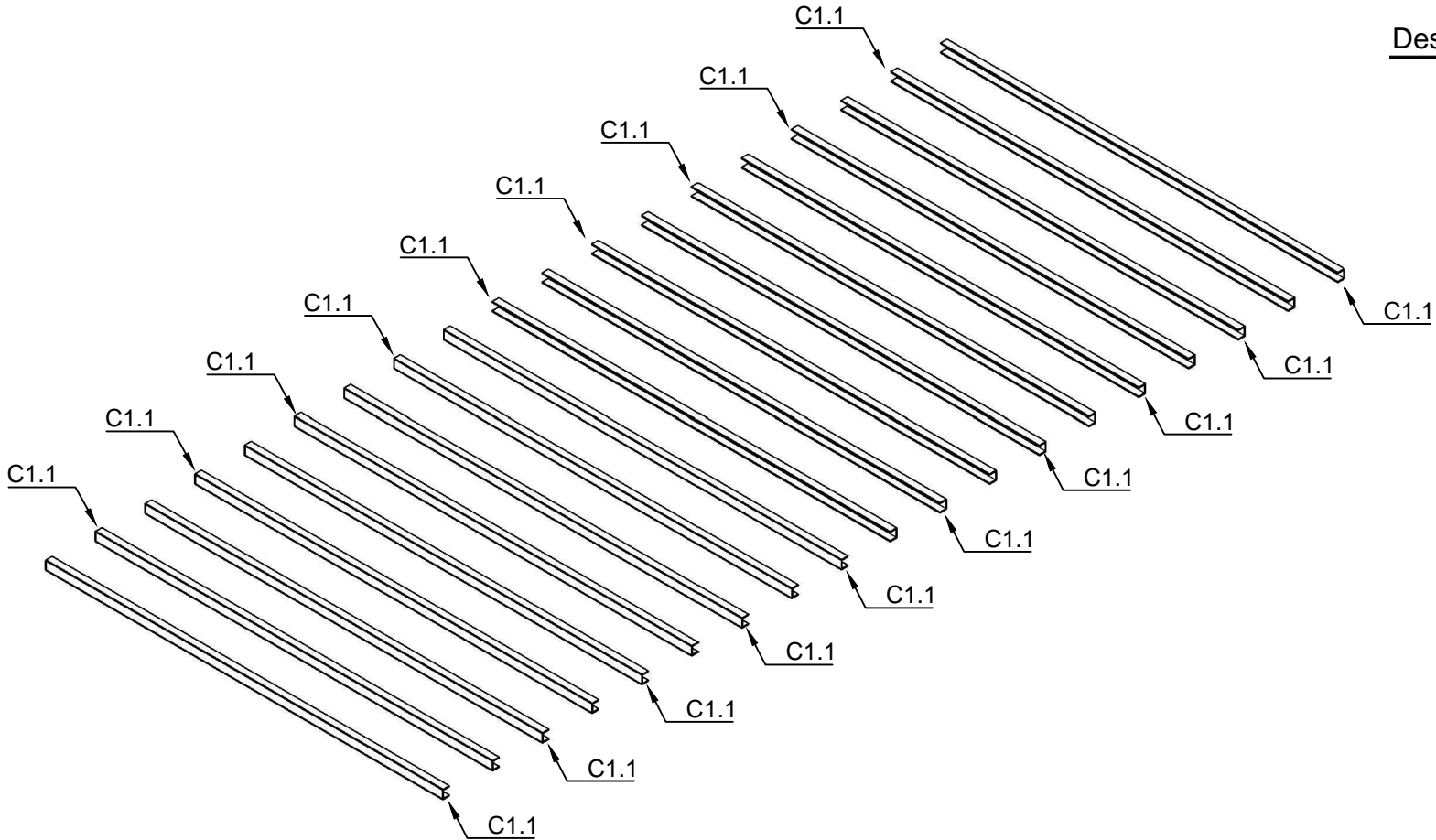
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores

Universidad Rafael Landívar Despiece Pieza C Plano: 14/32

Proyecto de Grado D.I. Escala: 1:80

Planos por: Karina Novotny Noviembre 2014 Medidas en pulg.

Despiece C1

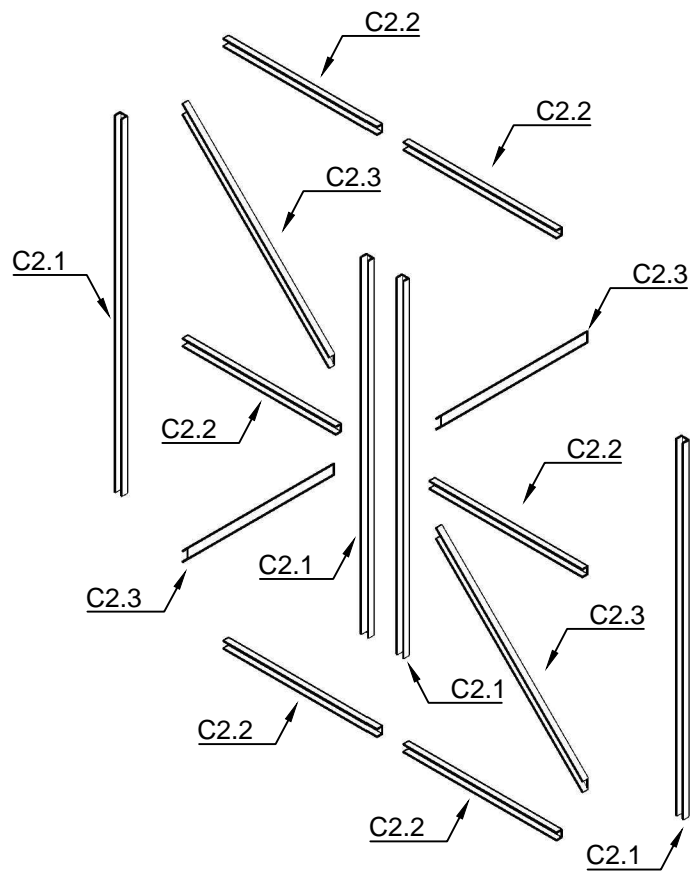


Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
C1.1	Travesaños para base y techo	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 58".	19

Nota 1: Los travesaños se colocan viendo hacia ambas direcciones. Los primeros 9 viendo la derecha y los próximos 10 viendo la izquierda.

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece Pieza C1	Plano: 15/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

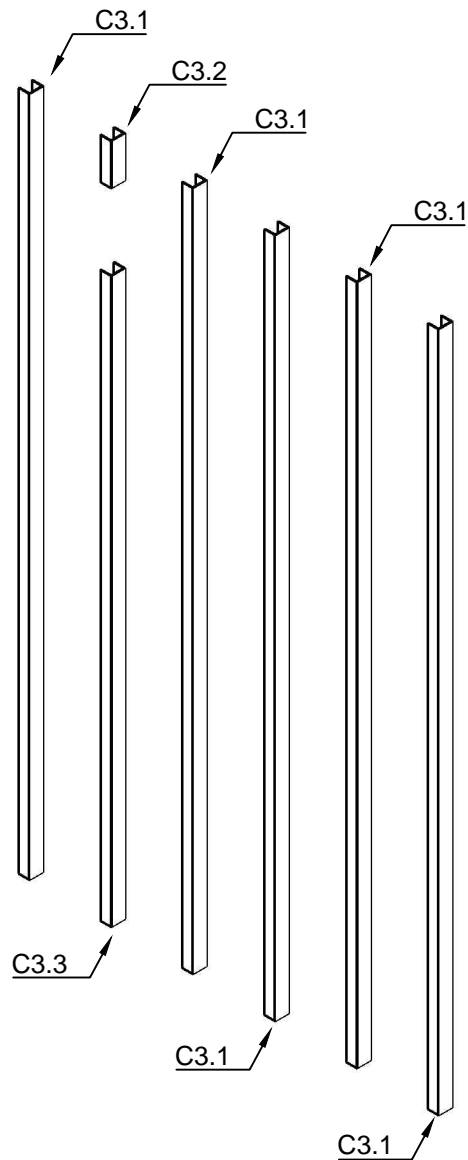
Despiece C2



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
C2.1	Travesaños longitudinales	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 96".	4
C2.2	Travesaños transversales	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 45" y corte en ángulo de 45°.	6
C2.3	Travesaños diagonales	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 61".	4

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 16/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza C2	Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

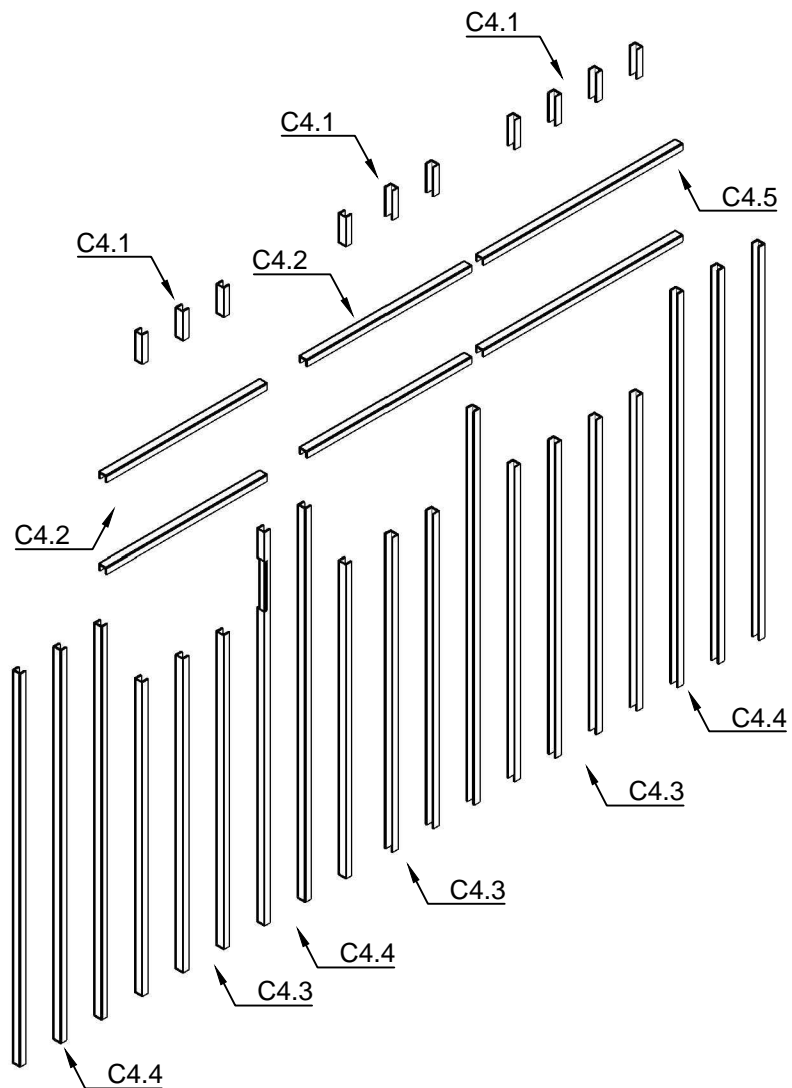
Despiece C3



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
C3.1	Travesaños longitudinales	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 100"	5
C3.2	Travesaño longitudinal superior	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 83".	1
C3.3	Travesaño longitudinal inferior	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 6".	1

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 17/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza C3	Escala: 1:20
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

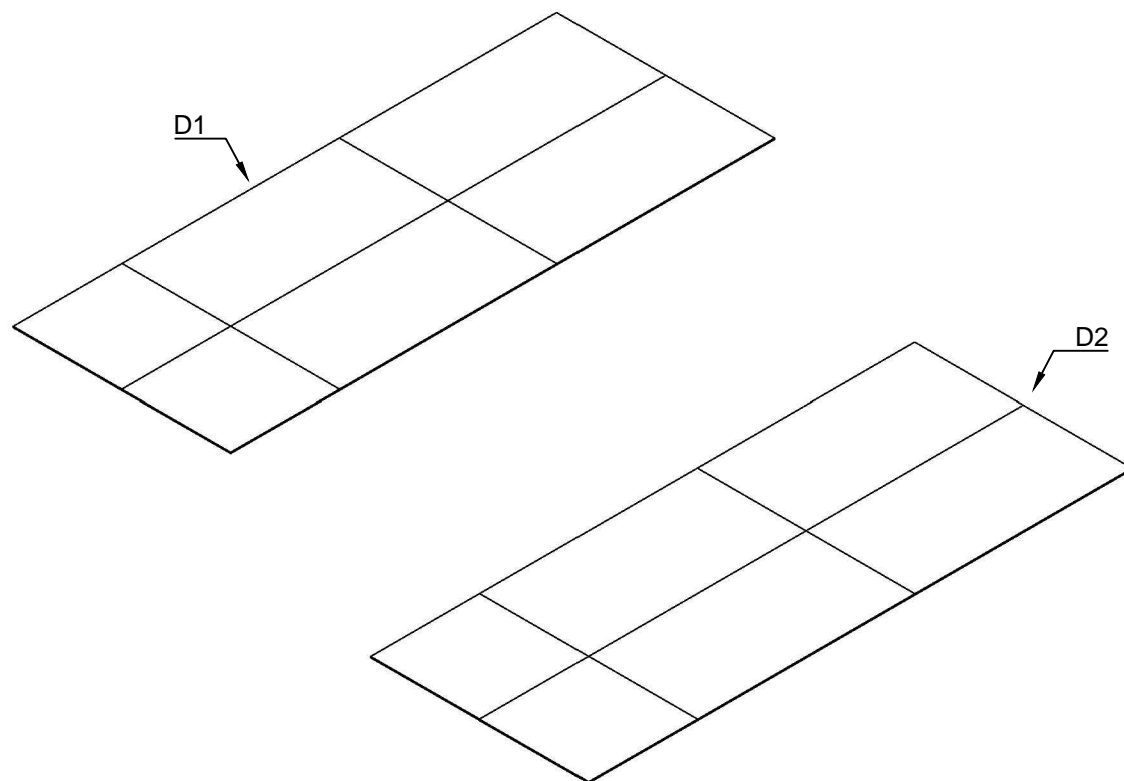
Despiece C4



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
C4.1	Travesaños longitudinales superiores	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 6".	10
C4.2	Travesaños transversales izquierdos	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 47".	4
C4.3	Travesaños longitudinales inferiores	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 80".	10
C4.4	Travesaños longitudinales	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 100"	9
C4.5	Travesaños transversales derechos	Perfiles de aluminio en 'C' de 2" x 1.5" x 1.5" y de 1/16" de grosor. Largo 59".	2

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 18/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza C4	Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Pieza D

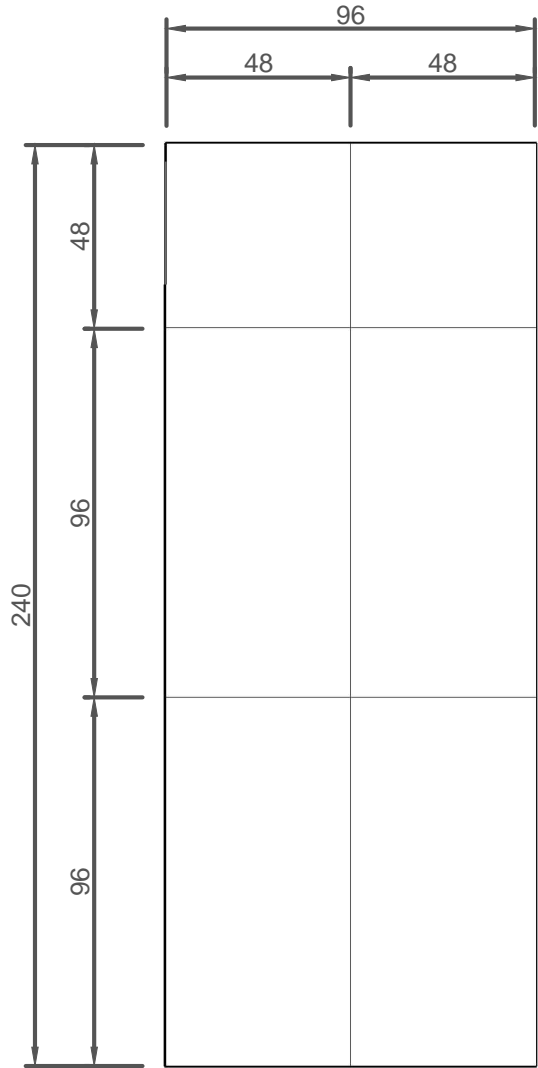


Cod.	Nombre	Descripción	Cant.
D1*	Forro de techo	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	1
D2*	Forro de piso	Lámina de acero antirresbalante de 3/16" de grosor.	1

***Nota 1:** Las láminas se venden en planchas de 4 pies por 8 pies y se utilizan 5 planchas de cada lámina.

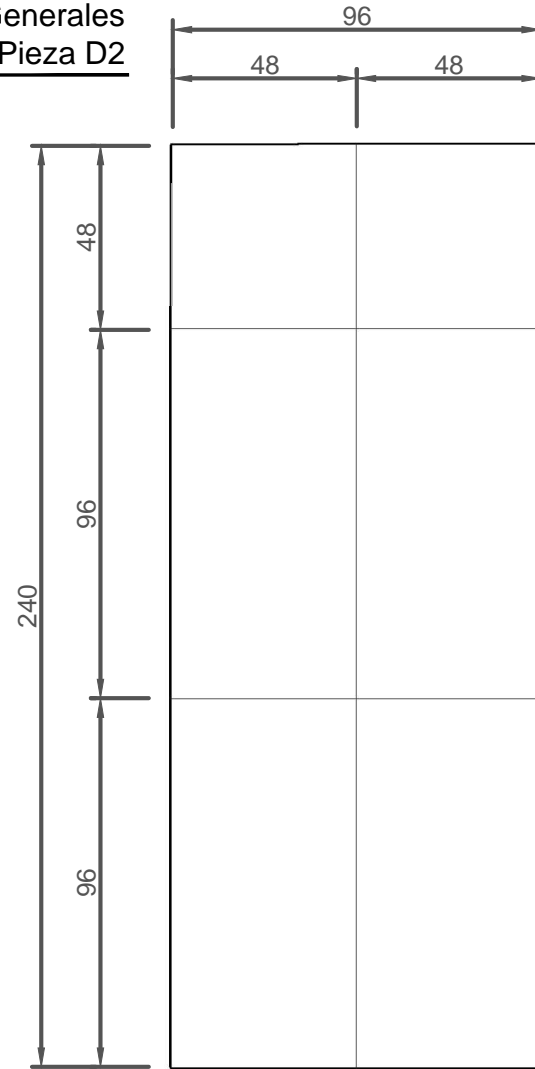
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 19/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza D	Escala: 1:60
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
Pieza D1



Vista Superior

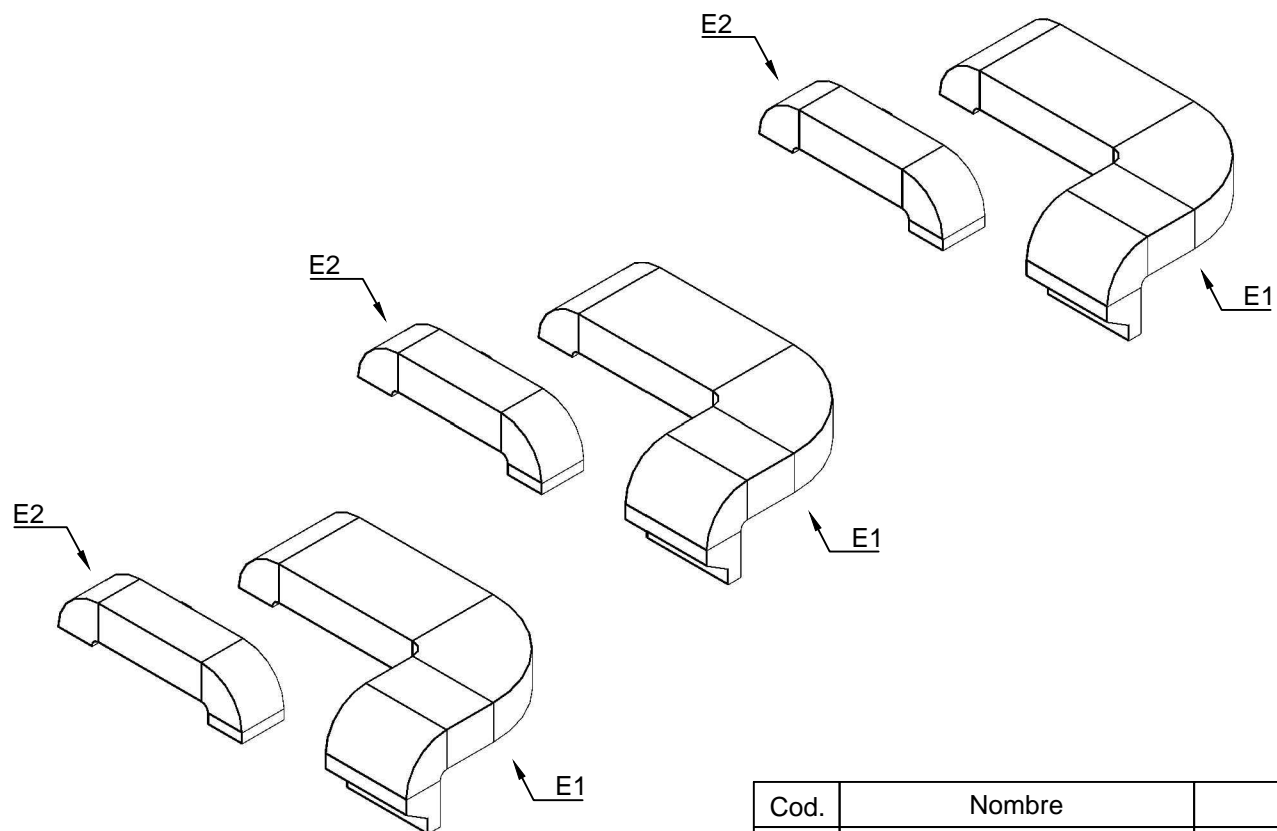
Vistas Generales
Pieza D2



Vista Superior

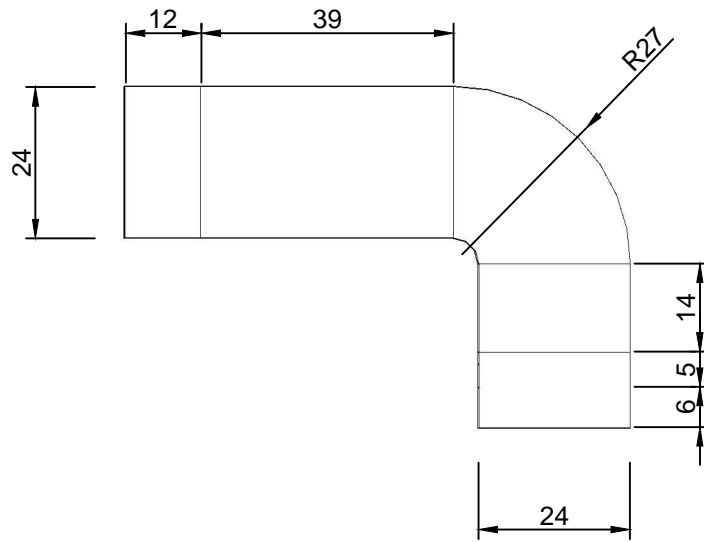
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas B1 y B2	Plano: 20/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Pieza E

