

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL



SILLAS AUXILIARES PARA LÍNEA DE MONTAJE AUTOMOTRIZ

Tesis Profesional que para obtener el título de
Diseñador Industrial presentan:

MARIANA CERVANTES MACÍAS | **ABRIL MARTÍNEZ VILLANUEVA**

con la dirección de:
D.I. HÉCTOR LÓPEZ AGUADO

y la asesoría de:
DR. CARLOS SOTO CURIEL
D.I. JORGE VADILLO LÓPEZ
M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA
D.I. JOSÉ LUIS ALEGRÍA FORMOSO

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE MARTÍNEZ VILLANUEVA ABRIL ALEJANDRA No. DE CUENTA 307033378

NOMBRE TESIS SILLAS AUXILIARES PARA LINEA DE MONTAJE AUTOMÓTRIZ

OPCION DE TITULACION TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de LA TESIS, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día a las horas.

Para obtener el título de DISENADORA INDUSTRIAL

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 8 de noviembre de 2016

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	
VOCAL DR. CARLOS DANIEL SOTO CURIEL	
SECRETARIO D.I. JORGE VADILLO LOPEZ	
PRIMER SUPLENTE D.I. JOSE LUIS ALEGRIA FORMOSO	
SEGUNDO SUPLENTE M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad

**DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO ES TOTALMENTE DE
NUESTRA AUTORÍA Y QUE NO HA SIDO PRESENTADO
PREVIAMENTE EN NINGUNA OTRA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.
AUTORIZAMOS A LA UNAM PARA QUE PUBLIQUE ESTE
DOCUMENTO POR LOS MEDIOS QUE JUZGUE PERTINENTES.**

Ciudad de México, 2016



FICHA TÉCNICA

Sillas Auxiliares para Línea de Montaje Automotriz es un proyecto desarrollado durante el seminario de titulación del noveno y décimo semestre. En este seminario se otorgan proyectos, los cuales se trabajan durante el primer semestre y se documentan en el siguiente, principalmente se abordan temas de Ergonomía, Diseño Centrado en el Usuario y de Análisis de la problemática en su contexto.

La investigación y el diseño que se presenta a continuación es el resultado de un problema detectado y observado en la planta de Volkswagen México, asesorado y dirigido por el D.I. Héctor López Aguado.

A mis padres por apoyarme para hacer esto posible.
A mis profesores que me guiaron siempre.
A Abril porque logramos cumplir nuestro objetivo.

Mariana.

Gracias a mis padres, que ya saben que les debo todo.
A mi Universidad, por ésta larga década de enseñanzas.
Y a Mariana, por recorrer hasta el final éste camino conmigo.

Abiel

ÍNDICE



> PRIMERA ETAPA

INVESTIGACIÓN

01 DEFINICIONES

pág. 26

- 1.1 ¿Qué es un exoesqueleto?
- 1.2 Función
- 1.3 Diversidad
- 1.4 ¿Qué es un exoesqueleto mecánico?
- 1.5 Usos
- 1.6 Historia

02 EMPRESA

pág. 28

- 2.1 Historia
- 2.2 Inicio de la Fábrica
- 2.3 Segunda Guerra Mundial
- 2.4 Desde los años 50
- 2.5 Fábricas
- 2.6 Volkswagen de México, S.A. de C.V.

ANÁLISIS

03 HOMÓLOGOS Y ANÁLOGOS

pág. 34

- 3.1 Investigación General
- 3.1 Benchmarking
- 3.2 Matriz de Relaciones
- 3.3 Tabla Comparativa

04 INFOGRAFÍA

pág. 42

- 4.1 Salud
- 4.2 Antropometría
- 4.3 Fatiga
- 4.4 Seguridad
- 4.5 Propuesta de Valor

05 VISITA A VOLKSWAGEN DE MÉXICO

pág. 50

- 5.1 Resumen General
- 5.2 Estudio AEIOU



13

06 PDP

pág. 54

- 6.1 Aspectos Generales
- 6.2 Aspectos Ergonómicos
- 6.2 Aspectos Funcionales
- 6.3 Aspectos Productivos
- 6.4 Aspectos Estéticos
- 6.5 Aspectos de Mercado
- 6.6 Índice Psicoperceptivo

07 PUNTOS CRÍTICOS

pág. 56

- 7.1 Fuente de Energía
- 7.2 Estructura
- 7.3 Partes
- 7.4 Interacción con el Usuario
- 7.5 Control de Potencia y Modulación
- 7.6 Adaptación a las variaciones y tamaño de usuario
- 7.7 Detección de movimientos inseguros
- 7.8 Pellizcos y Medio Ambiente