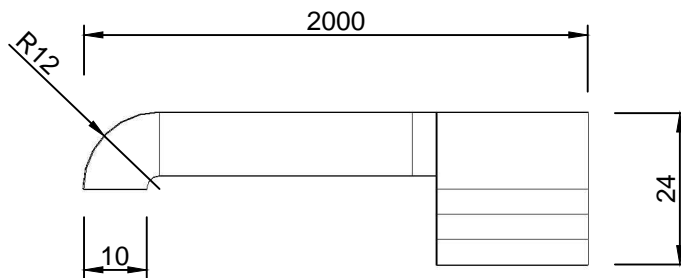


Cod.	Nombre	Descripción	Cant.
E1	Ducto para el sistema de refrigeración	Lámina galvanizada de 1/16" de grosor.	3
E2	Salida de aire caliente por campana de succión	Lámina galvanizada de 1/16" de grosor.	3

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 21/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza E	Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

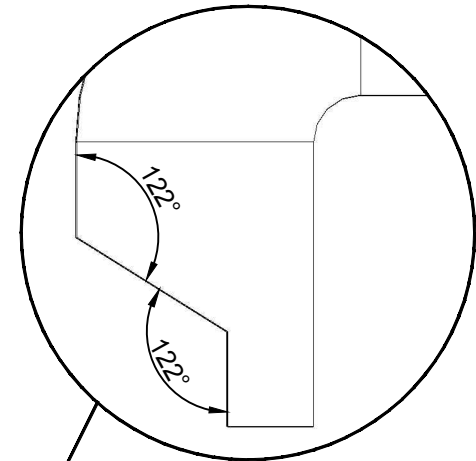


Vista Superior

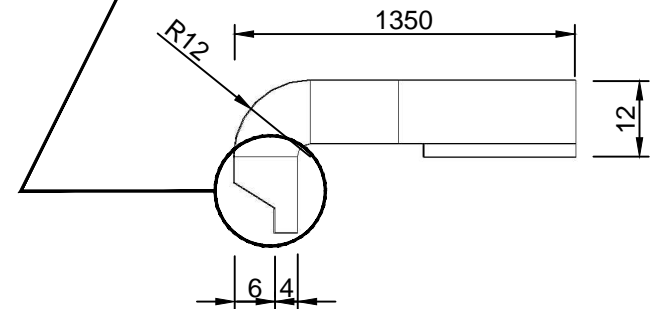


Vista Frontal

Vistas Generales
Pieza E1



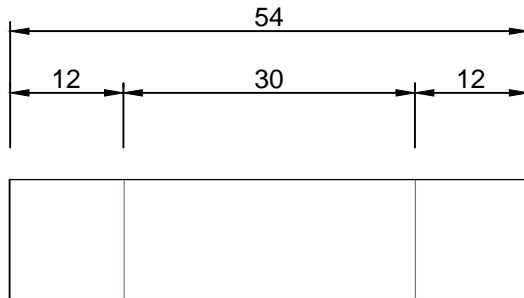
Detalle A
Escala 1:8



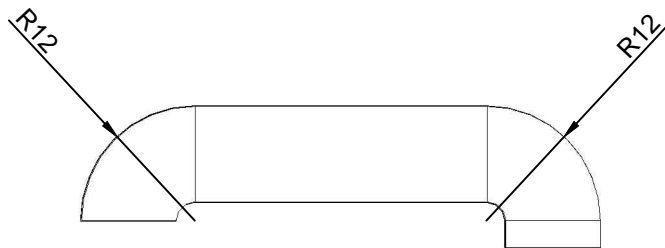
Vista Lateral Derecha

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Pieza E1	Plano: 22/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

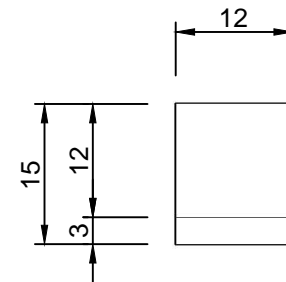
Vistas Generales
Pieza E2



Vista Superior



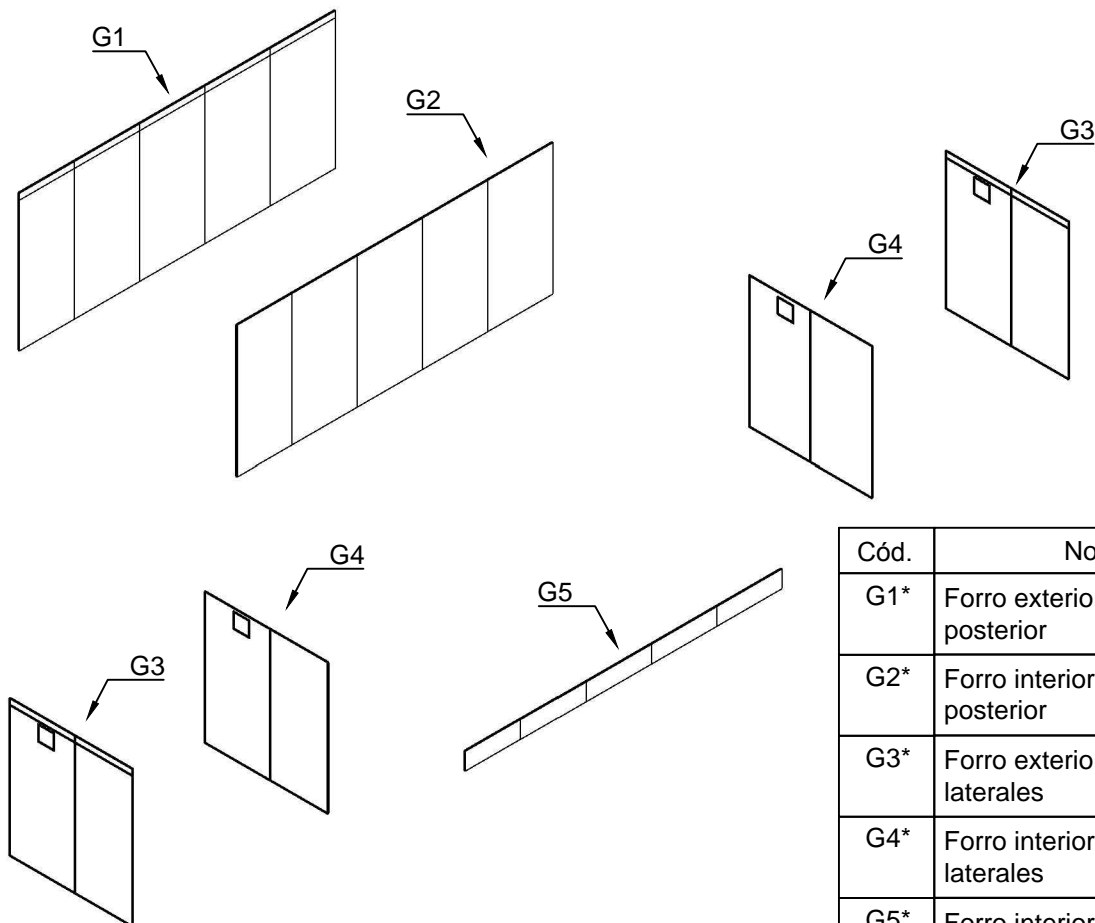
Vista Frontal



Vista Lateral Derecha

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Pieza E2	Plano: 23/32
Proyecto de Grado D.I.	E2	Escala: 1:20
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

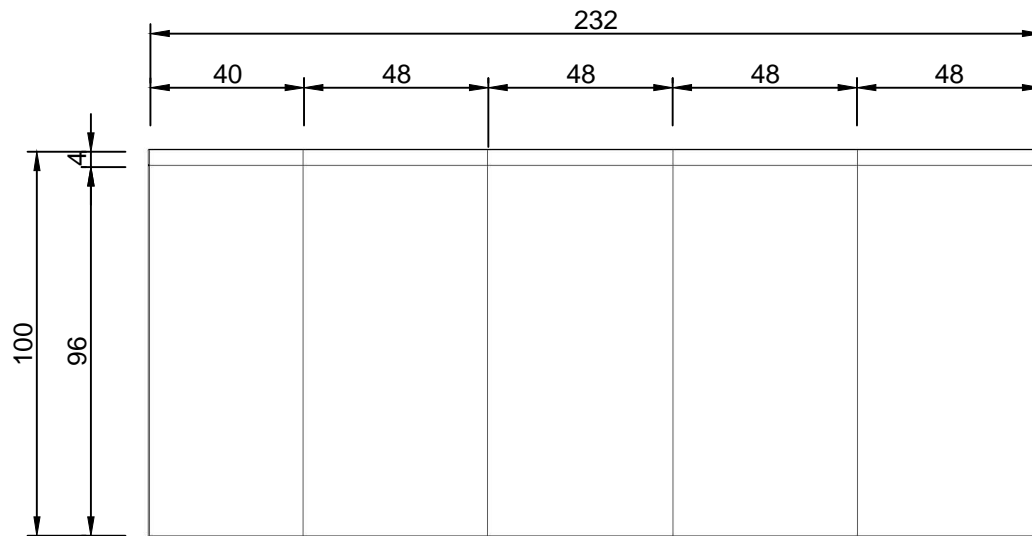
Despiece G



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
G1*	Forro exterior pared posterior	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	1
G2*	Forro interior pared posterior	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	1
G3*	Forro exterior paredes laterales	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	2
G4*	Forro interior paredes laterales	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	2
G5*	Forro interior paredes laterales	Lámina de aluminio de 1 mm. de grosor.	1

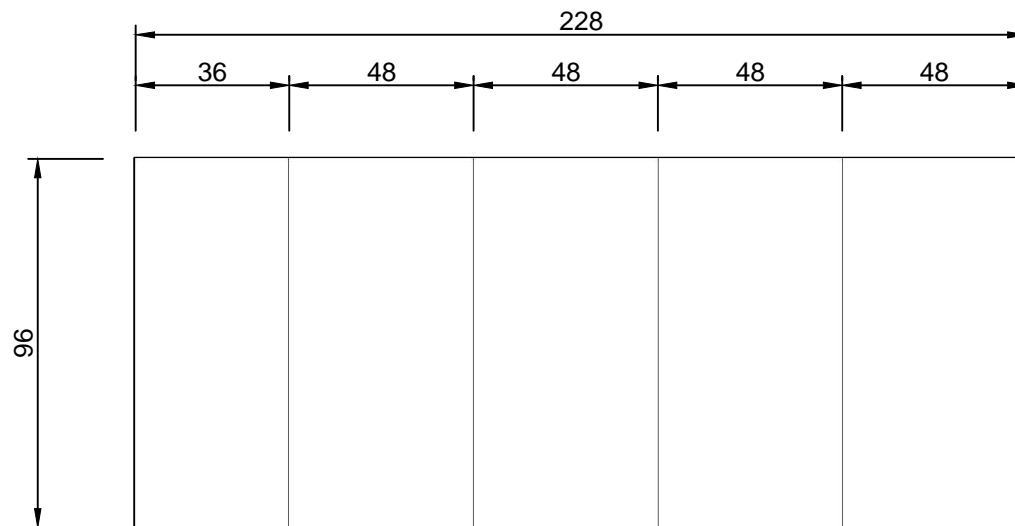
***Nota 1:** Las láminas se venden en planchas de 4 pies por 8 pies.

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 24/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza G	Escala: 1:80
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.



Vistas Generales
Pieza G1

Vista Superior

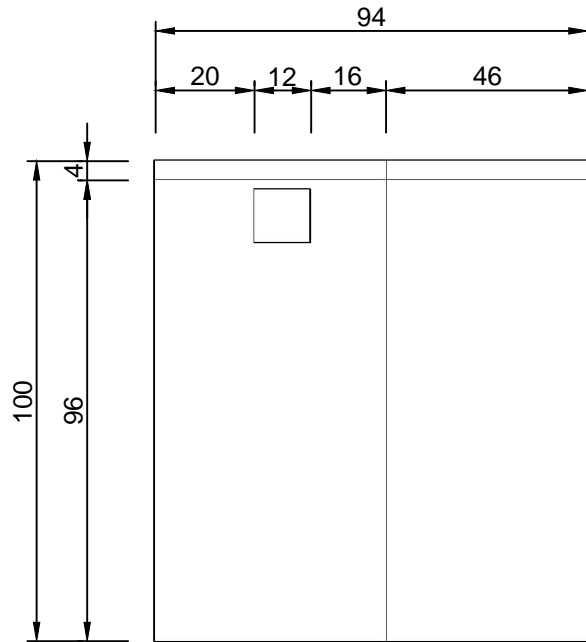


Vistas Generales
Pieza G2

Vista Superior

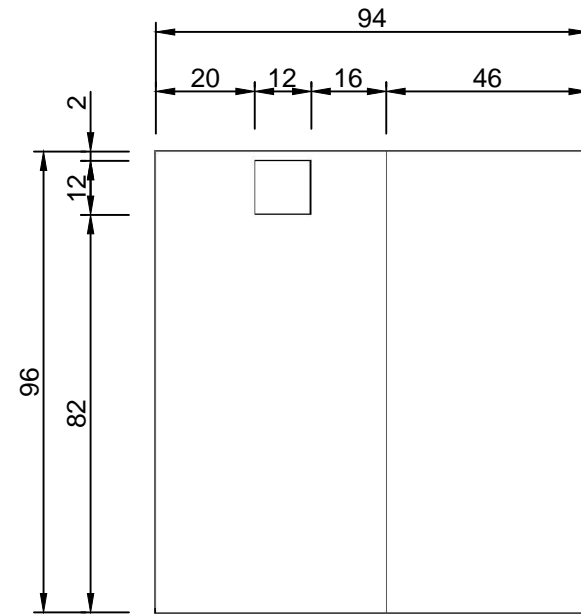
Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas B1 y B2	Plano: 25/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
Pieza G3



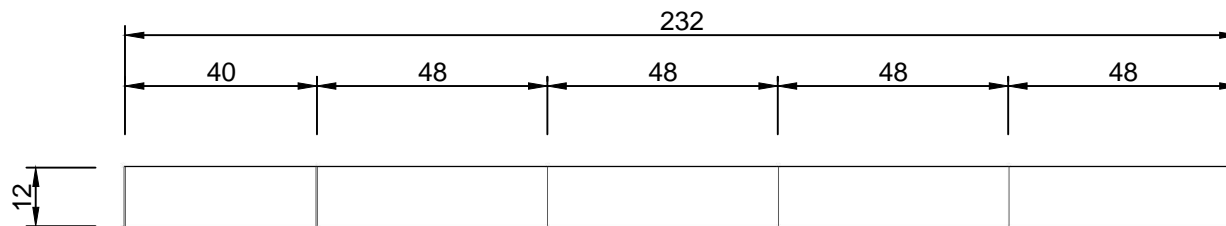
Vista Superior

Vistas Generales
Pieza G4



Vista Superior

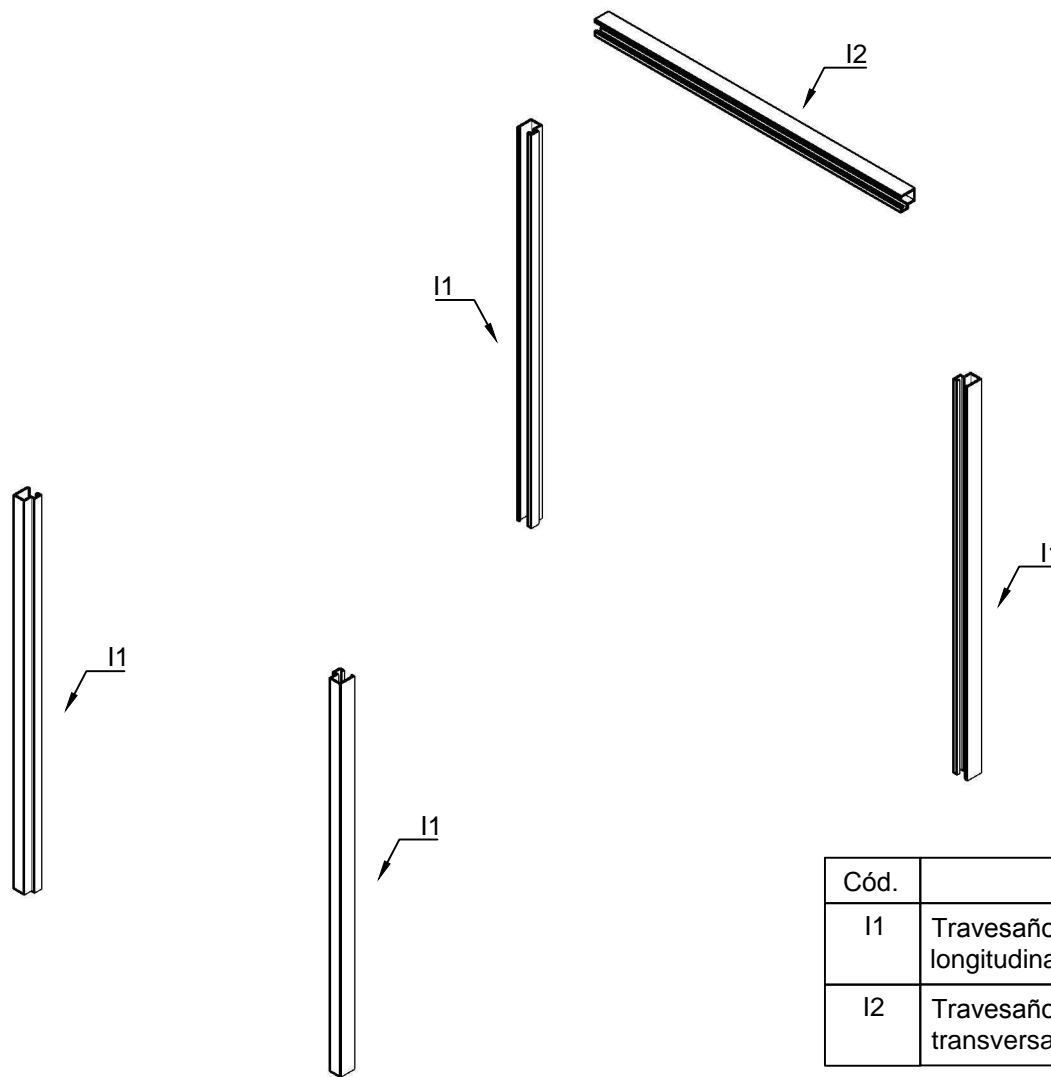
Vistas Generales
Pieza G5



Vista Superior

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas G3, G4 y G5	Plano: 26/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

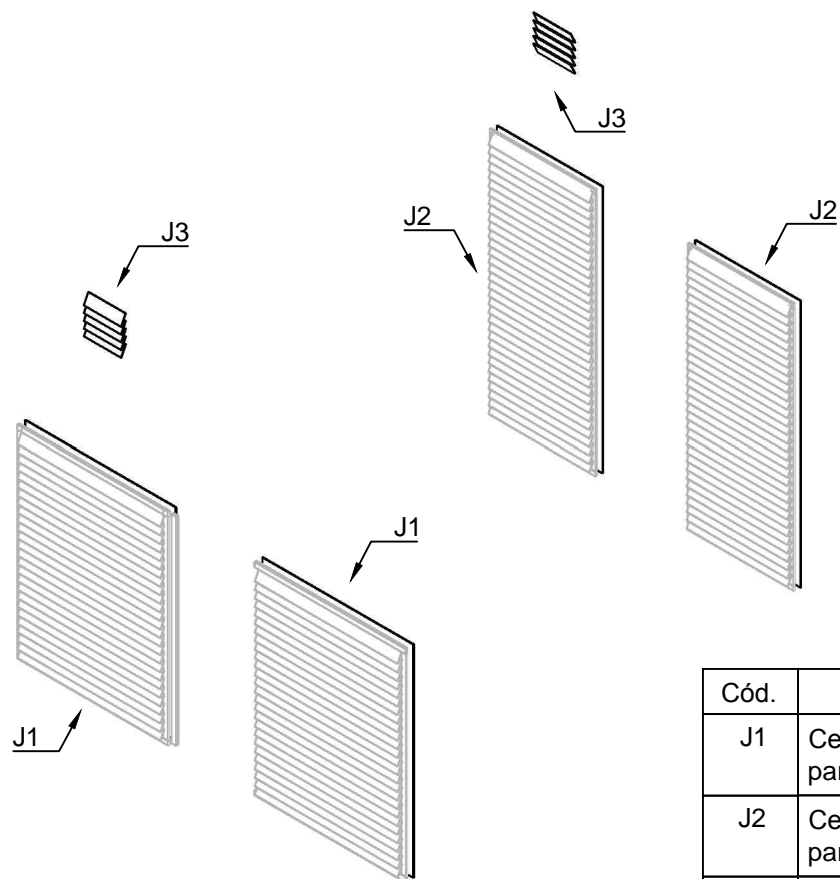
Despiece I



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
I1	Travesaños esquinero longitudinal	Perfiles de moldura de acero de 1/8" de grosor. Largo de 100".	4
I2	Travesaño esquinero transversal	Perfil de moldura de acero de 1/8" de grosor. Largo de 90".	1

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece Pieza I	Plano: 27/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

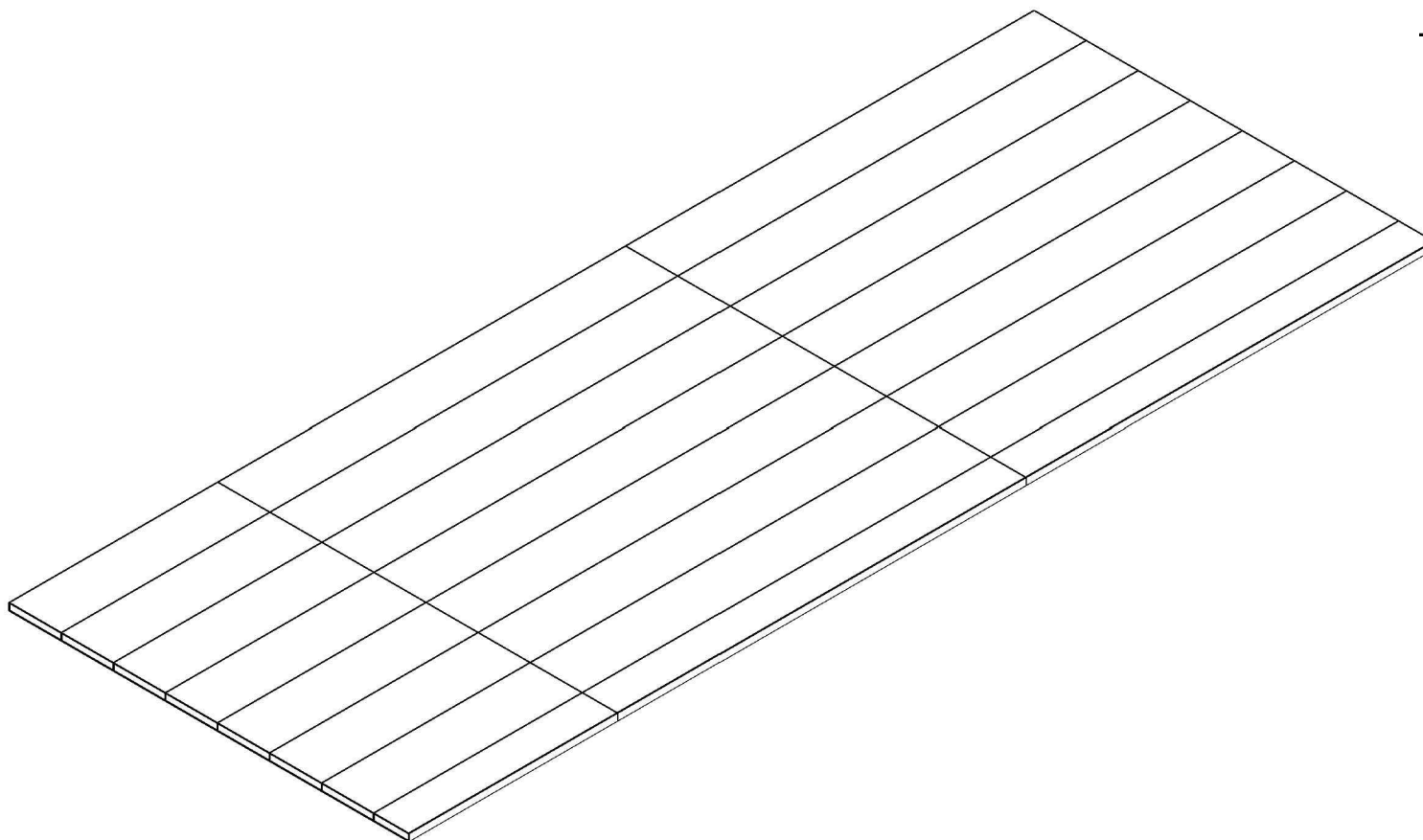
Despiece J



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
J1	Celosía para ventilación pared lateral izquierda.	Largo de 60" x ancho de 44"	2
J2	Celosía para ventilación pared lateral derecha.	Largo de 73" x ancho de 31"	2
J3	Celosía para ventiladores industriales	Largo de 16" x ancho de 11"	2

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 28/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza J	Escala: 1:40
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Pieza K

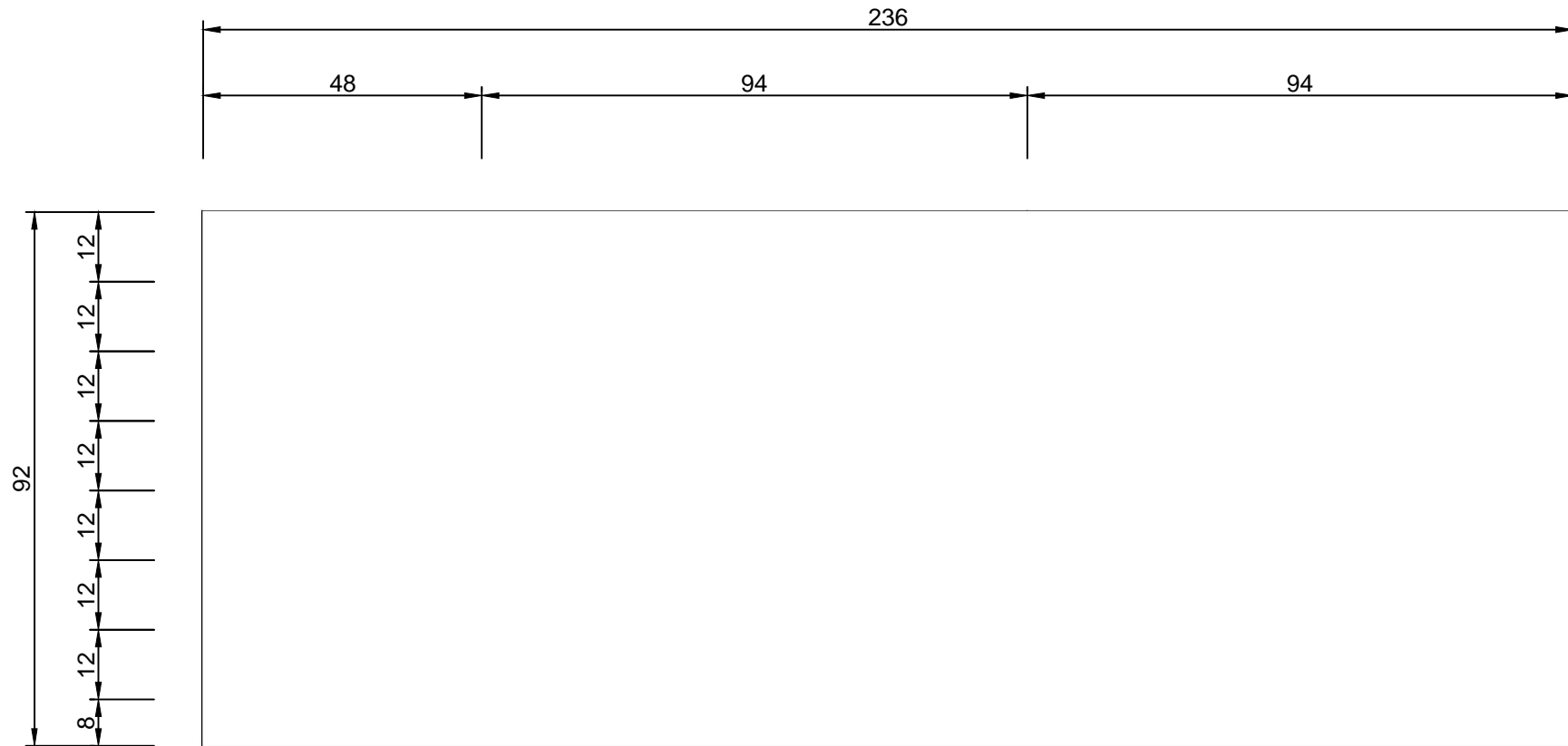


Nombre	Descripción	Cant.
Base de madera	Tablones de pino tratado de 1 1/2" grosor.	1

Nota 1: Los tablones tienen una medida de 12" x 94" y se utilizan 20.

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Isométrica	Plano: 29/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza K	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

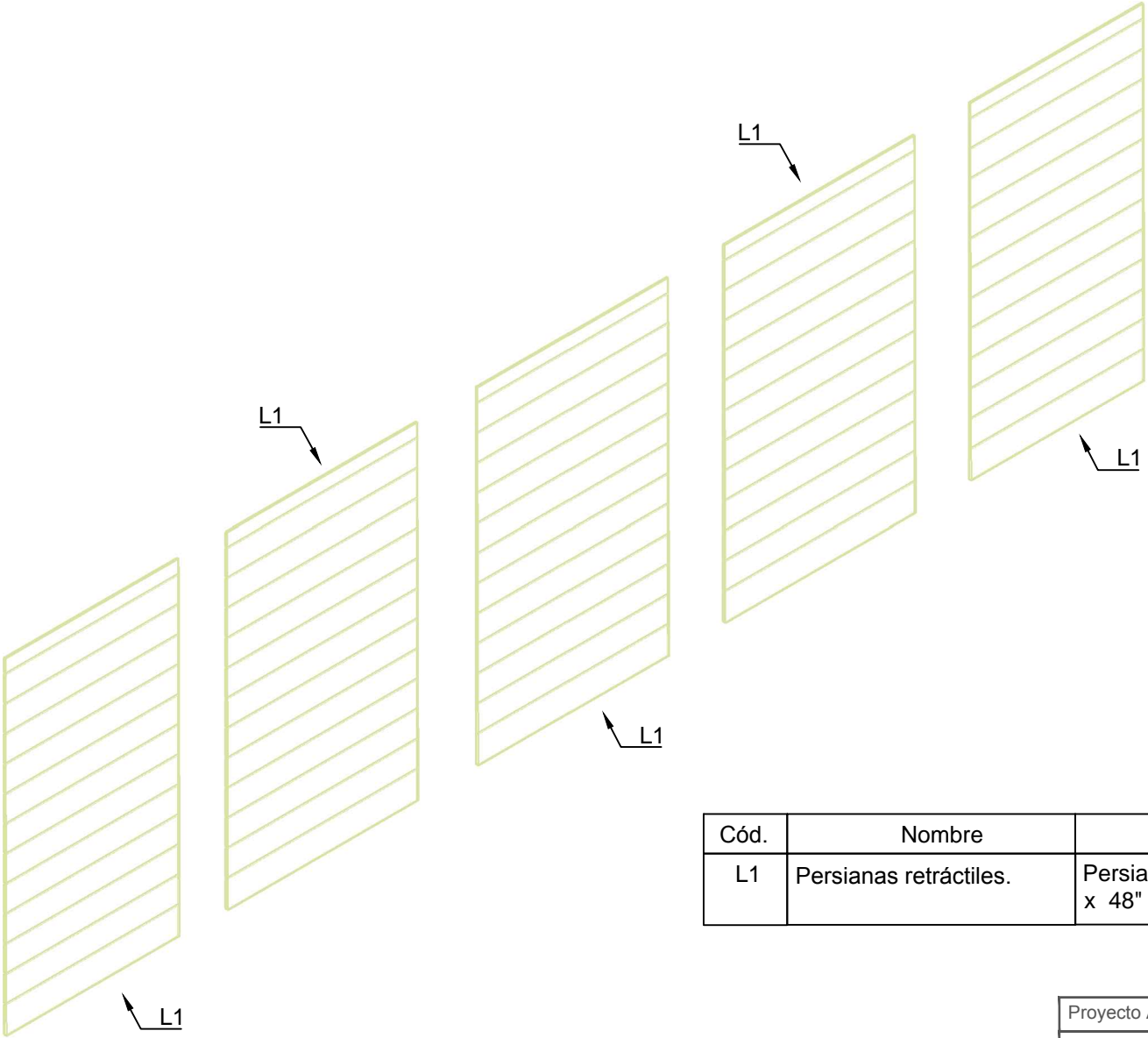
Vistas Generales
K



Vista Superior

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas Generales K	Plano: 30/32
Proyecto de Grado D.I.		Escala: 1:50
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

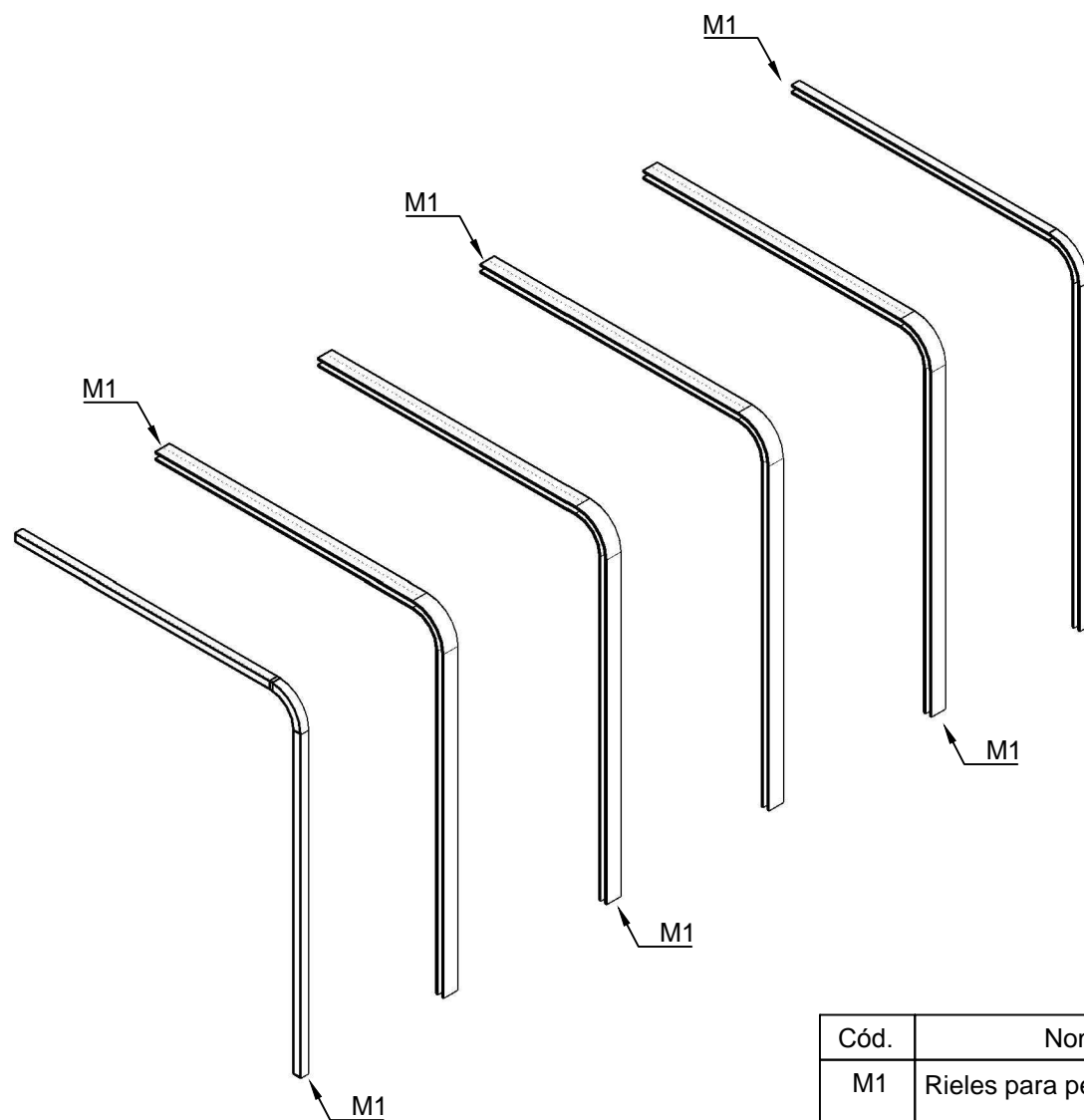
Despiece L



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
L1	Persianas retráctiles.	Persianas de aluminio de 96" de largo x 48" de ancho.	5

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 31/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza L	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

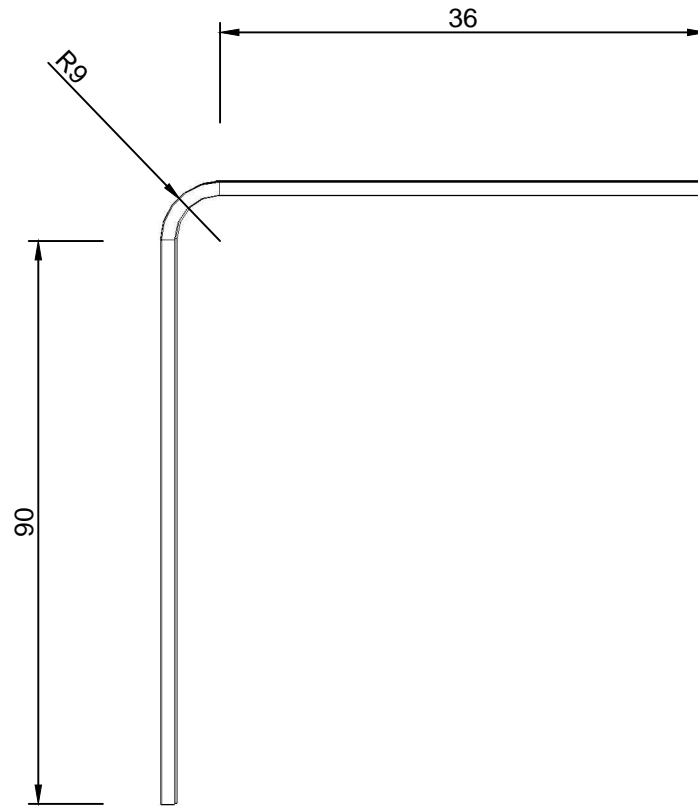
Despiece M



Cód.	Nombre	Descripción	Cant.
M1	Rieles para persiana	Rieles de de 1/8" de grosor. Largo de 99" x ancho de 45"	6

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Despiece	Plano: 32/32
Proyecto de Grado D.I.	Pieza M	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

Vistas Generales
M



Vista Frontal

Proyecto Autodromo Pedro Cofiño de Kaeser Compresores		
Universidad Rafael Landívar	Vistas	Plano: 32/32
Proyecto de Grado D.I.	Generales M	Escala: 1:30
Planos por: Karina Novotny	Noviembre 2014	Medidas en pulg.

8. Proceso de construcción e instalación

FASE I - Construcción del furgón



En esta fase interviene la empresa Transam, subcontratada para la producción del furgón. A pesar de que muchos elementos coinciden con la manera estándar en que se construye un furgón, muchos otros han sido modificados para que cumplan con los requerimientos del proyecto.

Primero se realiza la estructura del suelo, paredes y techo con perfiles de acero, posteriormente se agrega la madera con acabado “chasis black” de forma perpendicular a los travesaños del suelo para darle mayor soporte y estabilidad; encima de esta madera se coloca la lámina labrada de acero. Luego se aplica la

espuma de poliuretano en las paredes y techo, que sirve como aislante. El forro interno y externo se coloca encima de la espuma y se sujeta por medio de remaches. Con fines de imagen, se le agrega un acabado de pintura de poliuretano al forro de aluminio con el color de Kaeser Compresores, y finalmente otros detalles publicitarios con vinyl adhesivo.

Lo último que se instala es el policarbonato del lado en que será visible el cuarto. La película de seguridad se coloca con el policarbonato previamente instalado para evitar daños durante la instalación.

FASE II - Instalaciones internas

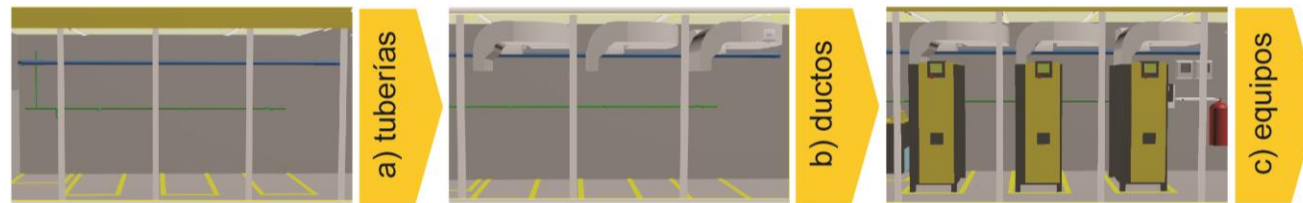


Figura 108. Diagrama Fase 2
Fuente: Realización propia

En la segunda fase interviene tanto Transam, como Kaeser Compresores. Para la instalación de los equipos es necesario asegurar la instalación eléctrica de los mismos y de la iluminación. Las luminarias se instalan sobre la estructura de los rieles de las persianas, por lo que es importante hacerlo previo a la instalación de los ductos, pues están más cercanos al techo.

Las tuberías se fijan a la pared y se dejan preparadas las entradas que se conectan a los equipos. Posteriormente

se instalan los ductos que extraen el aire caliente generados por los compresores.

Como último punto se hace la instalación de los equipos, tomando en cuenta el punto de entrada. Finalmente se instalan los elementos más pequeños, como el extinguidor y la señalización de seguridad industrial.

FASE III - Instalación en Autódromo Pedro Cofiño

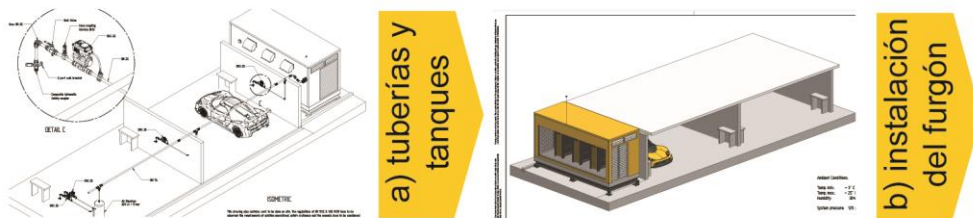


Figura 109. Diagrama Fase 3
Fuente: Realización propia

En la tercera y última fase se llevan a cabo las instalaciones fuera del cuarto de compresores. Es necesario instalar las tuberías a través de los pits, dejando salidas de aire en cada puesto de trabajo. También es importante la integración de las instalaciones exteriores con las interiores, es decir, unir el funcionamiento de los compresores con las tuberías del Autódromo Pedro Cofiño.

Para lograr esto se requiere la instalación del furgón en su lugar. Mientras que el transporte se hace por medio de un cabezal, sobre el cual se instala el cuarto, la instalación debe ser realizada con un montacargas, que lleve el cuarto del furgón hasta la base previamente instalada en el Autódromo.

Para un mayor entendimiento de la instalación en el Autódromo, ver anexo no.2 y 3 , en el que se muestra la manera en que se instala la tubería dentro y fuera del cuarto de compresores.

Diagrama de Instalación en Autódromo Pedro Cofiño

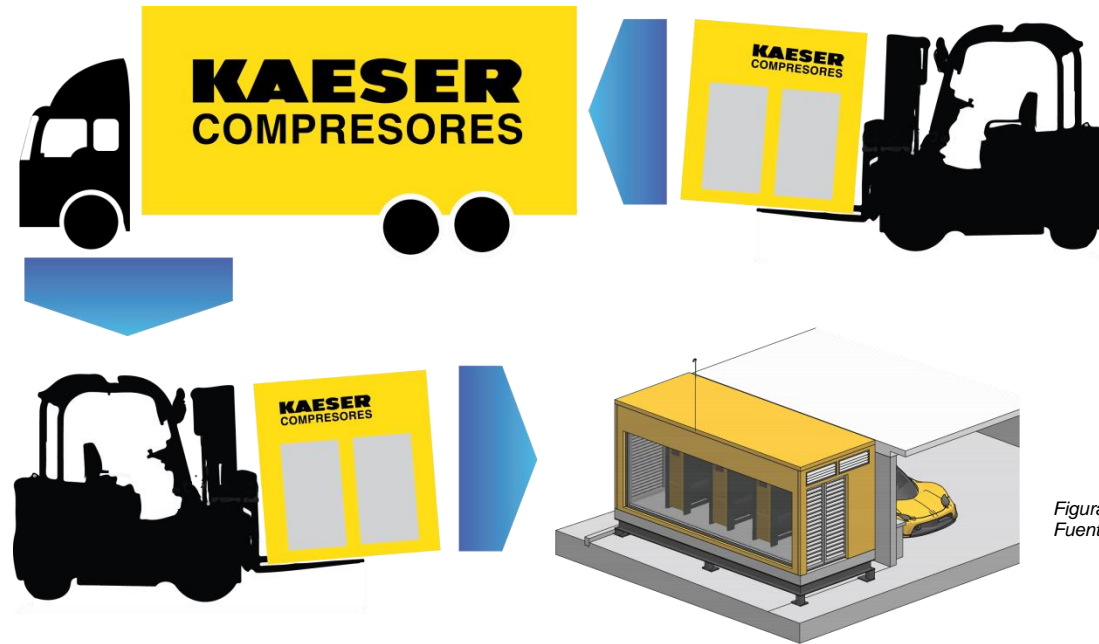


Figura 110. Diagrama Instalación
Fuente: Realización propia

La estructura está adecuada para poder ser movilizada por un montacargas de carga pesada; éste se utiliza tanto para montar la estructura sobre el cabezal, como para moverla del cabezal a la base destinada para la instalación en el Autódromo.