08 ÁREAS DE OPORTUNIDAD

pág. 58

09 PONDERACIÓN DE FACTORES

pág. 60

10 ESFERAS DE RELACIÓN

pág. 62

- 10.1 Sujeto Activo
- 10.2 Sujeto Pasivo
- 10.3 Sujeto Constructor
- 10.4 Esquema

11 SIMULADORES

pág. 64

- 11.1 Descripción General
- 11.2 Simulador de Percepción de Asiento y Respaldo
- 11.3 Simulador de Asiento para Montar
- 11.4 Simulador de Percepción de Estructura

12 PROPUESTA A1

pág. 74

- 12.1 Ergonomía
- 12.2 Función
- 12.3 Producción
- 12.4 Estética

13 PROPUESTA A2

pág. 76

- 13.1 Descripción General
- 13.2 Ergonomía

14 PROPUESTA B

pág. 78

- 14.1 Ergonomía
- 14.2 Función
- 14.3 Producción
- 14.4 Estética

>SEGUNDA ETAPA

INVESTIGACIÓN

01 HOMÓLOGOS Y ANÁLOGOS

pág. 84

- 1.1 Investigación General
- 1.2 Benchmarking
- 1.3 Tabla Comparativa



02 PDP

pág. 92

- 6.1 Aspectos Generales
- 6.2 Aspectos Ergonómicos
- 6.2 Aspectos Funcionales
- 6.3 Aspectos Productivos
- 6.4 Aspectos Estéticos
- 6.5 Aspectos de Mercado

03 PUNTOS CRÍTICOS

pág. 96

- 3.1 Asiento
- 3.2 Altura
- 3.3 Movimiento
- 3.4 Movilidad
- 3.5 Mecanismos
- 3.6 Seguridad

04 ÁREAS DE OPORTUNIDAD

pág. 98

05 ¿QUÉ FACTORES INTERVIENEN CON EL OBJETO?

pág. 100

06 TABLA MORFOLÓGICA

pág. 102

07 RESULTADOS GRÁFICOS

pág. 103

08 PROPUESTAS

pág. 104

- 8.1 Descripción General
- 8.2 Silla Baja Concepto A
- 8.3 Silla Baja Concepto B
- 8.4 Silla Alta Concepto A
- 8.5 Silla Alta Concepto B



09 SILLA BAJA A

pág. 116

10 SILLA ALTA A

pág. 118

11 SILLA ALTA B

pág. 120

12 HALLAZGOS

pág. 122

12.1 Silla Baja
12.2 Silla Alta

> DISEÑO FINAL

00 DESCRIPCIÓN GENERAL

pág. 125

- 0.1 Elementos Silla Baja
- 0.2 Elementos Silla alta

MEMORIA DESCRIPTIVA

01 ERGONOMÍA

pág. 134

- 1.1 Introducción
- 1.2 Asiento
- 1.3 Silla Baja
- 1.4 Silla Alta
- 1.5 Tablas Antropométricas

02 FUNCIÓN

pág. 148

- 2.1 Silla Baja
- 2.2 Secuencia de Uso / Silla Baja
- 2.3 Silla Alta
- 2.4 Secuencia de Uso / Silla Alta

03 PRODUCCIÓN

pág. 156

- 3.1 Piezas de la Silla Baja
- 3.2 Piezas de la Silla Alta
- 3.3 Piezas Comerciales
- 3.4 Textil
- 3.5 Memory Foam
- 3.6 Elementos de Fibra de Vidrio
- 3.7 Armado del asiento
- 3.8 Elementos Tubulares
- 3.9 Costos de Producción / Elementos Fibra de Vidrio
- 3.10 Costos de Producción / Silla Baja
- 3.11 Costos de Producción / Silla Alta
- 3.12 Cálculos Finales

04 ESTÉTICA

pág. 178

- 4.1 Moodboards
- 4.2 Descripción General
- 4.3 Asiento
- 4.4 Silla Baja
- 4.5 Silla Alta
- 4.6 Ritmo
- 4.7 Colores y Texturas
- 4.8 Carácter

ESCENARIO

01 ESCENARIO

pág. 196

- 1.1 Visualización en ambiente industrial



> DISEÑO PROSPECTIVO

página 204



17

> PLANOS página 210

> ANEXOS página 242

> GLOSARIO página 250

> BIBLIOGRAFÍA página 252

00 INTRODUCCIÓN

Hoy en día uno de los principales problemas es la fatiga y el estrés del que sufrimos en nuestros empleos. Dicho problema es uno de los más alarmantes en nuestro país, el cual es de hecho a nivel mundial, el país que más horas trabaja al día. Las consecuencias derivadas de éste problema se ven reflejadas en la salud y calidad de vida de nuestra población.