Figura 111. Montacargas
Fuente: <http://www.hyster.com/>



9. Maqueta

a) Estructura
Perfiles para marco y travesaños realizados con cartón.



b) Base
Tablones de madera a escala.



c) Lámina
Planchas a escala texturizadas para simular piso antirresbalante.



d) Ventilación Natural
Realizado a escala con cartón.



e) Ventilación Forzada
Instalada en los laterales.



g) Instalaciones previas
Ductos de extracción y elementos de seguridad industrial



f) Extracción y otros elementos
Elementos previo a su ensamble.

Figura 112. Diagrama proceso de maqueta 1
Fuente: Realización propia

h) Comprobación de espacios
Instalación de maquinaria en el interior.



i) Instalaciones internas
Delimitación de máquinas,
instalación de tubería y ductos.



j) RESULTATO



Figura 113. Diagrama proceso de maqueta 2
Fuente: Realización propia



Figura 114. Maqueta vista frontal
Fuente: Realización propia



Figura 114. Maqueta vista posterior
Fuente: Realización propia



Figura 115. Maqueta vista lateral
Fuente: Realización propia



Figura 116. Maqueta vista lateral 2
Fuente: Realización propia

10. Costos

Para determinar los costos estimados del proyecto, se utilizaron los costos de los equipos requeridos, así como las cotizaciones del costo de producción de la estructura, y las instalaciones eléctricas y tubería. A continuación se muestra dicho presupuesto, determinando la inversión inicial necesaria, el costo de mantenimiento, etc. De esta manera se logra tener un estimado de la Tasa Interna de Retorno teniendo en cuenta todos los factores anteriormente mencionados, y tomando como tarifa mensual el valor de la publicidad que recibe a cambio Kaeser Compresores.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	INSUMOS	COSTO	U. DE MEDIDA	CANTIDAD	TOTAL
Diseño Industrial	Implica: Investigación y análisis, visitas, pruebas de materiales, bocetaje y desarrollo de propuestas, concretización de diseño final, realización de planos, desarrollo gráfico de propuesta y maqueta.	Computadora con softwares de diseño, internet, papel y material para desarrollo de propuestas gráficas, gasolina, teléfono y gastos personales necesarios.	Q. 150.00	horas	200	Q. 30,000.00

Figura 117. Tabla beneficio diseñador
Fuente: Realización propia

Descripción	Precio (Iva incluido)	Precio sin iva
3 x SK15 Aircenter	\$ 58,044.00	51,825.00
1 Aquamat CF19	\$ 1,945.00	1,736.61
1 x SAM 4/4 con SAC +	\$ 12,361.00	11,036.61
2 x KOR100	\$ 1,118.00	998.21
3 x Eco drains 12	\$ 2,214.00	1,976.79
1 x SmartPipe	\$ 53,660.00	47,910.71
1x Furgon	\$ 16,548.08	14,775.07
Instalaciones eléctricas	\$ 12,844.63	11,468.42
Diseño de furgón	\$ 2,886.96	2,577.65
Inversion inicial	\$ 161,621.68	144,305.07
Inversion Inicial	\$ -161,621.68	- 144,305.07
Costo de operación mantenimiento	-12000	\$ -10,714.29
Vida útil	10	
Ingresos anual	78,735.40	70,299.47

Tipo de cambio	7.62046
Ingresos mensuales	50000
Costo de Mantenimiento anual	12000
Vida útil	10
Valor de salvamento	50000
Tasa de interés	4%

Figura 118. Tabla costos del proyecto piloto
Fuente: Realización propia

Año	Flujos	ACUMULADO
0	\$ -144,305.07	\$ -144,305.07
1	59,585.18	\$ -84,719.89
2	59,585.18	\$ -25,134.71
3	59,585.18	\$ 34,450.48
4	59,585.18	\$ 94,035.66
5	59,585.18	\$ 153,620.84
6	59,585.18	\$ 213,206.02
7	59,585.18	\$ 272,791.21
8	59,585.18	\$ 332,376.39
9	59,585.18	\$ 391,961.57
10	109,585.18	\$ 501,546.75
TIR	40%	
TMAR	20%	

Figura 119. Tabla TIR y TMAR
Fuente: Realización propia

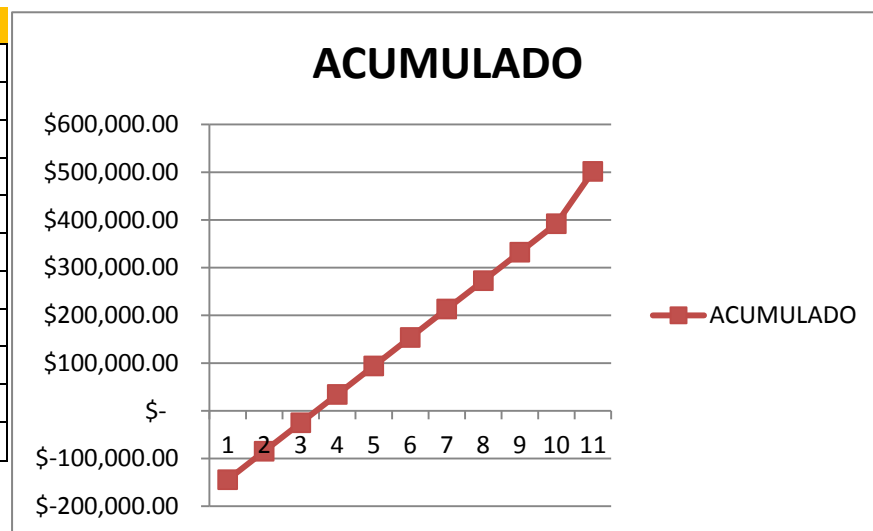


Figura 120. Gráfica TIR y TMAR
Fuente: Realización propia

Al momento de evaluar un proyecto o inversión, es de suma importancia tomar en cuenta cuáles son las variables que afectan positiva o negativamente el éxito del mismo. El diagrama de sensibilidad permite reunir las variables más importantes de una propuesta y conocer cuáles son las que, en caso de tener un aumento o disminución, afectarían más éste. En el siguiente diagrama se puede observar que los ingresos anuales son los que más inciden en el éxito de este proyecto, ya que una variación del 10% podría representar hasta 3 años más en el retorno de la inversión. Mientras que las otras variables, al incrementar o disminuir tienen, un menor efecto en el éxito del mismo.

Figura 121. Tabla sensibilidad
Fuente: Realización propia

Costo Inicial	\$ -144,305.07				
Valor de rescate	\$ 50,000.00		pago Ci	pago Coa	pago R
Vida	10		54179.68094	51780	45743.74475
COA	\$ 12,000.00			52979.68094	49961.71285
Ingresos anuales	\$ 42,179.68			54179.68094	54179.68094
TMAR	15%			55379.68094	58397.64904
				56579.68094	62615.61713
Porcentaje	CI	COA	Ingresos anuales	vida	TMAR
-20%	\$ -115,444.06	\$ 9,600.00	\$ 33,743.74	8	12%
-10%	\$ -129,874.56	\$ 10,800.00	\$ 37,961.71	9	14%
0%	\$ -144,305.07	\$ 12,000.00	\$ 42,179.68	10	15%
10%	\$ -158,735.58	\$ 13,200.00	\$ 46,397.65	11	16%
20%	\$ -173,166.08	\$ 14,400.00	\$ 50,615.62	12	18%

Sensi CI	Sensi COA	Sensi R	Sensi vida	Sensi TMAR
\$ 33,639.82	\$ 25,489.20	\$ 19,453.27	\$ 25,663.79	\$ 31,489.18
\$ 30,764.51	\$ 26,689.20	\$ 23,671.23	\$ 26,915.79	\$ 29,701.56
\$ 27,889.20	\$ 27,889.20	\$ 27,889.20	\$ 27,889.20	\$ 27,889.20
\$ 25,013.89	\$ 29,089.20	\$ 32,107.17	\$ 28,660.91	\$ 26,667.86
\$ 22,138.58	\$ 30,289.20	\$ 36,325.14	\$ 29,282.21	\$ 24,195.42

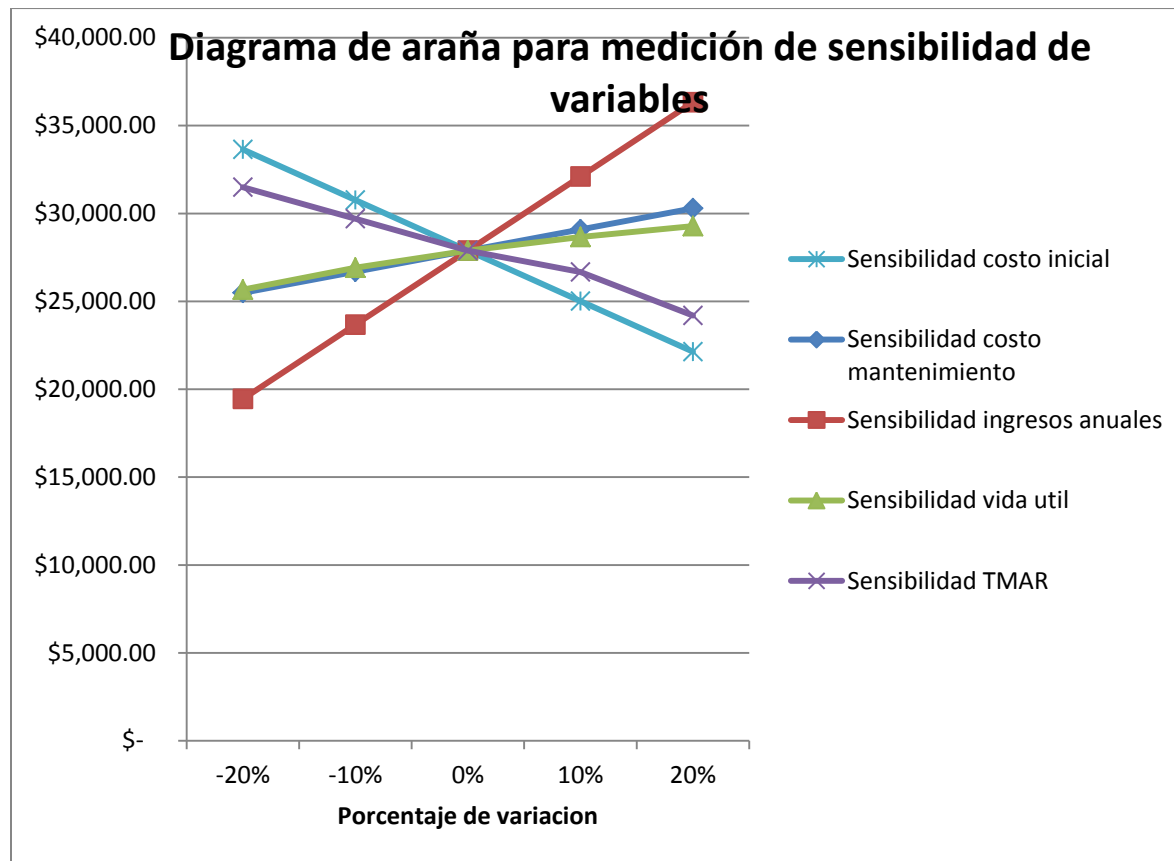


Figura 122. Gráfica de sensibilidad de variables
 Fuente: Realización propia

VI. VALIDACIÓN

Para validar el cuarto de compresores Kaeser transportable, con fines tanto prácticos como de exhibición, logrado por medio de la integración interdisciplinar, se tomaron en cuenta varias categorías.

1. Funcionalidad estructural
2. Funcionalidad de componentes
3. Cumplimiento de requerimientos
4. Diseño y coherencia con marca

Para algunos de los puntos anteriormente mencionados, se tomaron en cuenta opiniones tanto de expertos como personas al azar con conocimientos tanto de sistemas de aire como de la marca Kaeser Compresores.

Además se incluye en cada punto la importancia de la integración de las disciplinas, así como el aporte de cada una durante el proceso de desarrollo y validación.

1. Funcionalidad Estructural

Para validar este punto, fue muy importante tener el conocimiento exacto de los materiales que se utilizarán, como la manera en que está fabricada la estructura del furgón. Para iniciar con el proceso de validación de esta etapa, fue necesario generar un modelo 3D con las medidas y especificaciones reales del objeto.

A partir de esto, se hace posible la realización de una simulación en el programa Inventor de Autodesk, en el que se realizó un análisis de la estructura y distribución de pesos dentro del furgón.

Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- a) Importación del modelo 3D a Inventor como un sólido.



Figura 123. Modelo 3D como sólido
Fuente: Realización propia

- b) Determinación de restricciones, ensamblaje y armado. En este paso se determinan puntos de soldadura y unión de caras.
- c) Asignación de materiales a las partes.
- d) Condiciones para la simulación, se determina cuál es la base, y los puntos que tocan el suelo para evitar que se simule el desplazamiento en dichas piezas.
- e) Aplicar cargas distribuidas sobre la estructura, describiéndolas en Pa sobre el área que ocupa cada compresor.

En este caso, cada carga equivale a 8539 Pa.

- f) Generación de enmallado de elementos finitos, método computacional de aproximación a la realidad por medio de la conversión de los sólidos a polígonos. Mientras más polígonos se generen, mayor será la aproximación a la realidad al momento de realizar la simulación estructural.

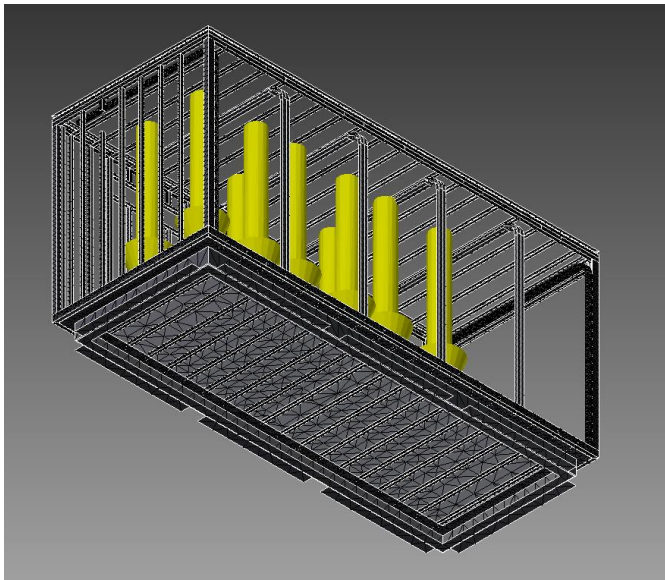
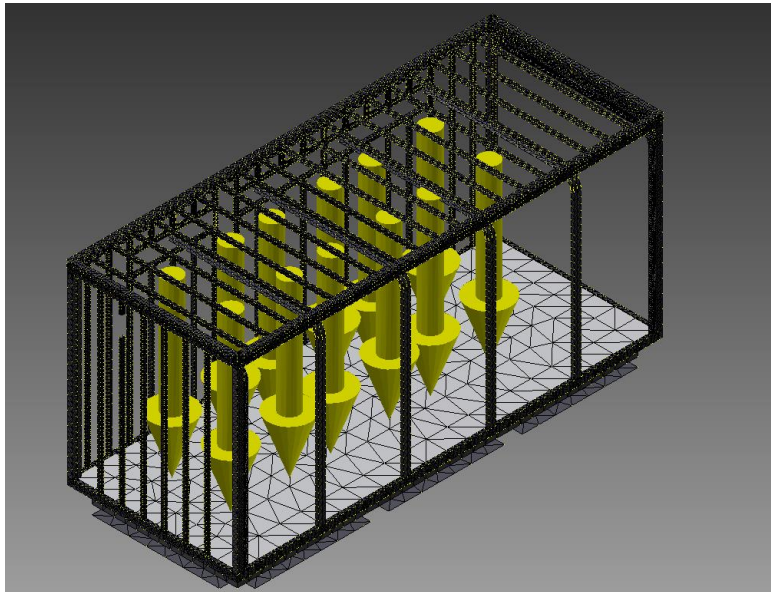


Figura 124 y 125. Enmallado de elementos finitos
Fuente: Realización propia

g) Realización de simulación, en la cual se determina la reacción de la estructura ante las cargas. Se concluye la resistencia de la estructura por medio de distintos criterios, en cada uno se demuestra una reacción distinta. En este caso se utilizaron los siguientes.

1. Estrés Von Mises

Este análisis compara el estrés causado en una pieza contra la resistencia del material utilizado en la misma. Su utilización es muy común en el diseño de estructuras, pues si el valor máximo de estrés Von Mises es mayor a la resistencia del material en sí, se puede decir que el diseño fallará. Por tratarse de una unidad de presión, el estrés es medido en MPa.

En este caso, se puede observar que la estructura resiste correctamente el estrés que causa la carga distribuida sobre ella. Se pueden observar áreas donde el estrés es mayor, sin embargo no genera ningún riesgo.

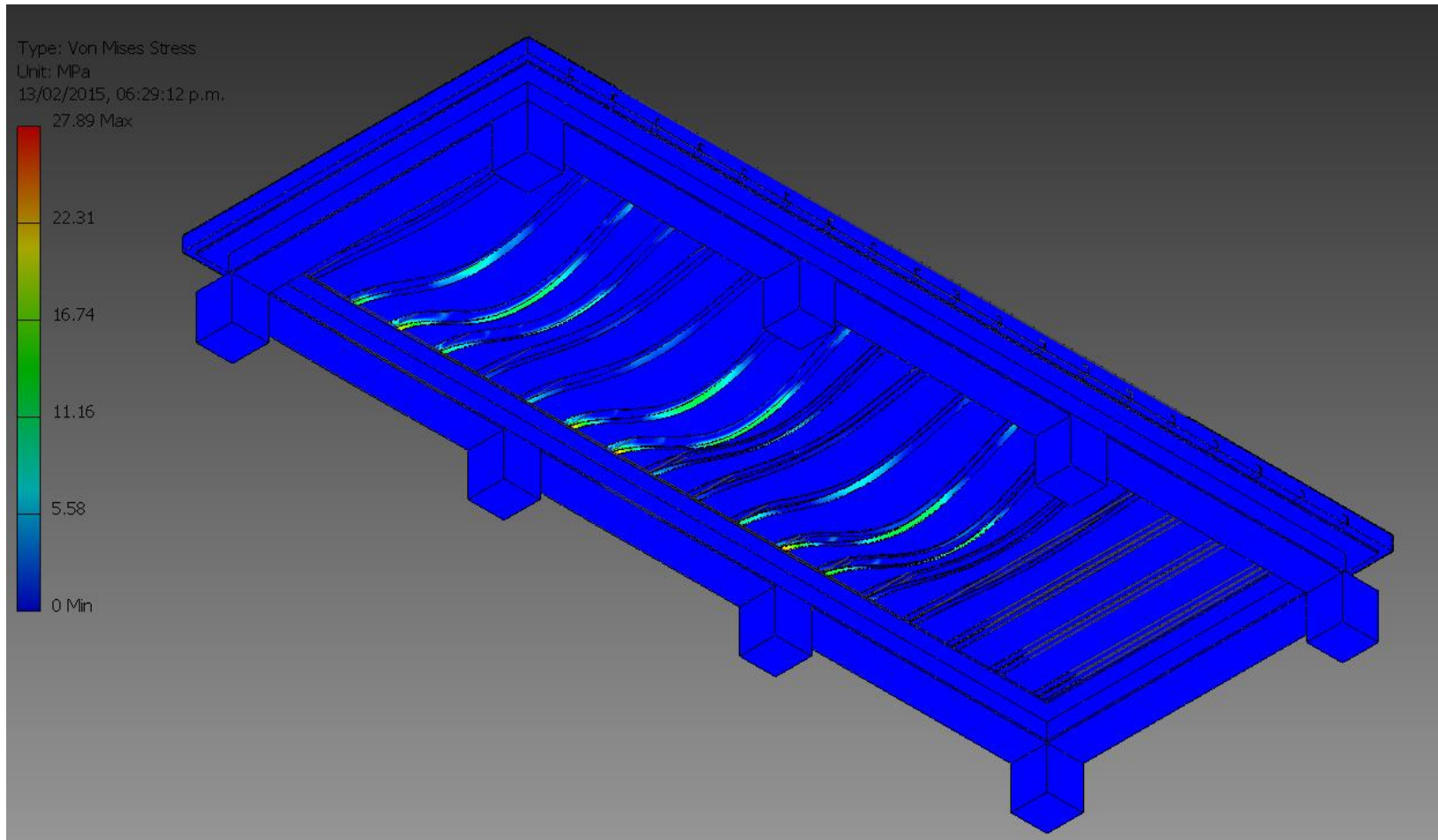


Figura 126 Estrés de Von Mises
Fuente: Realización propia

2. Desplazamiento

Este análisis brinda como resultado el índice de desplazamiento de las piezas sobre las cuales se distribuye la carga. Es decir, qué tanto se deforma el material cuando es sometido a estrés.

Como lo demuestra la barra de la izquierda, las partes que más se acercan al color rojo, son las que cuentan con un mayor índice de desplazamiento.

En este caso, el índice máximo de desplazamiento es de únicamente 0.56 mm.

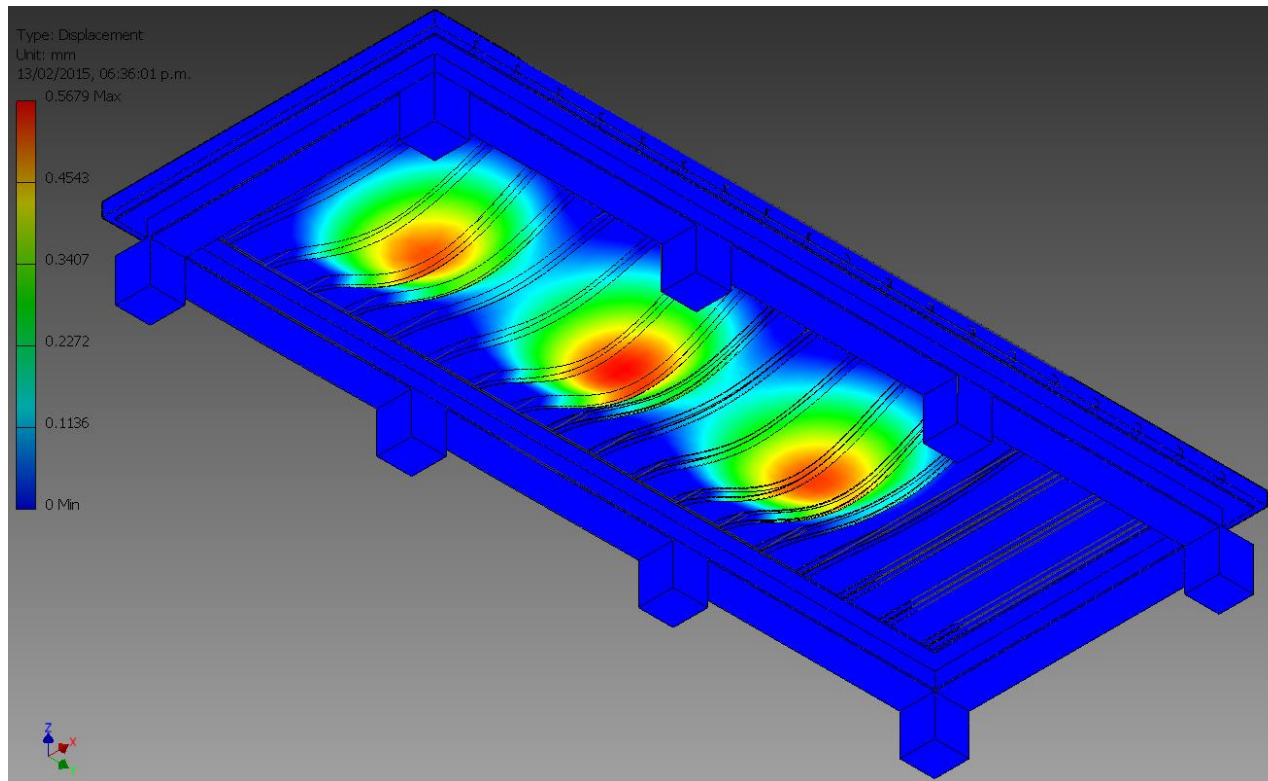


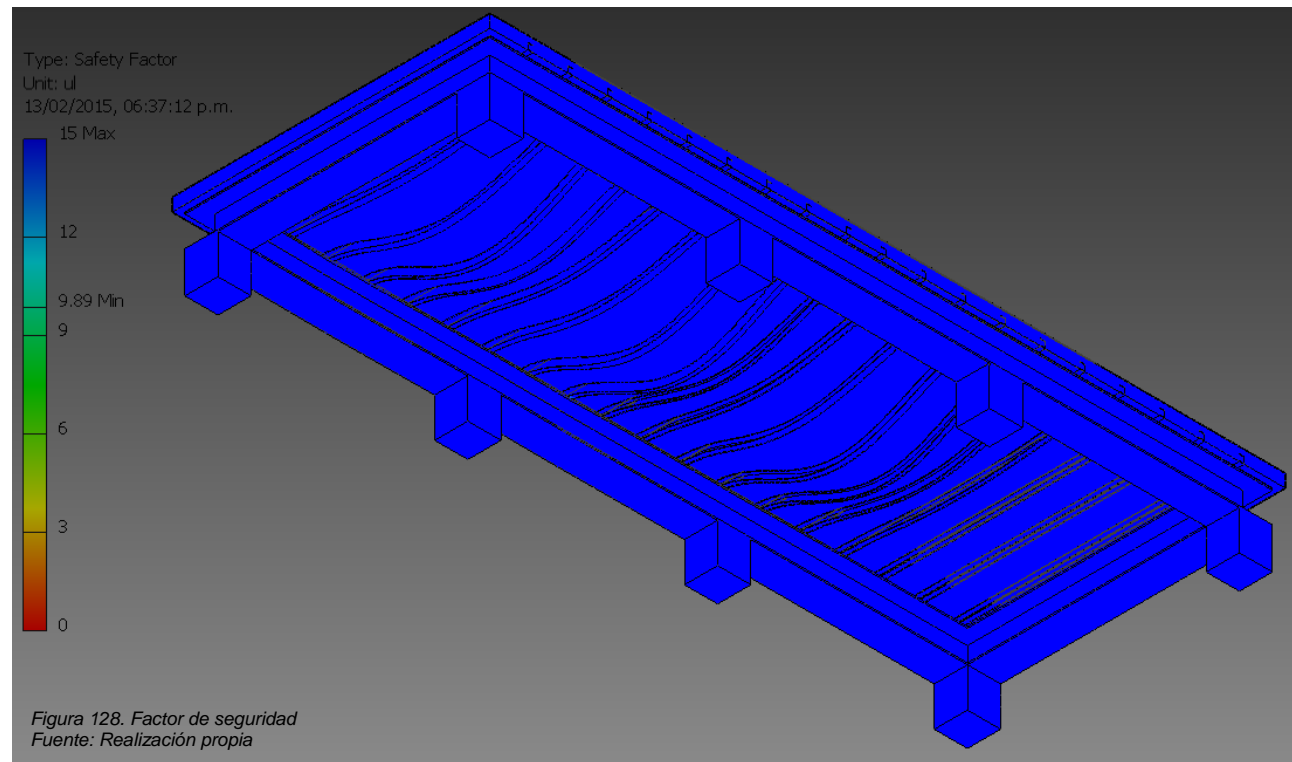
Figura 127. Desplazamiento
Fuente: Realización propia

3. Factor de Seguridad

Es un término que describe la capacidad estructural de un sistema más allá de las cargas realmente distribuidas en la misma. Es decir, cuántas veces más resiste la estructura que a lo que realmente se va a someter.

En este caso, con los materiales y las cargas utilizadas, se recomienda un factor de seguridad mínimo de 9.89, y como se observa en la siguiente imagen, la estructura cumple con un factor de seguridad de hasta 15 en toda la estructura.

Con esto se puede concluir que la estructura, en efecto, resiste las cargas a las que será sometida y que no hay riesgo de que no lo haga a menos que se someta a una carga 15 veces mayor que la aplicada.



2. Funcionalidad de componentes

2.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS			
A continuación se muestran las elecciones finales de los distintos elementos de los que se compone un sistema de aire comprimido, los cuales fueron descritos anteriormente. Éstos serán instalados dentro del cuarto de compresores o en los pits. La elección de componentes fue realizado por el equipo de ingeniería de Kaeser Compresores, basándose en estudios de presión, caudal y potencia necesarios en el Autódromo Pedro Cofiño.			
ÁREA	REQUERIMIENTO	COMPONENTE ELEGIDO	% DE CUMPLIMIENTO
Compresor	Debe cumplir con la demanda de aire en el Autódromo Pedro Cofiño.	SK15 (x3), uno de ellos es de reserva en caso de que haya alguna falla.	100%
Secador	Proporcionar aire seco al sistema.	El compresor SK15 es un sistema integrado que incluye secador.	100%
Drenado	Realizar el correcto tratamiento del agua que genera la compresión del aire, y separarla de residuos de aceite.	Aquamat CF-19	100%
Filtración	Reducir el número de partículas que trae el aire, para que éste sea más puro.	KOR 100 (x3), uno en la salida de cada compresore, previo a ingresar a la tubería del sistema.	100%
Almacenamiento	Almacenar la cantidad adecuada de aire comprimido para que todos los pits del Autódromo cuenten con flujo constante a pesar de bajas en el sistema.	Air Receiver 350 lt/ 11 bar, uno en cada pit.	100%

	Ventilación	Lograr circulación natural y forzada.	(x5) ventiladores industriales de 3800cfm.	90%
--	-------------	---------------------------------------	--	-----

Figura 129. Tabla de validación de elección de componentes
Fuente: Realización propia

Diagrama de Tuberías e Instrumentación

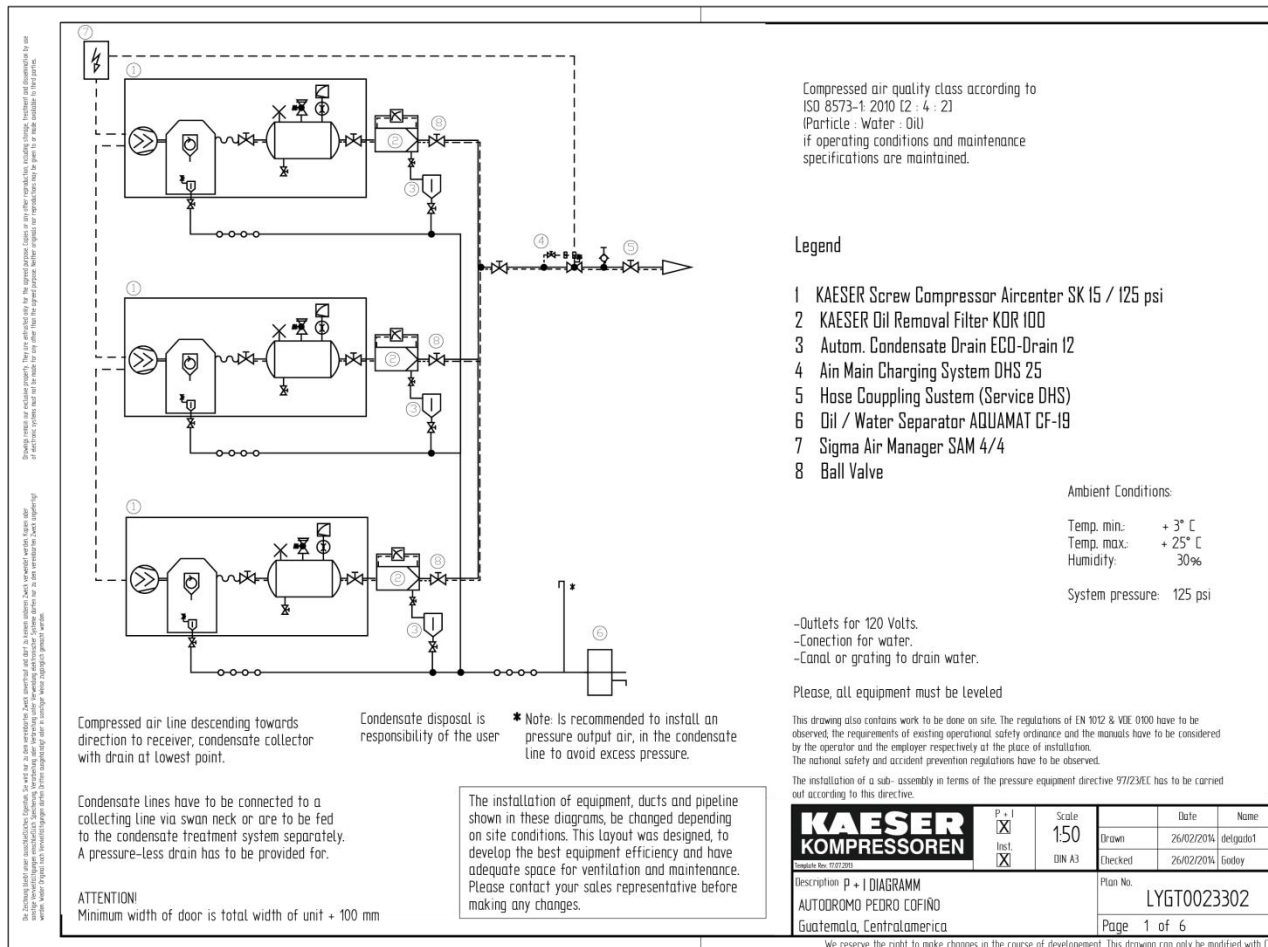


Figura 130. Diagrama P+I
Fuente: Kaeser Compresores

2.2 SEGURIDAD INDUSTRIAL

A continuación se enlistan los elementos de seguridad industrial que fueron tomados en cuenta para el proyecto. Dichos elementos fueron descritos anteriormente, y son necesarios para un ambiente de trabajo seguro.

ÁREA	REQUERIMIENTO	SOLUCIÓN	% DE CUMPLIMIENTO
Señalización cualitativa	La señalización debe mostrar a los operarios las precauciones básicas que se deben tomar, tales como: equipo de protección, salida de emergencia y la ubicación del extintor	Se colocaron indicadores de extintor, salida, y necesidad de uso de equipo de protección auditiva.	100%
Señalización cualitativa	Se debe identificar todo fluido que corra por tuberías con la dirección del mismo.	Se colocó la dirección del flujo de la tubería de aire, y la tubería de condensado dentro del cuarto de compresores.	100%
Control de ruido	Utilizar materiales aislantes de ruido para evitar un volumen límite de 80 dB en el exterior del cuarto.	Se utilizó espuma de poliuretano de una densidad de 40.6 kg/m ³ .	80%
Control de ruido	Indicar a operarios que utilicen protección auditiva mientras trabajen dentro de la sala.	Como se menciona anteriormente en señalización cualitativa.	100%
Temperatura / Iluminación	Las lámparas no deben influir en la temperatura interna del cuarto.	Lámpara fluorescente Tecno-lite, no genera un cambio significativo en la temperatura interna del cuarto.	80%

	Iluminación	Las lámparas deben generar luz blanca de más de 300 lúmens.	Modelo de la lámpara: FLCD-13W/41-T2 , genera 779 lms.	100%
	Ventilación	Generar salidas de aire caliente de los compresores al exterior del cuarto.	Ver planos de ductos de salida.	100%
	Ventilación	Circulación constante de aire dentro del cuarto para mejor funcionamiento de los compresores	Utilización de ventiladores para circulación forzada de aire.	90%

Figura 131. Tabla de validación
Fuente: Kaeser Compresores

A pesar de que no todas las áreas de seguridad industrial cumplen al 100% con los requerimientos, el porcentaje de cumplimiento se encuentra en los límites de lo aceptable, ya que los operarios trabajan en el interior por períodos muy cortos de tiempo.

Por otro lado, en este apartado es prudente mostrar también la validación en cuanto a la adecuación

ergonómica, pues este análisis forma parte de la seguridad industrial y a la manera en que trabajan los operarios en torno a la maquinaria.

Es importante comparar las medidas antropométricas del perfil 95 especificadas anteriormente, contra los planos de ubicación de maquinaria que se encuentran en el anexo no.1.

2.3 ADECUACIÓN ERGONÓMICA

En este apartado, se comparan las medidas indicadas en los requerimientos contra las fichas técnicas de los equipos y las posturas o movimientos que realiza un operario dentro del cuarto de compresores.

ÁREA	REQUERIMIENTO	MEDIDA	% DE CUMPLIMIENTO
Altura interna del cuarto	Alcance máximo vertical: percentil 95 - 222 cm	240 cm	100%
Ancho interno del cuarto	Posición de gateo, longitud máxima: percentil 95 - 149 cm	233 cm	100%
Ancho de pasillo interior	Anchura máx. cuerpo: percentil 95 - 62 cm	43 cm	70%
Espacio entre compresores	Profundidad máxima del cuerpo : percentil 95 - 34 cm	57 cm	100%
Espacio entre compresores	Anchura máx. cuerpo: percentil 95 - 62 cm	57 cm	92%

Figura 132. Tabla de validación ergonomía
Fuente: Realización propia

Conclusión:

En cuanto a la adecuación ergonómica, se cumplieron en su mayoría los requerimientos al 100%, sin embargo el espacio en definitiva representa una limitante. Es importante mencionar que aunque algunos requerimientos no cumplen con el porcentaje completo

para las posturas, aún es posible realizar el mantenimiento de las máquinas dentro del cuarto, pues los espacios con los que se cuenta están adecuados para que se puedan abrir los compresores.

3. Cumplimiento de requerimientos

GUIA DE VALIDACIÓN / REQUERIMIENTOS GENERALES				
<p>Esta guía de validación proporciona un acercamiento a la solución por medio de tres tipos de requerimientos a grandes rasgos: generales, detalles y de diseño. Adjunto a cada requerimiento se encuentra la manera en que se valida, y el anexo en el que se demuestra la validación. Además se incluyen conclusiones acerca de los resultados de la misma, según el porcentaje de cumplimiento de cada requerimiento. Por medio de esta guía es posible ir obteniendo requerimientos y parámetros más específicos de cada área del proyecto, los cuales se muestran en las siguientes guías.</p>				
ÁREAS DE REQUERIMIENTO				
	GENERALES			
	DETALLES			
	DISEÑO			
ÁREA	REQUERIMIENTO	MODO DE VALIDACIÓN	% DE CUMPLIMIENTO	CONCLUSIONES
Uso	La estructura debe ser transportable vía terrestre.	Demostrar adaptación de la estructura a un cabezal.	90%	La empresa Transam, subcontratada para la producción, se especializa en este tipo de estructuras de transporte.

	Uso	La estructura debe resistir la instalación a la intemperie a temperaturas entre 10 y 35° C.	Ver propiedades físicas de los materiales utilizados..	85%	Los materiales que se proponen, son comúnmente utilizados para la producción de estructuras de transporte en Guatemala. Otros, como el policarbonato, cuentan con propiedades físicas necesarias para su resistencia temporal.
	Formal	El cuarto de compresores debe acoplarse al espacio físico disponible en el Autódromo Pedro Cofiño (6 x 3.3 x 2.7 m)	Ver planos (no.). Comparar medidas generales de estructura con espacio disponible en el Autódromo.	100%	El tamaño del cuarto cumple con dichas medidas, y se acopla también al estándar de transporte de 20 pies de largo.
	Formal	La longitud máxima del cuarto y el cabezal no debe exceder los 12 metros.	Ver planos.	100%	La longitud del cuarto es de 6 metros, por lo que al ser montado en el cabezal no excede los 12 metros.
	Formal	El techo debe evitar la filtración de agua al interior.	Detallar materiales y modo de uso.	100%	El techo es de una sola pieza, y cuenta con una leve inclinación a dos aguas para evitar el empozamiento.
	Formal	La ventilación natural debe incluir un filtro para evitar la entrada de polvo al cuarto.	Ver ficha de materiales.	60%	Se logran evitar partículas grandes, sin embargo el polvo es filtrado al momento de entrar al compresor.

	Formal	La distribución de la maquinaria y el sist. de aire deben coincidir con la ficha técnica y el diagrama P+I proporcionado por Kaeser.	Ver diagrama P+I y anexo no. 7	90%	Se utiliza como base la ficha técnica de los compresores, por ser el componente más importante del sistema.
	Formal	Es necesario que la instalación esté a un mínimo de 30 cm del suelo debido a inundaciones por lluvia.	Ver plano, estructura de instalación en lugar de destino y comparar distancia del suelo con datos de inundaciones.	100%	Por precaución se realizó la instalación a 50 cm del suelo.
	Formal	Rotulación, indicadores y elementos dentro del cuarto deben tomar en cuenta normas de seguridad industrial.	Comparar lo investigado con distribución final de elementos interiores.	100%	Se tomaron en cuenta tanto los rótulos y elementos de seguridad, como los indicadores universales para la identificación de elementos.
	Funcional	Utilizar iluminación fría de más de 300 lúmens.	Comparar lo investigado con ficha técnica de luminaria elegida.	100%	Se eligió luz fluorescente, ya que sus características son las que más se acoplan a los requerimientos.
	Funcional	Asegurar el cuarto de compresores para evitar robos de maquinaria en el interior.	Sistema de cierre en puerta y persianas.	80%	Se debe rectificar la manera en que se cierran las persianas para que sean aseguradas.
	Funcional	Incluir extintor de polvo tipo ABC de un mínimo de 6 kg, con su respectiva señalización.	Elección de componentes.	100%	Se eligió el tipo ABC para poder extinguir cualquier tipo de incendio por distintas causas.

	Tecnológico	Estructura debe ser fabricada con perfiles de acero para asegurar su resistencia en el transporte e instalación.	Ver propiedades de materiales utilizados y punto de validación no. 1.	90%	Se utiliza la base de una estructura estándar en la producción de furgones, sin embargo ha sido modificada para poder integrar todos los componentes.
	Tecnológico	Respetar un rango entre 60 - 80 dB fuera del cuarto de compresores, para esto es necesario un recubrimiento de espuma de poliuretano en las paredes.	Comparar ficha técnica de compresores y los dB que generan con propiedades de materiales aislantes.	80%	Cada compresor genera 67dB, por lo que la espuma de poliuretano debería de reducir este índice. Sin embargo, comprobarlo requiere de una prueba física.
	Tecnológico	Incluir ventilación natural y forzada para evitar una temperatura mayor a 35°C dentro del cuarto.	Elementos de ventilación y propiedades de materiales utilizados.	100%	La utilización de celosía a los costados hace que fluya el aire de manera natural, y la implementación de ventiladores fuerza la circulación del aire.
	Tecnológico	La producción debe ser posible en la empresa Transam de Guatemala.	Rectificar posibilidad de fabricación con Transam, ver anexo no. 4	100%	Por medio del estudio de estructuras se rectifica la posibilidad de construcción en dicha empresa.
	Tecnológico	Debe haber un sistema de expulsión de aire caliente.	Ver planos, ductos de salida del cuarto.	100%	Es necesario sacar el aire caliente para evitar su recirculación dentro del cuarto.

	Estético	Dejar visible la maquinaria del interior del cuarto para que funcione como un showroom.	Ver renders.	100%	Las propiedades físicas de este material lo hacen versátil para el transporte.
	Estético	Los acabados de la pintura exterior deben incluir un sistema de poliuretano para evitar la corrosión o deterioro.	Ver propiedades de materiales y acabados utilizados.	100%	El color utilizado es institucional de Kaeser Compresores.
	Ergonómico	La distribución interna de la sala debe ser adecuada para la circulación de operarios.	Comparar tablas de ergonomía en espacios interiores con planos.	90%	No todas las medidas cumplen con el percentil 95, sin embargo sí entran en el rango de percentil 50.

Figura 133. Tabla de validación requerimientos generales
Fuente: Realización propia

Conclusión:

En cuanto al diseño y la distribución de elementos dentro del cuarto de compresores, fue posible cumplir con los requerimientos casi en su totalidad. En conclusión se puede asegurar que el sistema de aire comprimido funcionará adecuadamente, y que se tomaron en cuenta todos los elementos que podrían limitar el sistema de no haberlo hecho.

Debido a la investigación, tanto de modos de construcción y fabricación de furgones, como de materiales adecuados para esto; tomando en cuenta la

simulación presentada anteriormente, se asegura que la estructura funciona correctamente y que es posible el transporte del cuarto y de sus elementos instalados en el interior.

4. Diseño y coherencia con la marca

Para validar el diseño final del furgón, la coherencia que tiene con la marca y el interés que éste causa en clientes potenciales, se hizo la siguiente encuesta a una muestra de 80 personas. Estas personas pertenecen a un grupo específico, cuya profesión está ligada al uso de compresores y maquinaria industrial.