Éste problema fue detectado y estudiado particularmente en la fábrica de Volkswagen, en Puebla, México. La presente tesis de licenciatura para obtener el grado de Diseñador Industrial, muestra el proceso de un proyecto que busca darle solución a éste problema a partir del desarrollo de un producto.

Éste documento está escrito en tres partes, que son en realidad las etapas en las que estuvo dividido el proyecto. En la primera etapa el proyecto estaba definido por la idea de diseñar un exoesqueleto. A pesar de ésta limitación, durante la evolución del proyecto se hizo evidente que el producto final debía ser totalmente diferente. La segunda etapa aborda justamente éste cambio. La tercera parte del documento, define y describe el diseño final al que se llegó tras terminar las dos primeras etapas.

ANTECEDENTES

El siguiente trabajo presenta el desarrollo del diseño industrial de dos sillas auxiliares las cuales surgieron del Seminario de Titulación de Diseño VII con el D.I. Héctor López Aguado y El Dr. Carlos Soto Curiel. Como complemento, asistimos a la asignatura de Pensamiento Estratégico, también con el D.I. López Aguado, donde realizamos investigación complementaria para identificar, analizar y ordenar dentro del contexto los problemas involucrados con la problemática principal que se nos otorgó.

OBJETIVO

El objetivo principal es desarrollar un objeto de Diseño Industrial que solucionará la problemática de permanecer de pie y/o adaptar posiciones que puedan causar fatiga en los operadores de la planta automotriz.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para desarrollar ésta propuesta de diseño está basada en un problema determinado: estar de pie y realizar movimientos repetitivos en las plantas de producción (en este caso específicamente en el sector automotriz).

El proceso de esta tesis se dividió en dos etapas:

PRIMERA ETAPA

septiembre - diciembre 2015



En la primera etapa la solución sugerida era el diseño y desarrollo de un exoesqueleto. Sin embargo, durante la en la segunda etapa determinamos que la solución debía ser de baja tecnología, ya que a pesar de que existe equipo muy sofisticado y automatizado en la Planta de Volkswagen, las herramientas usadas por los operadores en la planta eran muy intuitivas y algunas de ellas improvisadas. En consecuencia, cambiamos la dirección del proyecto al diseño de dos sillas que solucionaran los problemas observados.

SEGUNDA ETAPA

enero - mayo 2016





PRIMERA ETAPA

01 DEFINICIONES

1.1 ¿QUÉ ES UN EXOESQUELETO?

Del Griego:

ἔξω, éxō “fuera” y

σκελετός, skeletos “esqueleto”

Zool. Piel o parte de ella engrosada y muy endurecida, por la acumulación de materias quitinosas o calcáreas sobre la epidermis, frecuentemente en forma de conchas o caparazones, como en los celentéreos, moluscos y artrópodos, por la producción en la dermis piezas calcificadas u osificadas, como son las escamas de los peces y las placas óseas cutáneas de muchos equinodermos, reptiles y mamíferos.

En el uso popular, algunos de los tipos más grandes de exoesqueletos son conocidos como “conchas”. Existen ejemplos de animales con exoesqueletos estos incluyen insectos como saltamontes y cucarachas, y crustáceos como los cangrejos y langostas. Las conchas de los diversos grupos de moluscos sin cáscara, incluidas las de los caracoles, almejas, esponjas, estrellas de mar, conchas colmillo, quitones y nautilus, también son exoesqueletos.

Algunos animales, como la tortuga, tienen tanto un endoesqueleto y un exoesqueleto.

1.2 FUNCIÓN

Los exoesqueletos contienen componentes rígidos y resistentes que cumplen un conjunto de roles funcionales, que incluyen la protección, la excreción, detección, asistencia, alimentación y actúan como una barrera contra la desecación de los organismos terrestres. También tienen un papel en la defensa de las plagas y depredadores, de apoyo, y proporcionan un marco de fijación para la musculatura.