Instrumento de Medición

Esta es una encuesta para uso académico únicamente del curso de Proyecto de Grado. No existe ningún riesgo al tomar esta encuesta. Se le agradece a las personas de antemano por su honestidad al contestar las preguntas. Esta encuesta es completamente anónima.

Instrucciones

Lea cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y circule o subraye solamente una opción, a menos que se indique lo contrario.

¿Es usted usuario de la marca Kaeser en Guatemala?

- a. Si
- b. No

Un grupo de inversionistas está contemplando la idea de crear un servicio de alquiler de cuartos de compresores transportables. Para ello se utilizara un furgón de tamaño estándar de 20 pies. En el proyecto piloto se ha considerado aprovechar la estructura como una sala de exhibición mientras es utilizado en el Autodrómo Pedro Cofiño de Guatemala, con el propósito de dar a conocer el servicio.

Percepción del concepto

1. ¿En qué nivel está de acuerdo con el concepto descrito anteriormente?
 - a. Muy de acuerdo
 - b. Parcialmente de acuerdo
 - c. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - d. Parcialmente en desacuerdo
 - e. En desacuerdo

2. ¿En qué nivel está de acuerdo con que se realice el proyecto piloto en el Autódromo Pedro Cofiño?
- a. Muy de acuerdo
 - b. Parcialmente de acuerdo
 - c. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - d. Parcialmente en desacuerdo
 - e. En desacuerdo
3. ¿Para el ámbito en el que se desarrolla profesionalmente, sería útil para usted contar con este servicio?
- a. Muy de acuerdo
 - b. Parcialmente de acuerdo
 - c. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
 - d. Parcialmente en desacuerdo
 - e. En desacuerdo

A continuación se presenta la imagen del furgón diseñado para el proyecto piloto previamente mencionado.



4. ¿Cuál fue su primera impresión al ver el modelo propuesto?
 - a. Buena
 - b. Mala

5. ¿Le parece atractivo?
 - a. Si
 - b.No

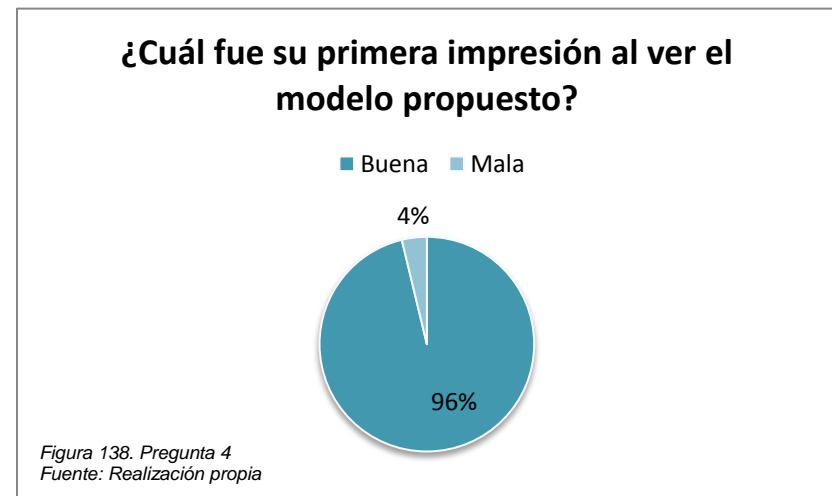
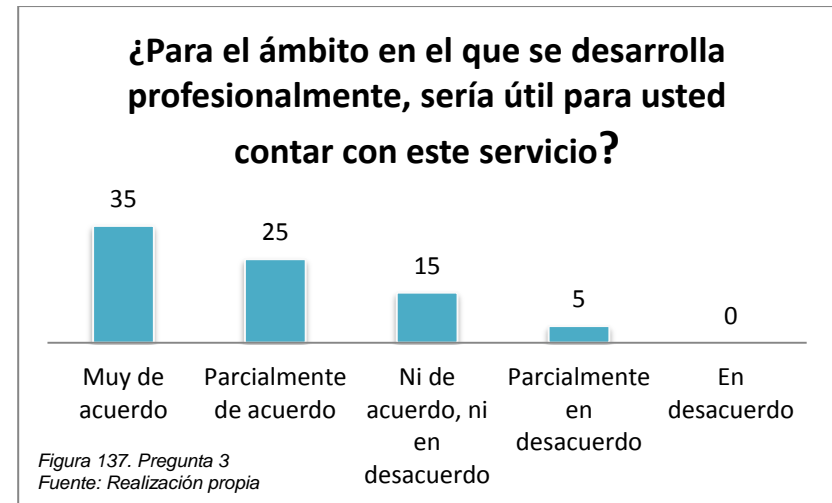
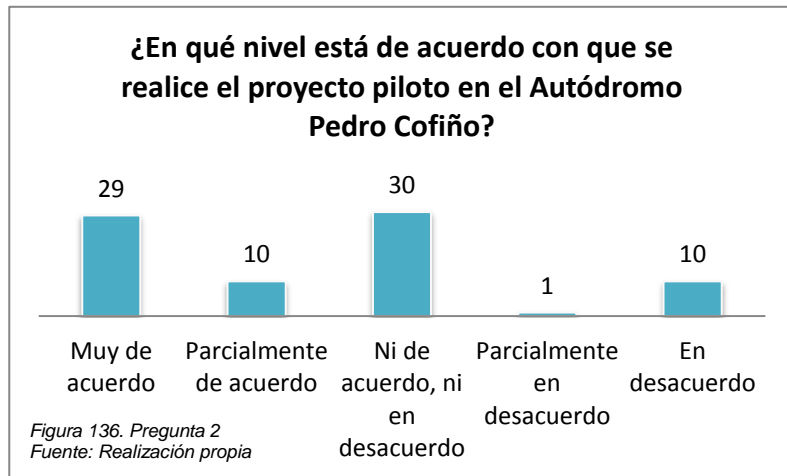
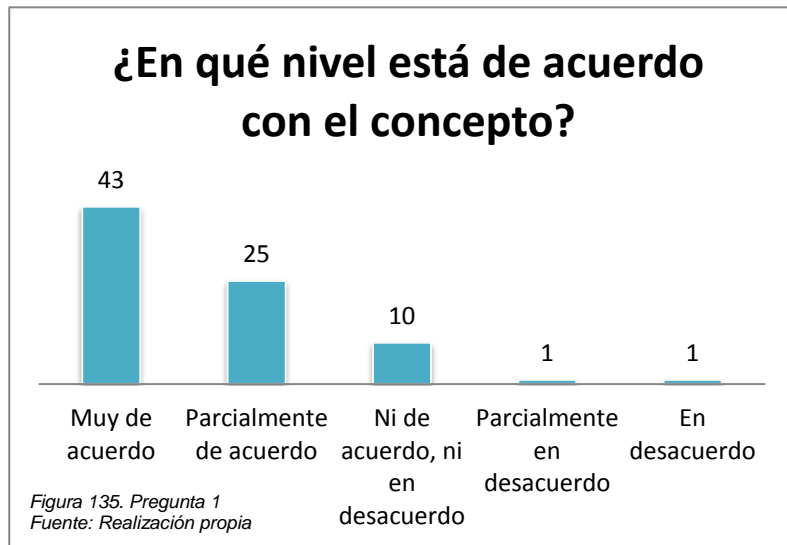
6. ¿Cree usted que el modelo tiene coherencia con la marca Kaeser?
 - a. Si
 - b.No

7. ¿Lo invita a querer conocer más sobre la marca y sus productos?
 - a. Si
 - b.No

8. ¿Considera que sea un proyecto innovador para la región?
 - a. Si
 - b. No

Figura 134. Encuesta
Fuente: Realización propia

A continuación se presentan los resultados de la encuesta realizada. Se realizó una gráfica basada en los resultados de cada pregunta.



¿Le parece atractivo?

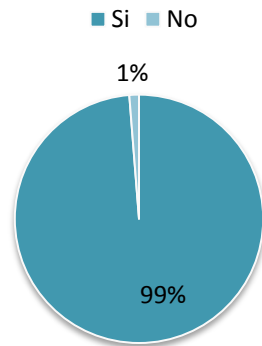


Figura 139. Pregunta 5
Fuente: Realización propia

¿Lo invita a querer conocer más sobre la marca y sus productos?

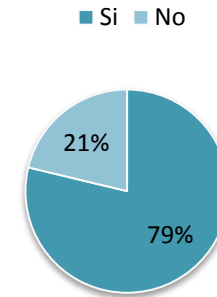


Figura 141. Pregunta 7
Fuente: Realización propia

¿Cree usted que el diseño tiene coherencia con la marca?

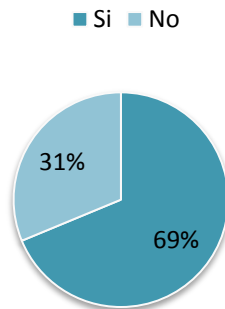


Figura 140. Pregunta 6
Fuente: Realización propia

¿Considera que sea un proyecto innovador para la región?

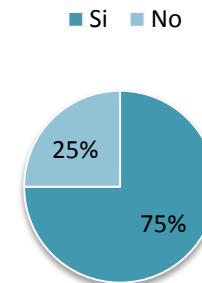


Figura 142. Pregunta 8
Fuente: Realización propia

Conclusión:

Las 80 personas encuestadas presentan una muestra significativa para poder concluir en una opinión general por medio de los porcentajes de respuesta obtenidos.

En las primeras preguntas se puede observar, que la mayoría de los encuestados están de acuerdo con el concepto tanto como el desarrollo del proyecto piloto en el Autódromo Pedro Cofiño.

Aunque algunos expresan que el concepto no es aplicable en su ámbito empresarial, están de acuerdo en que es un servicio innovador en la región y que el diseño del primer furgón es atractivo.

Al realizar algunas encuestas, se tuvo la oportunidad de además hablar cara a cara con los encuestados. Es importante mencionar que a muchos no se les había ocurrido la posibilidad de contar con este servicio, y que de haberlo tenido disponible antes, probablemente lo hubieran utilizado por un período de tiempo.

También es interesante darse cuenta, que muchos están interesados en un cuarto de compresores de este tipo, no

tanto por la posibilidad de alquilarlo, sino por la posibilidad de instalarlo a la intemperie, aprovechando así el espacio en el interior de la planta en la que trabajan para otro tipo de maquinaria.

Por otro lado, se ha comparado el diseño de este proyecto, contra un proyecto similar más reciente realizado en Argentina. Éste proyecto es similar pero acoplado a su entorno y su instalación final. Es

importante tomar en cuenta la diferencia que hace el diseño y el impacto visual del proyecto guatemalteco representando a la marca y su calidad. A continuación se muestran algunas imágenes del proyecto argentino.



Figura 143. Proyecto Man Turbo Argentina
Fuente: Kaeser Compresores

“La idea es lograr que se entienda lo que sucede dentro del cuarto, y no que sea una simple caja con máquinas adentro.”

– Miguel Godoy (Kaeser Compresores)

VII. RECOMENDACIONES

Debido a que este proyecto puede ser desarrollado para distintas capacidades, destinos y usos, se desarrollaron una serie de recomendaciones complementarias a lo que se ha incluido en el proceso de desarrollo del proyecto piloto.

1. Accesibilidad

Ya que es posible instalar el cuarto de compresores en una plataforma fundida o sobrepuesta, en algunos casos es posible que se necesite un accesorio para poder ingresar al cuarto cómodamente. Para esto, se recomienda una rampa de uso industrial con lámina anti resbalante. Esto es debido a que se requiere de una caja de herramientas para hacer los mantenimientos, cuya forma de transporte es con ruedas a causa del peso de las herramientas. Además, si es necesario sacar algún equipo del cuarto, una rampa será lo más adecuado.

2. Temperatura

Si la temperatura del lugar de instalación es muy extrema, es decir mucho calor o mucho frío, hay varias opciones para controlarlo. En caso de que haya mucho calor, la instalación de un radiador para acondicionar el cuarto a cierta temperatura es recomendable. Por otro lado, si la temperatura es muy baja, es posible recircular el aire caliente expulsado por los compresores dentro del cuarto para controlar la temperatura.

3. Prevención

No sólo es importante asegurar los equipos contra robo, sino también prevenir que éstos dejen de funcionar. Por esta razón es importante que se realicen evaluaciones y mantenimientos periódicos según las horas de uso indicadas en los manuales. Por otro lado, si el lugar de instalación pone en riesgo el funcionamiento de los equipos, debido a actividad climática, es posible prevenir daños con la instalación de un pararrayos

4. Diseño

El diseño del proyecto piloto está pensado en ser una exhibición además de su funcionalidad, sin embargo, al replicar el proyecto, es posible eliminar la parte visible al interior, pues esto incurre en costos extras que no son necesarios para un proyecto sin fines de exhibición.

5. Seguridad Industrial

Tomar siempre en cuenta las medidas de seguridad necesarias, tanto para el uso, como para el mantenimiento de los compresores.

6. Transporte

Se recomienda hacer el montaje del cuarto por medio de una plataforma y con una pluma grúa. Además es prudente transportar el cuarto retirando la parte exterior de los ductos de salida, para evitar problemas dimensionales durante el traslado.

VIII. CONCLUSIONES

- En Guatemala, la industria manufacturera juega un papel muy importante para el desarrollo del país, y su constante crecimiento tiene una incidencia en la demanda de sistemas de aire comprimido, los cuales deben contar con servicios que se acoplen a todo tipo de industrias.
- En términos de diseño del cuarto, fue de suma importancia definir desde el principio los elementos invariables de la propuesta por requerimiento estructural o por especificaciones de maquinaria, a partir de esto, se pudo continuar con una propuesta no solamente funcional, sino también que tomara en cuenta la posibilidad de su producción.
- Para lograr una solución factible, fue necesaria la comprensión del funcionamiento de los compresores y demás equipos; lo cual demuestra que en un equipo interdisciplinario es vital empaparse de información de todo el contexto que rodea la situación, y tomar en cuenta dicha información al momento de tomar decisiones de diseño.
- Una de las tareas más importantes como diseñadora, fue la elección de materiales y su integración a la estructura así como la comprensión del funcionamiento de los compresores, ya que gracias a esto se logró una solución funcional y atractiva cumpliendo con estos dos requerimientos.

CONCLUSIONES PERSONALES

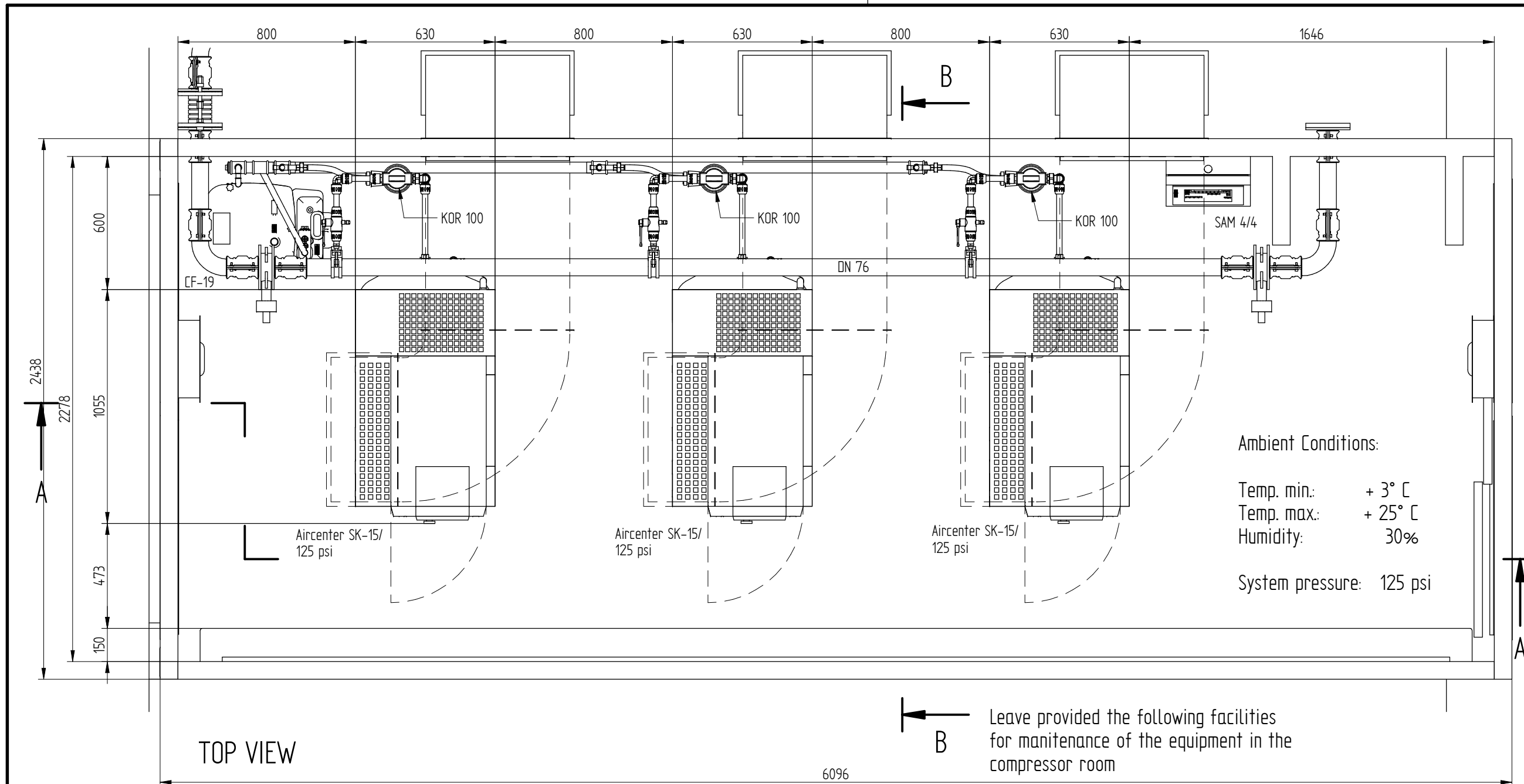
- Es importante darse cuenta como diseñador, que se tiene la capacidad de comprender temas complejos pertenecientes a áreas muy distintas a la propia. El diseñador es versátil y su experiencia en investigación le abre la mente para lograr esto.
- El papel del diseñador es más importante de lo que uno puede llegar a pensar. En la práctica existen tantas fugas de información debido a una mala práctica del desarrollo del producto que pueden ser sencillamente solucionadas; sin embargo cada quien tiene un rol distinto en la industria y es importante reconocer hasta dónde puede llegar cada quien.

IX. ANEXOS

1. Planos de ubicación de equipos dentro del cuarto
2. Detalle de tubería dentro del cuarto
3. Detalle de tubería fuera del cuarto
4. Cotización de estructura del cuarto de compresores
5. Cotización de instalaciones eléctricas y equipos
6. Ficha técnica de compresor SK15 según CAGI (Compressed Air and Gas Institute)

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose, including storage, treatment and dissemination by use or electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original, noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



Compressor Type	Incoming air volumen cfm per unit	Air Exhaust duct dimension (mm)	Air entrance aperture m ² free cross section per unit	Permissible Overall Pressure loss for exhaust duct (Pa)	Air Exhaust Fan per Unit
Aircenter SK 15	3,800	600 X 400	0.40	30	N /A

- Outlets for 120 Volts.
- Conection for water.
- Canal or grating to drain water.

Please, all equipment must be leveled

Compressed air line descending towards direction to receiver, condensate collector with drain at lowest point.

Condensate disposal is responsibility of the user

* Note: Is recommended to install an pressure output air, in the condensate line to avoid excess pressure.

This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

Condensate lines have to be connected to a collecting line via swan neck or are to be fed to the condensate treatment system separately. A pressure-less drain has to be provided for.

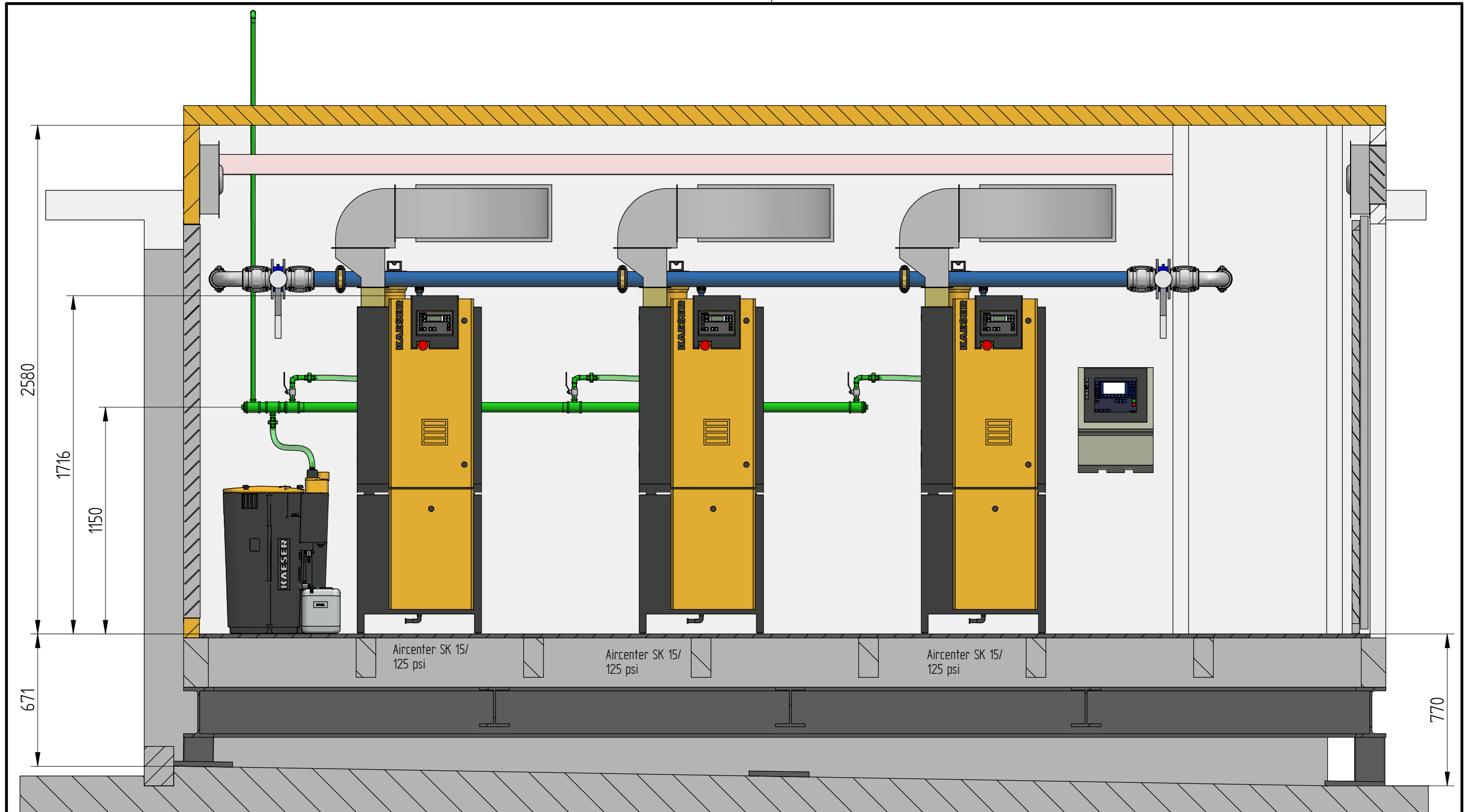
The installation of equipment, ducts and pipeline shown in these diagrams, be changed depending on site conditions. This layout was designed, to develop the best equipment efficiency and have adequate space for ventilation and maintenance. Please contact your sales representative before making any changes.

ATTENTION!
Minimum width of door is total width of unit + 100 mm

KAESER KOMPRESSOREN <small>Template Rev. 17.07.2013</small>	P + I <input checked="" type="checkbox"/>	Scale 1:50 DIN A3	Date	Name
	Inst. <input checked="" type="checkbox"/>		26/02/2014	delgado1
Description LAYOUT SKETCH AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica		Checked		26/02/2014
		Godoy		Plan No. LYGT0023302
			Page 1 of 6	

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose. Copies or any other reproduction, including storage, treatment and dissemination by use of electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original, noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



SECTION A-A

Ambient Conditions:

Temp. min.: + 3° C
 Temp. max.: + 25° C
 Humidity: 30%

System pressure: 125 psi

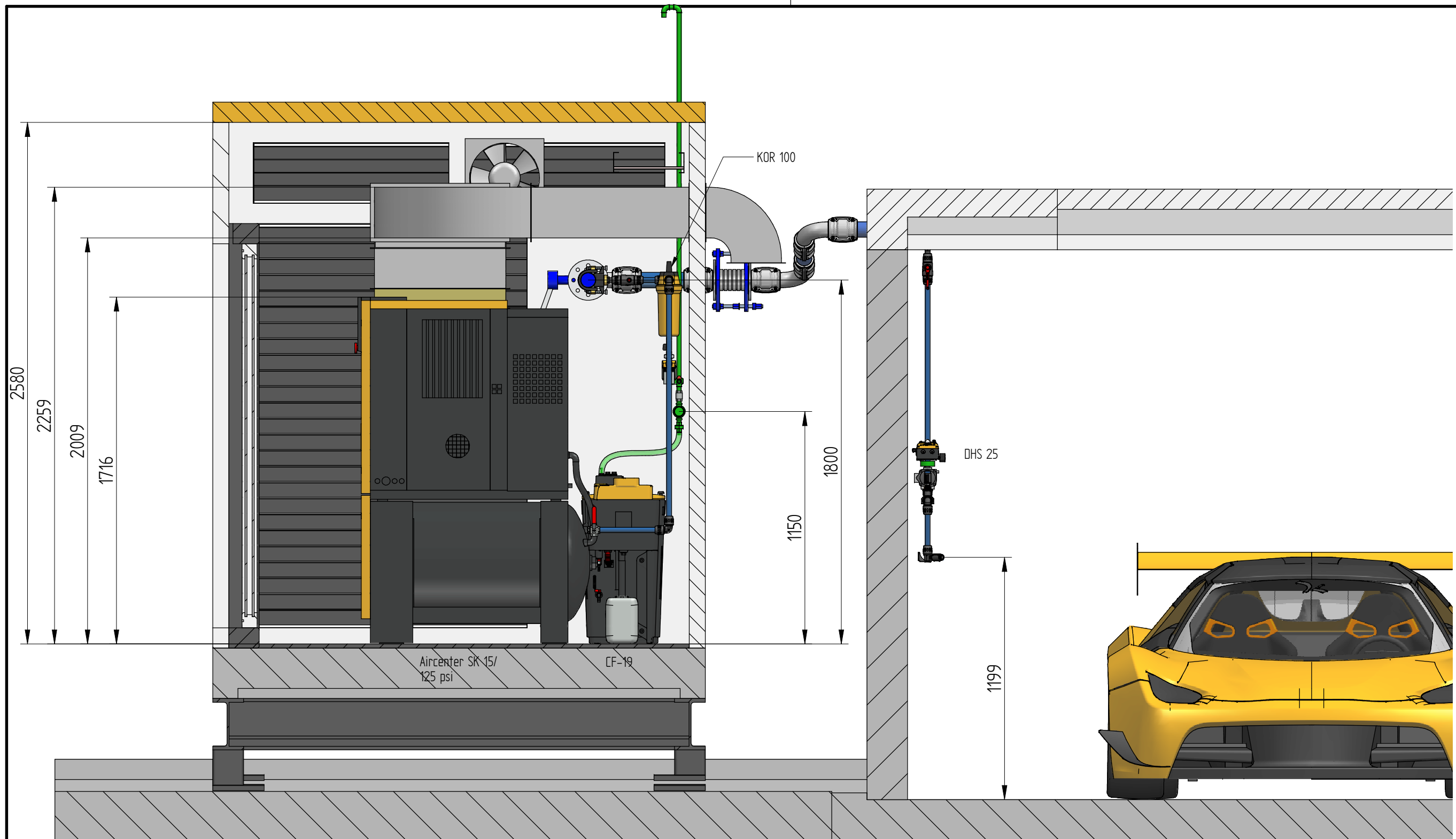
This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

KAESER KOMPRESSOREN <small>Template Rev. 17.07.2013</small>	P + I <input checked="" type="checkbox"/>	Scale 1:50 DIN A3	Date	Name
	Inst. <input checked="" type="checkbox"/>		Drawn	26/02/2014 delgado1
Description LAYOUT SKETCH AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica			Checked	26/02/2014 Godoy
			Plan No.	LYGT0023302
			Page	2 of 6

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose. Copies or any other reproduction, including storage, treatment and dissemination by use or electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



SECTION B-B

Ambient Conditions:

Temp. min.: + 3° C
 Temp. max.: + 25° C
 Humidity: 30%

System pressure: 125 psi

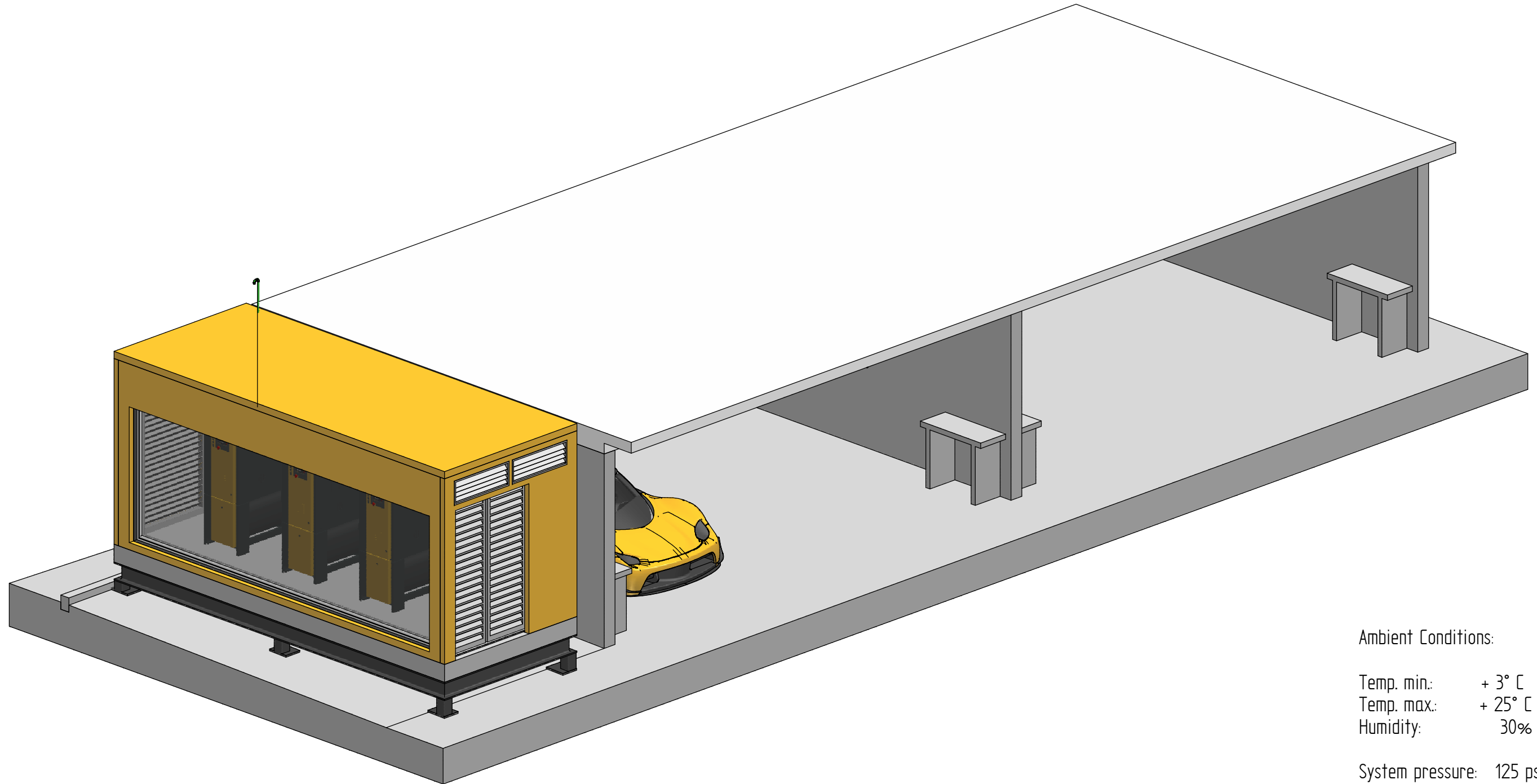
This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

KAESER KOMPRESSOREN	P + I	Scale	Date	Name
	<input checked="" type="checkbox"/>	1:50	26/02/2014	delgado1
Template Rev. 17.07.2013	Inst.	DIN A3	Checked	Godoy
Description LAYOUT SKETCH			Plan No.	
AUTODROMO PEDRO COFIÑO			LYGT0023302	
Guatemala, Centralamerica			Page 3 of 6	

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose. Copies or any other reproduction, including storage, treatment and dissemination by use of electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original, noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehandelt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



ISOMETRIC

Ambient Conditions:

Temp. min.: + 3° C
 Temp. max.: + 25° C
 Humidity: 30%

System pressure: 125 psi

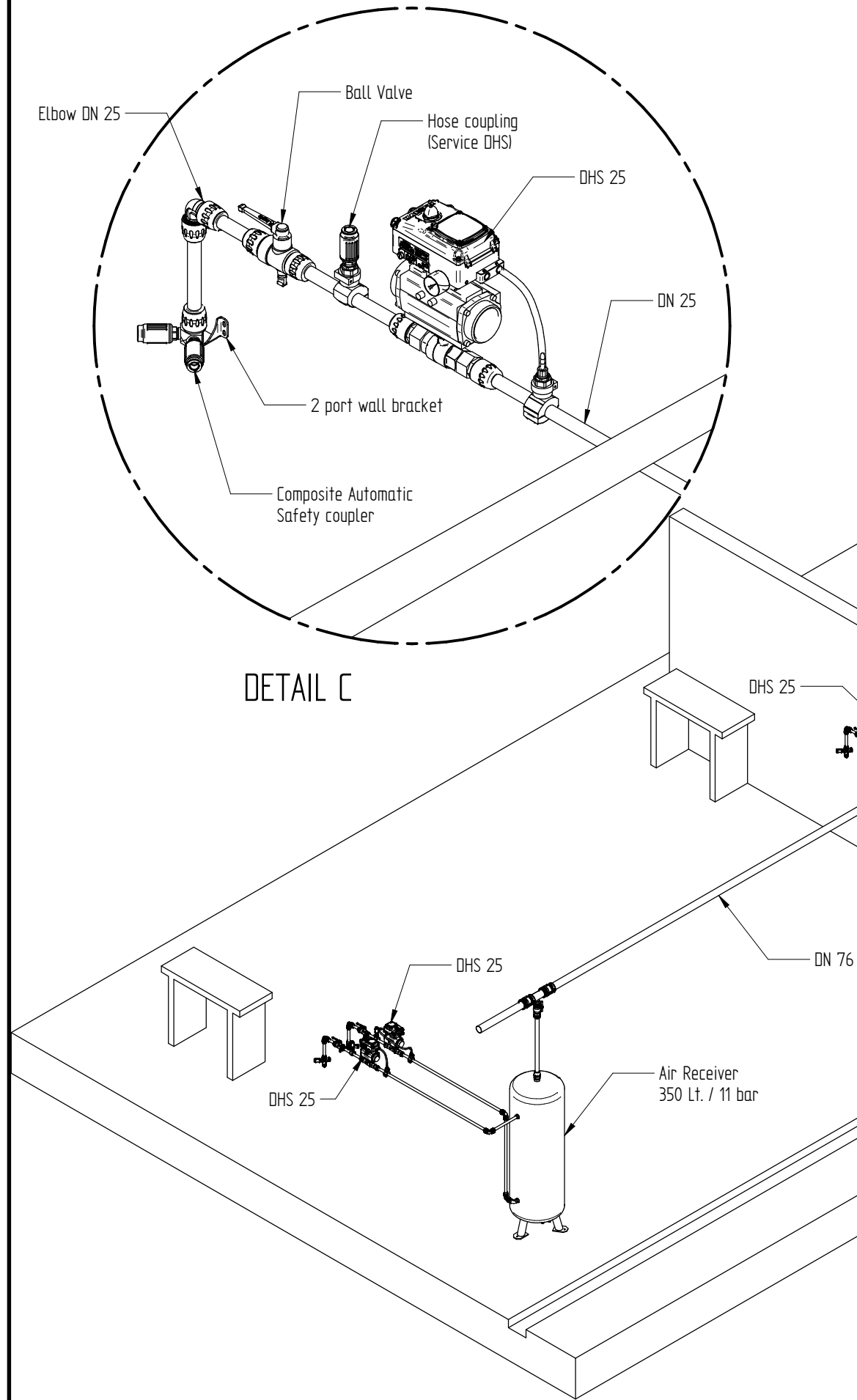
This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

KAESER KOMPRESSOREN	P + I <input checked="" type="checkbox"/>	Scale 1:50 DIN A3	Date	Name
	Inst. <input checked="" type="checkbox"/>		Drawn	26/02/2014 delgado1
Template Rev. 17.07.2013			Checked	26/02/2014 Godoy
Description LAYOUT SKETCH AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica			Plan No. LYGT0023302	
			Page 4 of 6	

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose. Copies or any other reproduction, including storage, treatment and dissemination by use or electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original, noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



DETAIL C

ISOMETRIC

Ambient Conditions:

Temp. min.: + 3° C
 Temp. max.: + 25° C
 Humidity: 30%

System pressure: 125 psi

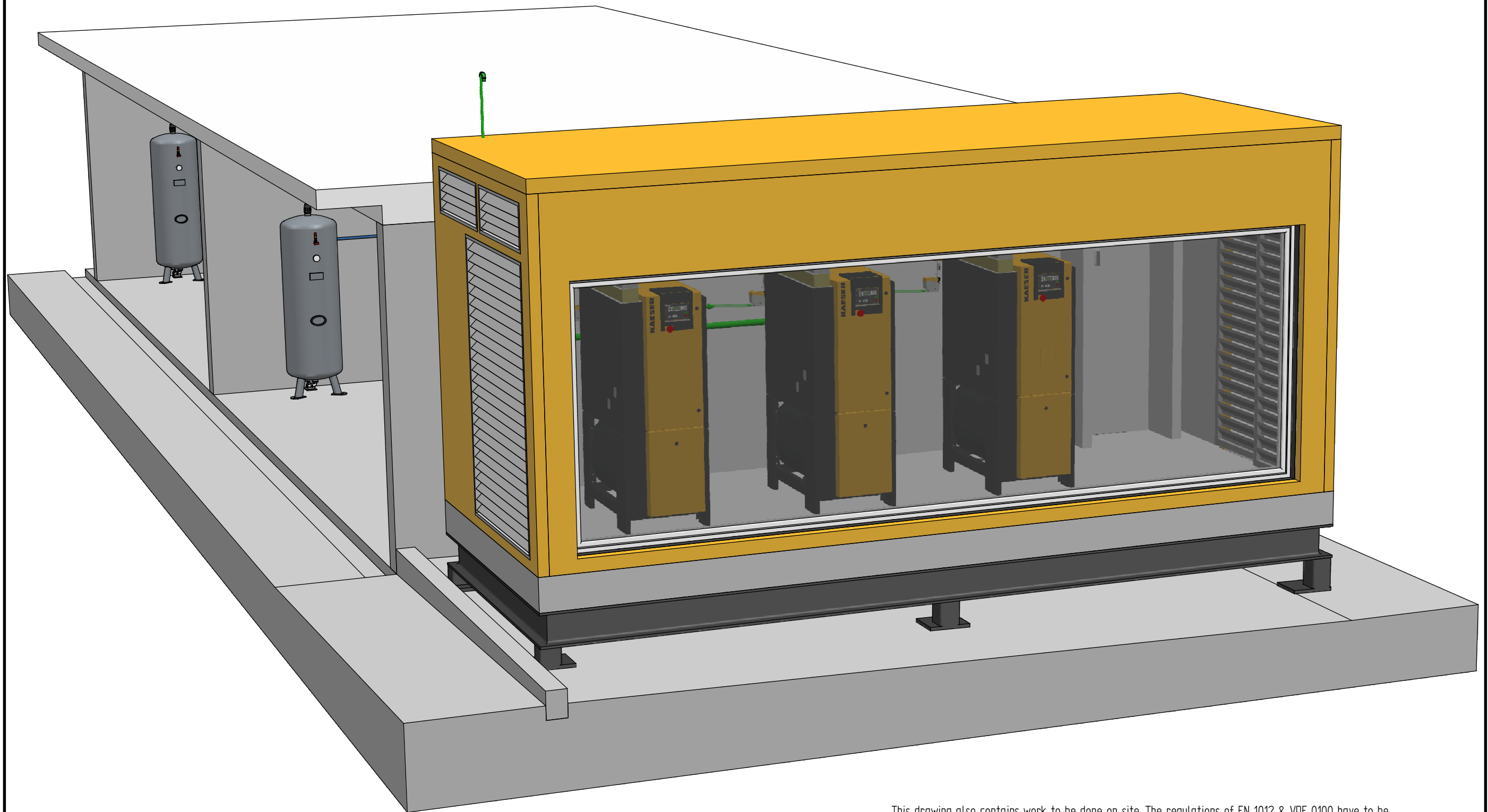
This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

KAESER KOMPRESSOREN	P + I	Scale	Date	Name
	<input checked="" type="checkbox"/>	1:50	26/02/2014	delgado1
Template Rev. 17.07.2013	Inst.	DIN A3	Checked	Godoy
Description LAYOUT SKETCH AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica			Plan No. LYGT0023302	
			Page 5 of 6	

Drawings remain our exclusive property. They are entrusted only for the agreed purpose. Copies or any other reproduction, including storage, treatment and dissemination by use or electronic systems must not be made for any other than the agreed purpose. Neither originals nor reproductions may be given to or made available to third parties.

Die Zeichnung bleibt unser ausschließliches Eigentum. Sie wird nur zu dem vereinbarten Zweck anvertraut und darf zu keinem anderen Zweck verwendet werden. Kopien oder sonstige Vervielfältigungen einschließlich Speicherung, Verarbeitung oder Verbreitung unter Verwendung elektronischer Systeme dürfen nur zu dem vereinbarten Zweck angefertigt werden. Weder Original, noch Vervielfältigungen dürfen Dritten ausgehändigt oder in sonstiger Weise zugänglich gemacht werden.



PERSPECTIVE

Ambient Conditions:

Temp. min.: + 3° C
 Temp. max.: + 25° C
 Humidity: 30%

System pressure: 125 psi

This drawing also contains work to be done on site. The regulations of EN 1012 & VDE 0100 have to be observed; the requirements of existing operational safety ordinance and the manuals have to be considered by the operator and the employer respectively at the place of installation. The national safety and accident prevention regulations have to be observed.

The installation of a sub- assembly in terms of the pressure equipment directive 97/23/EC has to be carried out according to this directive.