1.3 DIVERSIDAD

Muchas especies diferentes producen exoesqueletos, que se componen de una gama de materiales. Hueso, cartílago, o la dentina se utiliza en el pescado y tortugas. La Quitina* forma el exoesqueleto de artrópodos incluyendo insectos, arácnidos tales como las arañas, crustáceos tales como cangrejos y langostas y en algunos hongos y bacterias.

1.4 ¿QUÉ ES UN EXOESQUELETO MECÁNICO?

Un exoesqueleto, también conocido como armadura de potencia, exoframe, o exosuit, es una máquina móvil que consiste principalmente de un marco exterior (similar a exoesqueleto de un insecto) llevado por una persona, y accionado por un sistema de motores, hidráulica o neumáticamente que ofrece energía de movimiento de las

1.5 USOS

La función principal de un exoesqueleto es ayudar al usuario al aumentar su fuerza y resistencia. Están diseñados comúnmente para uso militar, para ayudar a los soldados a llevar cargas pesadas, tanto dentro como fuera de combate. En las zonas civiles, exoesqueletos similares podrían utilizarse para ayudar a los bomberos y otros rescatistas a sobrevivir ambientes peligrosos.

1.5 HISTORIA

En el campo de la medicina, es otra zona privilegiada para la tecnología exoesqueleto, donde puede ser utilizado para una

mayor precisión durante la cirugía, o como una asistencia para permitir que las enfermeras muevan pacientes pesados. Existen prototipos de trabajo de exoesqueletos motorizados, incluyendo XOS por Sarcos y HULC por Lockheed Martin (ambos para uso militar). Varias compañías también han creado exosuits para uso médico, como HAL 5 por Cyberdyne Inc.

Ekso Bionics actualmente está desarrollando y fabricando dispositivos inteligentes biónicos exoesqueleto que puede ser usados para vestir como robots portátiles para mejorar la fuerza, la movilidad, y la resistencia de los soldados y los parapléjicos.

Aunque quedan varios problemas por resolver, el más desalentador es la creación de una fuente de alimentación compacta, lo suficientemente potente como para permitir un exoesqueleto operar durante períodos prolongados sin ser conectado a la alimentación externa.

02 EMPRESA

2.1 HISTORIA

Volkswagen es un fabricante de automóviles alemán con sede en Wolfsburg, Baja Sajonia (Alemania). Volkswagen es la marca original y más vendida del Grupo Volkswagen, el mayor fabricante de automóviles alemán y de Europa y el tercer mayor fabricante de automóviles del mundo.

Volkswagen significa «automóvil del pueblo» en alemán. Su eslogan internacional actual es «Das Auto» («El automóvil»).

2.2 INICIOS DE LA FÁBRICA

El nombre Volks Wagen se debe a que en los años 1930 surgió en Alemania el proyecto de construir un automóvil que fuese accesible para un gran número de personas. Cuando Adolf Hitler se alza con el poder en 1933, decide poner en marcha un plan de fomento de la industria del automóvil, con el objetivo de relanzar sus fábricas y hacerlas más competitivas frente a las inglesas y las francesas. De este modo se lanza un concurso a los empresarios para la concesión de la fabricación del denominado 'automóvil del pueblo'. En alemán la palabra "Volk" es pueblo y automóvil "Wagen").

Ferdinand Porsche fue el encargado de llevar a cabo el proyecto cuyo fin era construir un vehículo sencillo y barato que pudiese estar al alcance de la mayoría de los alemanes.

Hitler pretendía construir la fábrica más grande de Europa para la fabricación del automóvil del pueblo. Para ello, el requisito era tener acceso a una vía fluvial navegable. También era necesaria una central eléctrica propia, que abasteciera tanto a la fábrica como a la nueva ciudad. Hitler escogió el pueblo de Fallersleben, a orillas del canal de Mittelland. El lugar formaba parte desde el siglo XIV del Condado de Schloss Wolfsburg, propiedad del conde von Schulenburg. Según las ideas de Hitler, la fábrica debía disponer de su propia ciudad anexada a la misma, para alojar a los trabajadores

y sus familias.

El nombre escogido por Adolf Hitler para el automóvil fue Kdf-Wagen (Kraft durch Freude: ‘fuerza a través de la alegría’) y la ciudad, Kdf-Stadt. Sin embargo, ni en la fábrica ni en toda Alemania nadie empleó otro nombre que no fuese el de Volkswagen para referirse al Escarabajo. El nombre Kdf-Wagen sólo fue utilizado en los catálogos y por los militares nazis. El “Escarabajo” o “Beetle”, fue el primer Volkswagen. Ferdinand Porsche realizó los planos y diseños del automóvil, pero fue el propio Hitler quien lo pulió, modernizando los faros delanteros, traseros y añadiendo una varilla lateral que le daba un aire más deportivo.