KAESER KOMPRESSOREN <small>Template Rev. 17.07.2013</small>	P + I <input checked="" type="checkbox"/>	Scale 1:50 DIN A3	Date 26/02/2014	Name delgado1
	Inst. <input checked="" type="checkbox"/>	Checked 26/02/2014	Godoy	
Description LAYOUT SKETCH AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica			Plan No. LYGT0023302	
			Page 6 of 6	

BOM

Date:
26/02/2014

Project: AUTODROMO PEDRO COFIÑO
Guatemala, Centralamerica

Project No.: LAYOUT SKETCH

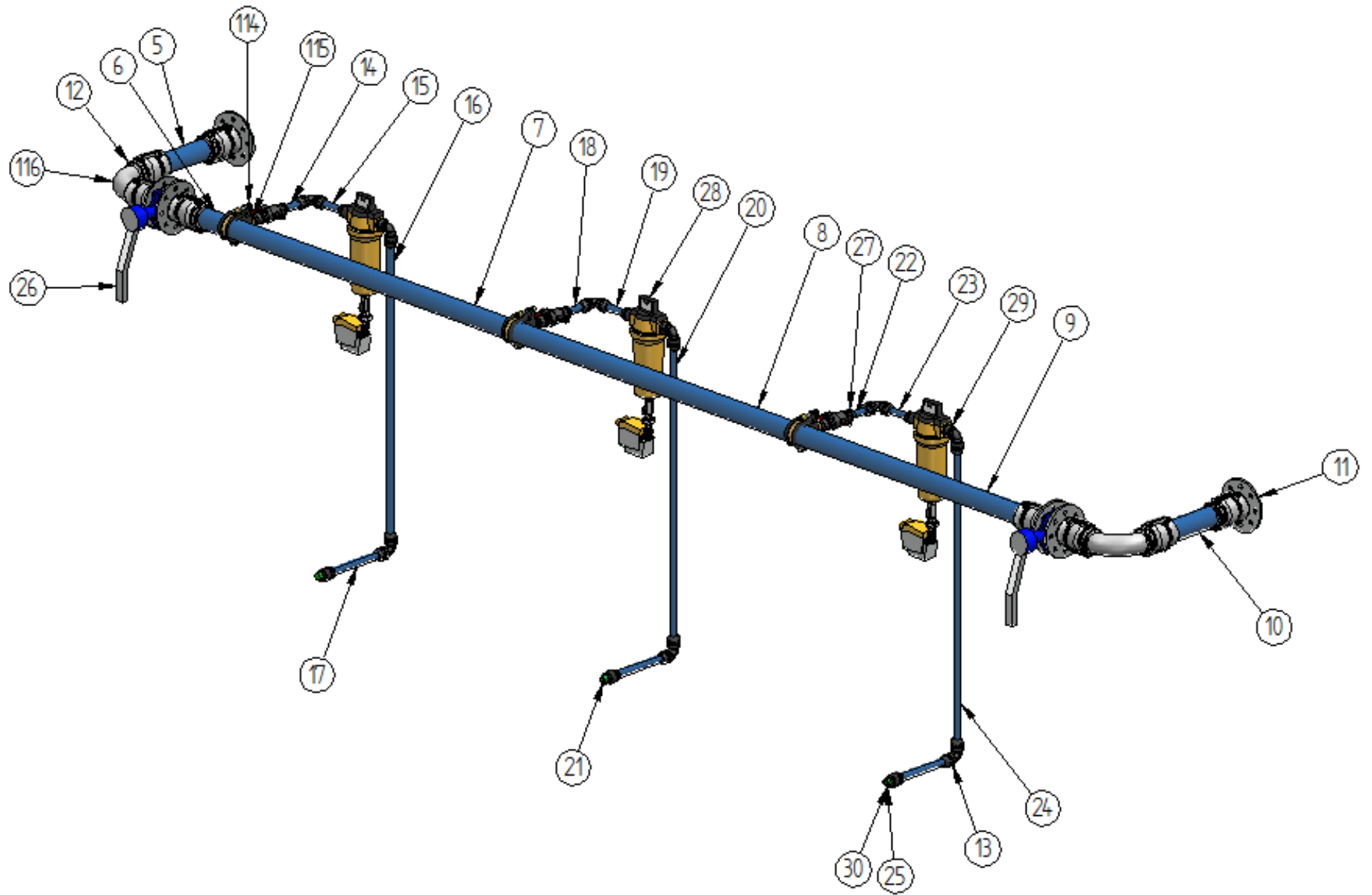
Drawing No.: LYGT0023302

Name: delgado1

Pages:

Quantity

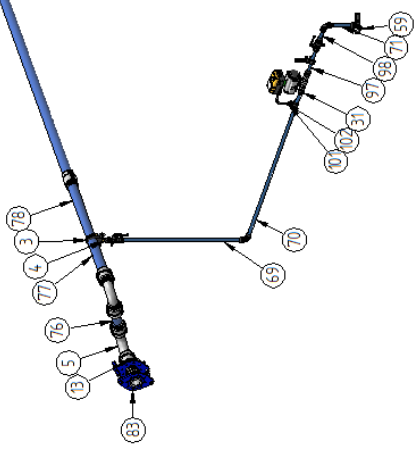
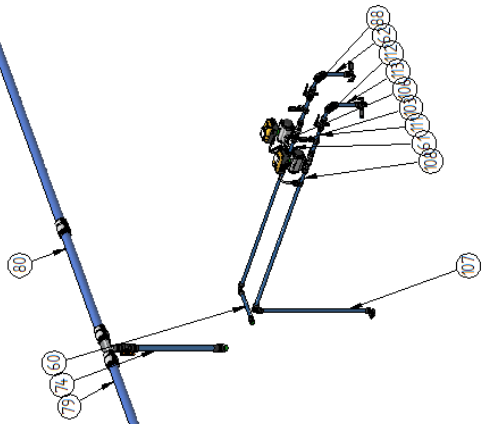
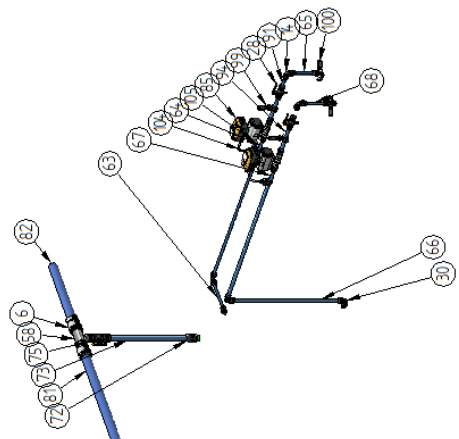
(+15%)	ME	Material-No.	Text	Length	PP	Pos
7	pc	ANRX31L100	Cople Brida 76mm ANSI			11
10	pc	ANRR01L100	Connector RR01_L1_00_76			12
7	pc	AM66022500	Elbow 6602_25_00_25			13
3	pc	ANVRO2L101	Válvula mariposa 76mm ANSI			26
4	pc	AN40882514	25mm (7/8" ID) Valvula			27
3	pc	9.4703.00020	KOR 100			28
4	pc	AN66092535	Codo 90 DN 25- Rosca macho NPT DN 25"			29
7	pc	AN66052535	Conectar 1" NPT p/tubo 25mm			30
4	pc	ANRR63L1N08	Derivacion c/reduccion 76mm 1''NPT			114
4	pc	AN66212535	Adaptador DN 25 - Rosca NPT 1"			115
3	pc	ANRX02L100	Elbow RX02_L1_00_76			116
10	pc	ANER01L100	Clips de fijación tubería de aluminio DN 76			
11	pc	AN66972501	Clips de fijación tubería de aluminio DN 25			
			Resumen de Tubería			
1	pc	ANTA16L104	Tubo Azul DN 76 L=20'	4972.1		
1	pc	AN1016A250400	Tubo Azul DN 25 L=20'	5192.4		
7	pc	ANEW05L100	Empaque para Flange DN 76			
Toda la Tubería y accesorios incluyen un 15% de imprevistos						



Project:	AUTODROMO PEDRO COFIÑO Guatemala, Centralamerica
Project No.:	LAYOUT SKETCH
Drawing No.:	LYGT0023302

Name:	delgado1	Pages:
-------	----------	--------

Quantity						
(+15%)	ME	Material-No.	Text	Length	PP	Pos
3	pc	ANRR63L1N08	Derivacion c/reduccion 76mm 1" NPT			3
3	pc	AN66212535	Adaptador DN 25 - Rosca NPT 1"			4
5	pc	ANRX02L100	Elbow RX02_L1_00_76			5
109	pc	ANRR01L100	Connector RR01_L1_00_76			6
2	pc	ANRX31L100	Cople Brida 76mm ANSI			13
144	pc	AN66022500	Elbow 6602_25_00_25			14
69	pc	AN40882514	25mm (7/8" ID) Valvula			28
35	pc	AN66092535	Codo 90 DN 25- Rosca macho NPT DN 25"			30
173	pc	AN66052535	Conectar 1" NPT p/tubo 25mm			31
35	pc	ANRX24L140	Cople T c/reducción 76mm-40mm			58
35	pc	AN66842522	25 mm (7/8" ID) 2 Bracket			59
35	pc	AN66054050	Conector 1-1/2" NPT p/tubo 40mm			72
35	pc	AN40024000	Ball valve 4002_40_00_40			75
1	pc	-	Axial Compensator DN 80_Flange			83
60	pc	-	Air Main Charging System_DHS 1" / 230 psi_1" NPT			85
69	pc	ANRA6825N04	Deirvación simple DN 25-1/2"			99
138	pc	ANCP05U2N04	1/2"NPT Male Body Coupler ISO B1/4"			100
216	pc	ANER01L100	Clips de fijación tubería de aluminio DN 76			
60	pc	AN66976301	Clips de fijación tubería de aluminio DN 63			
324	pc	AN66972501	Clips de fijación tubería de aluminio DN 25			
Resumen de Tubería						
44	pc	ANTA16L104	Tubo Azul DN 76 L=20'	228426.0		
5	pc	AN1016A400400	Tubo Azul DN 40 L=20'	22479.0		
34	pc	AN1016A250400	Tubo Azul DN 25 L=20'	175980.0		
2	pc	ANEW05L100	Empaque para Flange DN 76			



IMETASA

INVERSIONES METÁLICAS S. A.

Guatemala, 12 de Febrero de 2,014
Referencia IM-0177-14

Ing.
Miguel Godoy
Kaesar Compresores de Guatemala
Miguel.godoy@kaesar.com
ciudad

Estimado señor Godoy:

Por este medio tenemos el agrado de cotizarle la fabricación de un **FURGÓN MIXTO (ACERO + ALUMINIO)** de la reconocida marca **TRANSAM**, para ser utilizado como estacionario bajo las siguientes medidas:

TODAS LAS MEDIDAS SON EXTERIORES

Dimensiones	Sistema Inglés
Largo Exterior	20 pies
Ancho Exterior	8 pies
Alto Interior	8 pies

Las ventajas de este furgón comparado con el metálico son las siguientes:

1. Excelente apariencia, como la de un furgón importado de USA
2. Bajo peso, lo que aumenta su capacidad de carga y disminuye la carga muerta
3. Resistente a la corrosión y al óxido
4. Alta durabilidad con bajo mantenimiento

ESPECIFICACIONES:

- Estructura de plataforma, laterales, techo y puertas fabricados con perfiles de acero importado de alta resistencia y de diseño exclusivo que garantizan su alta durabilidad y bajo peso.
- **DOBLE PISO:** Piso en lámina antirresbalante de acero de 3/16", sobre piso de madera dura de 1 1/2" de grueso.
- Forro exterior en lámina de aluminio lisa de 1 mm. de grueso y con pintura al horno color blanco de fábrica, resistente al oxido, corrosión y contacto incidental con gasolinas y solventes.
- Techo con lámina de aluminio de una sola pieza y cierre especial con perfiles de aluminio que garantizan el sellado del mismo. Techo diseño de 2 aguas.
- De un lado 5 puertas de cortina tipo roll up de 45 pulgadas útiles cada una. El otro lado totalmente cerrado

IMETASA

INVERSIONES METÁLICAS S. A.

Ref.: IM-0177-14

- Puerta trasera de 2 hojas abatibles hacia los lados
- No lleva luces laterales ni internas
- Forro interior en lámina de aluminio liso cara blanca en planchas de 4' x 8' con filetes de aluminio.
- Aplicación de 2" de espuma de poliuretano en techo, una pared lateral, una pared delantera y puertas traseras.
- En su parte lateral, donde van las puertas de cortina, llevará para tener visibilidad hacia adentro, planchas de polipropileno transparente de 5 mms de grueso.
- Doble placa de identificación de su unidad, una visible y otra oculta.
- 1 año de garantía y el respaldo de una empresa con más de 30 años de experiencia en la fabricación de estas y otras unidades especiales.
- **Tiempo de entrega: 35 días hábiles**

PRECIO ESPECIAL.....Q. 126,104.00 (IVA INCLUIDO)

NOTA:

Si deseara piso de lámina labrada de aluminio de 3/16", podría instalarse en lugar del piso labrado de acero de 3/16", con un incremento de Q. 11,563.00

En espera de sus gratas noticias, me despido atentamente

Enrique Rosas
Gerente de Ventas

NOTA IMPORTANTE: Si usted utiliza montacarga y/o Pallet truck para cargar su mercadería dentro del furgón se recomienda ponerle doble piso (piso de madera y piso de metal), de lo contrario un solo piso no soportaría el peso. En este caso el precio se incrementaría.

Visita nuestra página web: www.transam.com.gt

Ernesto Perez
Facilities Supervisor
Kaeser Compresores
Calzada Atanasio Tzul 21-00, zona 12
Guatemala
Guatemala

QUOTATION

Ref No. REF1124/1
Dated 19/03/2014
Contact Ernesto Perez
Tel 2412-6000
Fax

Dear Estimado Ernesto

De acuerdo a su amable solicitud , nos permitimos cotizar a usted lo siguiente:

Re : Servicio de instalación de equipos Kaeser en Autodromo Pedro Cofiño Compresor Room

Item	Qty	Pack	Description	Unit Price	Total
A	1	Units	Servicio de instalación eléctrica de equipos de cuarto de compresores según diseño LYGT0023302 , alimentación de tes compresores Aircenter SK15 trifásicos en 208VAC, tablero principal con protección trifásica para cada equipo , interruptor principal y ramales para cada equipo, canalización y cableado	Q21,967.00	Q21,967.00
B	1	Units	Servicio de instalación mecánica de equipos con tubería Smart Pipe , montaje de accesorios, trampas de condensado y conexión a Compresores AirCenter SK15 según LYGT0023302	Q15,286.00	Q15,286.00
C	1	Units	Servicio de instalación y suministro de soportería para red de tubería Smart Pipe para aire comprimido dentro de cuarto de compresores	Q3,090.00	Q3,090.00
D	1	Units	Suministro e instalación de red colectora de condensados según LYGT0023302 con tubería de hierro galvanizado , roscada	Q5,898.00	Q5,898.00
E	1	Units	Instalación de SAM conexión y alimentación eléctrica , canalización y cableado de control	Q2,896.00	Q2,896.00
F	1	Units	Alimentación de equipo de ventilación desde tablero principal dentro del cuarto de compresores, suministro e instalación arrancadores con contactores para arranque comandado de los mismos, por medio de un contacto seco por parte del cliente	Q4,950.00	Q4,950.00
G	1	Units	Red de tierra física para cuarto de compresores, barra de tierra principal para cuarto, canalización sobre puesta desde cuarto hasta lugar más próximo de red de tierra (porque no se puede romper el asfalto en donde irá ubicado en cuarto	Q28,250.00	Q28,250.00

Item	Qty	Pack	Description	Unit Price	Total
H	1	Units	de compresores) Cableado de red de tierra , red se hará con una resistencia igual o menor a 2 Ohmios		
			Suministro e instalación de lámparas a prueba de polvo y humedad para interior de cuarto de compresores , se ha considerado también una lámpara de emergencia en caso de fallo de suministro eléctrico pueda ingresarse al cuarto o egresar de el sin riesgos	Q5,058.00	Q5,058.00
				Sub Total	Q87,395.00
				VAT	Q10,487.40
				TOTAL	Q97,882.40

Forma de pago: 30 días después de recibida su orden de compra

Terminos de entrega: A convenir con el cliente, de acuerdo a la programación de la producción del cliente

Esperamos poder escuchar de usted pronto, será un gusto poder servirle

Yours sincerely,

Alejandro Espana
Operaciones

With respect to Quotation Ref No: REF1124

Please acknowledge confirmation of your order by duly signing and dating in the space below.

If any layouts have also been sent with this document, please ensure that they are correct, sign each sheet and fax back to us.

Signed :

Print Name :

Dated :

COMPRESSOR DATA SHEET
Rotary Compressor: Fixed Speed
MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR

1	Manufacturer:	Kaeser Compressors, Inc.		
2	Model Number:	SK 15 - 125 psig / 460V/3ph/60Hz	Date:	12/3/2012
	<input checked="" type="checkbox"/> Air-cooled	<input type="checkbox"/> Water-cooled	Type:	Screw
	<input checked="" type="checkbox"/> Oil-injected	<input type="checkbox"/> Oil-free	# of Stages:	1
3*	Rated Capacity at Full Load Operating Pressure ^{a, e}	71	acfm ^{a, e}	
4	Full Load Operating Pressure ^b	115	psig ^b	
5	Maximum Full Flow Operating Pressure ^c	125	psig ^c	
6	Drive Motor Nominal Rating	15	hp	
7	Drive Motor Nominal Efficiency	91	percent	
8	Fan Motor Nominal Rating (if applicable)	—	hp	
9	Fan Motor Nominal Efficiency	—	percent	
10*	Total Package Input Power at Zero Flow ^e	4.0	kW ^e	
11	Total Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^d	13.9	kW ^d	
12*	Specific Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^e	19.7	kW/100 cfm ^e	

*For models that are tested in the CAGI Performance Verification Program, these items are verified by the third party administrator. Consult CAGI website for a list of participants in the third party verification program: www.cagi.org

NOTES:

- Measured at the discharge terminal point of the compressor package in accordance with ISO 1217, Annex C; ACFM is actual cubic feet per minute at inlet conditions.
- The operating pressure at which the Capacity (Item 3) and Electrical Consumption (Item 11) were measured for this data sheet.
- Maximum pressure attainable at full flow, usually the unload pressure setting for load/no load control or the maximum pressure attainable before capacity control begins. May require additional power.
- Total package input power at other than reported operating points will vary with control strategy.
- Tolerance is specified in ISO 1217, Annex C, as shown in table below:

Volume Flow Rate at specified conditions		Volume Flow Rate	Specific Energy Consumption	No Load / Zero Flow Power
m ³ /min	ft ³ /min	%	%	
Below 0.5	Below 15	+/- 7	+/- 8	+/- 10%
0.5 to 1.5	15 to 50	+/- 6	+/- 7	
1.5 to 15	50 to 500	+/- 5	+/- 6	
Above 15	Above 500	+/- 4	+/- 5	

ROT 030



X. BIBLIOGRAFIA

<http://www.promonegocios.net/empresa/tipos-empresa.html>. (2006, Julio). Retrieved Noviembre 2013, from <http://www.promonegocios.net>.

http://es.wikipedia.org/wiki/Piping_and_instrumentation_diagram. (2013, Octubre). Retrieved Febrero 2014, from <http://es.wikipedia.org>.

Arqhys Arquitectura. (n.d.). <http://www.arqhys.com/construccion/transporte-pesado.html>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.arqhys.com>.

Autódromo Pedro Cofiño . (2002). Retrieved Febrero 2014, from <http://www.autodromopedrocofino.com/>.

Boge Kompressoren. (2009). http://www.boge.com/cl/artikel/download/Catalogos304_ES_Piston.pdf. Retrieved Noviembre 2013, from <http://www.boge.com>.

Celma, A., & Rodríguez, F. (1998, Febrero).

<http://arquitecturaedhernandez.bligoo.com/media/users/23/1164335/files/324536/iluminaciondemuseosyexposiciones.pdf>. Retrieved Febrero 15, 2014, from <http://arquitecturaedhernandez.bligoo.com>.

Compañía Chilena de Navegación Interoceánica (CCNI). (n.d.).

http://www.ccn.cl/esp/index.php?option=com_content&task=view&id=49&Itemid=85. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.ccn.cl>.

Dr. Ramírez Cavaza, C. (1992). *Manual de Seguridad Industrial, Tomo 1*. México, D.F.: Grupo Noriega Editores.

escalante, f. (2013). *el arte de comer*. Guatemala: URL.

Escuela Técnica IPem. (2008). <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/presionatmosferica.html>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.oni.escuelas.edu.ar>.

Galbarro, H. R. (2014). <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn201.html#seccion11>. Retrieved Febrero 2014, from <http://ingemecanica.com>.

Godoy, M. (2014, Enero 24). Funcionamiento de sistemas de aire comprimido. (K. Novotny, Interviewer)

Google Maps. (2014). https://maps.google.com.gt/maps?ie=UTF-8&q=Autodromo+Pedro+Cofi%C3%B1o&fb=1&gl=gt&hq=aut%C3%B3dromo+pedro+cofi%C3%B1o&hnear=0x8589a180655c3345:0x4a72c7815b867b25,Guatemala+City&cid=14353705178054939212&ei=xjf6UtWILsHXygHTvoCgCg&ved=0CHwQ_BlwCw. Retrieved Febrero 2014, from <https://maps.google.com.gt>.

Green Business Light. (n.d.). <http://www.greenbusinesslight.com/page/119/Lux-lumens-and-watts>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.greenbusinesslight.com>.

HowStuffWorks.com. (2000, Abril). <http://science.howstuffworks.com/question124.htm>. Retrieved Febrero 2014, from <http://science.howstuffworks.com>.

<http://www.e-conomic.es/programa/glosario/definicion-sociedad-anonima>. (n.d.). Retrieved Noviembre 2013, from <http://www.e-conomic.es>.

http://www.engineeringtoolbox.com/p-id-piping-instrumentation-diagram-d_466.html. (n.d.). Retrieved Febrero 2014, from <http://www.engineeringtoolbox.com>.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). (2004). <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/ESCUINTLA/Esquintla/Temperatura%20Media%20ESCUINTLA.htm>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.insivumeh.gob.gt>.

Kaeser Compresores. (n.d.). http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/Compressed-air-treatment/default.asp. Retrieved Octubre 2013, from <http://www.kaeser.com.gt>.

Kaeser Compresores. (n.d.). http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/Compressed-air-treatment/default.asp. Retrieved Octubre 2013, from <http://www.kaeser.com.gt>.

Kaeser Compresores. (n.d.). http://www.kaeser.com.gt/Products_and_Solutions/default.asp. Retrieved Octubre 2013, from <http://www.kaeser.com.gt>.

Kaeser Compressors, Inc. (2012). *Premium Rotary Screw Compressors*. Fredericksburg.

Martínez López, M. (Septiembre de 2013). Teorías avanzadas del diseño. (URL, Entrevistador)

- Montoya, L. F. (n.d.). <http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/Biblioteca/memorias/aula-exhibicion-en-el-punto-de-venta-1.pdf>. Retrieved Febrero 15, 2014, from <http://www.camaramedellin.com.co>.
- Morales, P. (2011, Marzo 25). <http://biologia.laguia2000.com/fisiologia-animal/fisiologia-humana>. Retrieved Febrero 17, 2014, from <http://biologia.laguia2000.com>.
- MotorGiga. (2010, Agosto). <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/aire-comprimido-definicion-significado/gmx-niv15-con100.htm>. Retrieved Febrero 2014, from <http://diccionario.motorgiga.com/>.
- Muro, T. (2013, Noviembre). <http://museografia.com.ar/tag/disenio-de-exhibiciones/>. Retrieved Febrero 15, 2014, from <http://museografia.com.ar>.
- Parker Hannifin España S.A. (n.d.). <http://www.parkertransair.com/jahia/Jahia/filiale/spain/lang/es/home/TechnicalCenter/LawsOfCompressedAir>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.parkertransair.com>.
- Piqué, I. T. (2005, Noviembre 3). <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1156>. Retrieved Abril 2014, from <https://www.estrucplan.com.ar>.
- Prof. Villafañe, D. R. (2002, Septiembre). <http://www.histarmar.com.ar/Legales/ManualC-02.htm>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.histarmar.com.ar>.
- Red Escolar Nacional de Venezuela. (2008). <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/fisica/Tema11b.html>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.rena.edu.ve>.
- Rensselaer Polytechnic Institute, Lightning Reaserch Center. (2004, Octubre). <http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightsources/whatisColorRenderingIndex.asp>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.lrc.rpi.edu>.
- Sánchez-Mora, C., & Tagüeña, J. (2004, Febrero). <http://www.elementos.buap.mx/num52/htm/29.htm>. Retrieved Febrero 15, 2014, from <http://www.elementos.buap.mx>.
- SensorsONE. (s.f.). <http://www.sensorsone.co.uk/pressure-measurement-glossary/psi-pounds-per-square-inch-pressure-unit.html>. Recuperado el Febrero de 2014, de <http://www.sensorsone.co.uk>.

State Accident Insurance Fund Corporation (SAIF). (2011, Diciembre). http://www.saif.com/_files/SafetyHealthGuides/ss-405.pdf. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.saif.com>.

State Accident Insurance Fund Corporation (SAIF). (2011, Diciembre). http://www.saif.com/_files/SafetyHealthGuides/ss-405.pdf. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.saif.com>.

Stateline Eco Electric. (n.d.). <http://www.statelineeco.com/resources-eco-education/lighting-basics/lumen-lux-vs-watt.html>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.statelineeco.com>.

The Exit Light Co. (n.d.). <http://www.exitlightco.com/Types-of-Illumination.html>. Retrieved Febrero 2014, from <http://www.exitlightco.com>.