El partido nazi facilitó a Ferdinand Porsche la infraestructura necesaria para la construcción de la que sería posteriormente la fábrica encargada del proyecto. Para la realización de este proyecto, se fundó la nueva ciudad el 26 de mayo de 1938. La ceremonia de tan importante acontecimiento para el régimen nazi, buscaba claramente impresionar al pueblo alemán, un pueblo que se mostraba confiado con su dirigente. Más de 70.000 personas llegadas de todos los rincones de Alemania acudieron a la ceremonia. Lógicamente, Ferdinand Porsche estuvo presente, junto a los generales nazis y al mismísimo Führer. En dicha ceremonia, Hitler subió a bordo de un Kdf-Wagen descapotable, conducido por Ferdinand Porsche.

2.3 SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Con el propósito de financiar todo este proyecto de dotar al pueblo alemán de un automóvil de bajo costo, el gobierno alemán ideó un sistema en el que los ahorradores deseosos de poseer un Volkswagen (automóvil del pueblo), aportaban 5 marcos semanalmente.

Así se reunieron alrededor de 286 millones de marcos. Nin-

guna de estas personas recibió su Kdf-Wagen, ya que los proyectos militares monopolizaban la atención del país tras el inicio de la Segunda Guerra Mundial en septiembre de 1939. La fábrica de Fallersleben se destinó a la producción militar, y después de 6 años de guerra, el dinero del Kdf-Wagen fue requisado por los rusos en concepto de reparaciones de guerra. Hitler nunca llegó a ver su Kdf-Wagen salir de las líneas de producción. Con el fin de la guerra, Ferdinand Porsche fue encarcelado por su vinculación con el régimen nazi y los ingleses tomaron el control de la fábrica. El 27 de diciembre se comenzó la producción en serie del escarabajo.

2.4 DESDE LOS AÑOS CINCUENTA

Aunque sus primeros pasos comenzaron antes de la Segunda Guerra Mundial, no fue hasta los años cincuenta cuando el Escarabajo se convierte en un vehículo de gran aceptación social tanto en Europa como América. En 1955 salió de la fábrica el ejemplar un millón, y en 1972 el Escarabajo, como ya se le conocía en todo el mundo, superó el récord de unidades fabricadas de un automóvil, que ostentaba Ford con su modelo “T”, al alcanzar la cifra de 15.007.034 Volkswagen fabricados.

En 1978 el Escarabajo dejó de fabricarse en Alemania al bajar la demanda en la mayoría de los países, ya que habían aparecido en el mercado mundial automóviles equivalentes, pero de diseño y tecnología mucho más actuales. Siguió produciéndose, no obstante, en Brasil continuó su producción hasta 1985, reintroduciéndose en aquel país por mandato presidencial en 1993, descontinuándose en 1996. En México la producción del Volkswagen Sedán continuó de forma ininterrumpida hasta 30 de junio de 2003 cuando se produce el último Volkswagen Sedán Última Edición, el cual portaba equipamiento distintivo. La última unidad producida se en-



cuentra en el Museo de Volkswagen en Wolfsburgo, y otro de estos codiciados ejemplares fue obsequiado al Papa Juan Pablo II por un grupo de concesionarios de la marca en México. Durante finales del siglo pasado, el Volkswagen Sedán (escarabajo) fue considerado «el automóvil del siglo».

Tras largos años cerrada en la producción de sus arcaicos modelos de motor posterior con cilindros opuestos y refrigerado por aire, Volkswagen, afortunadamente, recuperó el hilo en la evolución de sus automóviles, y tras la absorción de Auto Unión, y del antiguo constructor de automóviles NSU Motorenwerke en el año 1969, basándose en la tecnología heredada de esta última marca, pudo ponerse a la altura del resto de constructores, y desarrollar sus propios modelos con tracción y motores delanteros de cuatro cilindros en línea y refrigerados por agua. Tras los iniciales Volkswagen K70 (Desarrollado íntegramente por NSU), y Volkswagen Passat, presentó en 1974 el Golf, que adoptaba la misma configuración mecánica que el avanzado Fiat 127, considerado en la época como el coche-patrón de su segmento, y que fue el modelo más vendido en Europa durante numerosos años. Gracias a esta inyección de tecnología, Volkswagen fue ampliando paso a paso su gama de modelos, abandonando su anterior política de un obsoleto modelo único. Así fue incorporando en primer lugar el Passat en 1973, un poco antes que el deportivo Scirocco, y a continuación el Golf y el modelo más pequeño Polo. En 1998 aparece el New Beetle, que ofrece un diseño basado en el antiguo Escarabajo, pero totalmente modernizado, al igual que la tecnología. Este automóvil está destinado principalmente al mercado estadounidense, donde sigue existiendo un gran número de nostálgicos del Escarabajo. La aparición de este modelo, unida a un descenso de la demanda también en los países latinoamericanos, lleva en el año 2003 al cierre de la fabricación del clásico Vocho en México. Con anterioridad han ido saliendo otros

modelos nuevos, como el Phaeton, buque insignia de la marca, el Sharan, el Touran, un monovolumen de siete plazas, y el Touareg, un todoterreno de lujo para uso en ciudad, carretera y en terrenos difíciles.

2.5 FÁBRICAS

El grupo dispone de 45 fábricas en 20 países: Alemania, Argentina, Bélgica, Brasil, China, España, Eslovaquia, Estados Unidos, Francia, Hungría, India, Italia, Israel, Malasia, México, Polonia, Reino Unido, República Checa, Rusia, y Sudáfrica, y está presente en 150 países con organizaciones comerciales propias.

Wolfsburg es actualmente la sede principal del Grupo Volkswagen. El escudo de armas de la ciudad (que entre 1951 y 1963 aparecería en las versiones de exportación de los Volkswagen), fue diseñado por un dibujante apellidado Kern. Lo componían la figura del tradicional castillo de dos torres y puerta levadiza con un estilizado lobo en las almenas. En su vértice unas líneas onduladas simbolizaban el Mittellandkanal.

Volkswagen ha construido en los últimos años en Dresden una fábrica totalmente nueva, de cristal, que permite a los visitantes ver en detalle todo el proceso de fabricación. En Wolfsburg ha edificado la Ciudad del Automóvil, un conjunto de edificios destinados al público, en los que se pueden ver exposiciones sobre la historia de la compañía y sobre el mundo del automóvil, y en la que los compradores pueden recoger personalmente sus automóviles Volkswagen.

En 1994 VW sorteó la crisis debida a una baja en la demanda aplicando un modelo en el que los empleados acordaron con la patronal reducir la jornada laboral y los salarios en un

20%. El resultado inmediato fue que lograron salvarse cerca de 20 000 puestos de trabajo. Sin embargo en los últimos años la medida se ha mostrado contraproducente.

De momento, Volkswagen anunció que comprará un 19,9 por ciento de participaciones en la japonesa Suzuki por un monto de 1.700 millones de euros (unos 2.500 millones de dólares), con lo que fortalecerá notablemente su posición en Asia.

2.6 VOLKSWAGEN DE MÉXICO S.A. DE C.V

Volkswagen de México S.A. de C.V., es la empresa filial de Volkswagen establecida en 1964 en las afueras de la ciudad mexicana de Puebla, específicamente en el Municipio de Cuautlancingo, donde aproximadamente laboran unas 20,900 personas lo que la convierte en el complejo automotriz más grande de México y la segunda planta más grande del mundo del consorcio. Los primeros autos salieron en 1967 de sus líneas de producción. La planta de Volkswagen de México es la empresa más grande de Puebla. En esta fábrica fue producido hasta el 30 de julio de 2003 el modelo Volkswagen Sedán. Actualmente son producidos los modelos Clásico (también conocido como Bora o Jetta según el país), Jetta, Beetle así como el modelo Golf Variant, desde finales de 2013 se comenzó a ensamblar el Golf 5 puertas de 7ª. Generación para su exportación a diversos mercados del continente americano y algunas unidades para consumo local.

Esta planta tiene gran importancia estratégica para el Grupo Volkswagen ya que es la segunda más grande fuera de Alemania, además que el 80% de los vehículos producidos

se destinan a la exportación a más de 120 países del mundo. A partir del año 2000 se redujo la producción debido a las bajas ventas que se experimentaban en Estados Unidos. En años posteriores volvió a aumentar nuevamente alcanzando la cantidad de 411,000 vehículos producidos en 2007. A principios de 2008 salió de la línea de producción el New Beetle número un millón.

Después de General Motors, Nissan y Ford Motor Company, Volkswagen de México en 2008 se ha posicionado con la cuarta posición de ventas en el mercado mexicano. Igualmente entre enero y julio de 2008 Volkswagen de México tiene una participación en el mercado mexicano de 18.2%. Al cierre de 2008 su volumen de ensamble alcanzó las 450,802 unidades, de los cuales el Bora fue el modelo más producido con 205,377 unidades, en segundo lugar se colocó el SportWagen/Golf Variant con 112,675, siguiendo el Jetta con 76,051 y el New Beetle con 54,993. Asimismo, se ensamblaron 1,706 camiones y chasis para autobús.

Volkswagen Sedán Última Edición, la versión especial con la que se cerró el ciclo de 21'529,464 unidades en 2003 del mundialmente conocido Volkswagen Sedán o Escarabajo. A partir de 1996 fue producido en exclusiva por Volkswagen de México, S.A. de C.V.

Del *volumen* total de producción, 378,288 unidades fueron destinadas a los mercados de exportación; 152,562 se enviaron a Europa, 156,032 a Estados Unidos y Canadá, otras 48,726 unidades a Sudamérica y 20,968 adicionales al mercado asiático. Las 72,514 unidades que complementan el *volumen* total se vendieron en el mercado mexicano.¹

1 Volkswagen México. Historia de Volkswagen. septiembre 2015. Sitio web: <http://www.vw.com.mx/es/mundo-volkswagen/historia.html>



03 HOMÓLOGOS Y ANÁLOGOS

3.1 INVESTIGACIÓN GENERAL

Como primera parte del análisis se realizó una investigación acerca de los exoesqueletos ya existentes. Se escogieron aquellos que poseyeran características útiles para el exoesqueleto que se estaba por desarrollar.

Se encontró que una gran parte de los exoesqueletos existentes habían sido diseñados para uso militar, ya que aumentan la fuerza y velocidad del individuo que lo usa.

La otra gran mayoría de los exoesqueletos están diseñados para rehabilitar a personas con discapacidades físicas, sobre todo que sus discapacidades tengan que ver con atrofiamiento de sus extremidades inferiores.

“Chairless Chair” de Nonnee fue el ejemplo más cercano a lo que nosotros buscábamos desarrollar. Chairless Chair es básicamente un exoesqueleto que permite sentar a la gente en cualquier lugar. Fue muy interesante investigar acerca de él, ya que éste exoesqueleto de hecho nació de la mala experiencia e alguien al trabajar en una línea de producción. Antes de estar a la venta, será aprobado por los trabajadores de la línea de producción de BMW y Audi.

La segunda referencia en orden de importancia fue el Walking Assis Device desarrollado por Honda. Las características más importantes fueron observadas en los videos; fue ahí en donde se hizo evidente que un asiento en el que el usuario montara le hacía sentir más seguridad que algo que sólo recibiera su peso

A continuación se presentan las fotos de los 12 exoesqueletos investigados, así como el nombre de cada uno de ellos en la parte inferior de cada foto.



/11

CHAIRLESS CHAIR



/12

WALKING ASSIST DEVICE



/13

HULC



/14

FORTIS



/15

ZERO G4



/16

EKS0 GT



/17

3D EKS0



/18

HAL 5



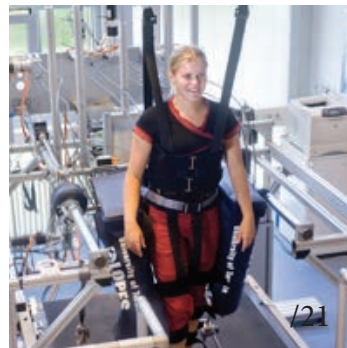
/19

XOS 2



/20

LIFESUIT



/21

LOPES



/22

REWALK

3.1 BENCHMARKING

Después de la investigación general, se definieron las características más importantes de cada exoesqueleto. Lo más importante de éste primer análisis es que las características fueran específicas y fáciles de comparar, esto con el objetivo de crear una tabla de benchmarking.

El benchmarking consiste en tomar como “comparadores” o benchmarks a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación.

Según Casadesús, el Benchmarking “es una técnica para buscar las mejores prácticas que se pueden encontrar fuera o a veces dentro de la empresa, en relación con los métodos, procesos de cualquier tipo, productos o servicios, siempre encaminada a la mejora continua y orientada fundamentalmente a los clientes”.²

El benchmarking implica aprender de lo que está haciendo el otro y entonces adaptar sus propias prácticas según lo aprendido, realizando los cambios necesarios. No se trata solamente de copiar una buena práctica, sino que debe de efectuarse una adaptación a las circunstancias y características propias.

Al construir ésta tabla, fue mucho más sencillo saber cuáles eran las características que funcionaban mejor y cuáles eran las menos eficientes, para entonces poder aplicar las mejores en el objeto que se iba a diseñar.

	FUNCIÓN	APLICACIÓN	TIPO
NOONEE	evitar fatiga	apoyo a tareas (línea de ensamble)	parte inferior
WAD	caminar / rehabilitar	médico / recuperación	espalda / parte inferior
HULC	carga + ataque	militar	cuerpo completo parte inferior
FORTIS	evitar fatiga	construcción artillería pesada	cuerpo completo parte inferior
ZERO G4	evitar fatiga	cargar herramienta manual	brazo auxiliar / parte superior
EKSO GT	caminar / rehabilitar	médico / recuperación	espalda / parte inferior
3D EKSO	caminar / rehabilitar	médico / recuperación	espalda / parte inferior
HAL 5	rehabilitar + cargar	médica, bienestar, apoyo a tareas, rescate	cuerpo completo parte inferior
XOS 2	carga + ataque	militar	cuerpo completo parte inferior
LIFESUIT	rehabilitar	médica	cuerpo completo parte inferior
LOPES	rehabilitar	médica	cuerpo completo parte inferior
REWALK	caminar / rehabilitar	médico / recuperación	espalda / parte inferior

² Casadesús, M; Heras, I; Merino, J. (2005): Calidad práctica. Una guía para no perderse en el mundo de la calidad. Prentice-Hall

COSTO	MATERIAL	PESO	PAÍS DE PRODUCCIÓN	MÉTODO DE PRODUCCIÓN	TIPO DE CONTROL	PATENTE	FUENTE DE ENERGÍA
—	aluminio fibra de carbono	2 kg	Suiza	prototipo	mecánico	EP 2842527 A1	batería de 9V
USD\$69,000 - \$85,000	plástico / metal	2.8 kg	EUA	inyección	sensores + computadora + sistema mecánico	US 8118763 B2	batería
—	titanio	24 kg	EUA	fundición de metal	sensores + sistema neumático	US 8968222 B2	batería
—	titanio	31.3 kg	EUA	maquinado	sensores + sistema neumático	US 8968222 B2	batería
USD\$100	plástico / metal	6.35 kg	EUA	maquinado	mecánico	WO 2012154580 A1	mecánico
USD\$100,000	aluminio, acero inoxidable y zinc	22 kg	EUA	doblado tubular	sensores + computadora + sistema mecánico	US13639984	batería
USD\$130,000	metal	22 kg	Japón	impresión 3D	sensores + computadora + sistema mecánico	US13639984	batería
USD\$60,000 ó USD\$17,000 mensuales	metal , plástico impresión 3D	23 kg 15 kg	EUA	inyección	señal bioeléctrica + algoritmo	US13529437	batería AC 100V
—	titanio	68 kg	EUA	prototipo	sensores + sistema neumático	CN 104677196 A	conexión a un generador de energía
USD\$100,000 -\$250,000	metales / textiles	35 kg	EUA	prototipo	sensores + aire comprimido	—	aire comprimido
—	metales / textiles	195 kg	Holanda	prototipo	sensores + sistema eléctrico	US 20130226048 A1	conexión a energía eléctrica
USD\$69,000 - \$85000	metales / textiles	23.3 kg	EUA	maquinado / termoformado	sensores + computadora + sistema mecánico	US 8348875 B2	batería

3.3 TABLA COMPARATIVA

En ésta tabla se describen las características que no fueron mencionadas en la primera tabla. La diferencia principal entre la primera tabla y ésta es que las características comparadas en la primera son específicas y técnicas; en ésta se habla de características menos concretas que requerían de una descripción más larga y en algunos casos relativa.

El primer recuadro habla acerca de su configuración formal. En éste se describe brevemente las características configurativas del objeto. (tamaño, color, apariencia y cualquier otra característica que tenga que ver con los valores estéticos del producto).

En el segundo recuadro se habla de las características ergonómicas de cada exoesqueleto. Sobre todo se hace referencia al uso de materiales acojinados en zonas críticas del cuerpo y qué posiciones se logran usándolos.

El tercer recuadro describe los aditamentos o componentes con los que cuenta cada exoesqueleto y las funciones que se logran con éstos.

En el recuadro de *interacción* se describe por medio de qué elementos el exoesqueleto interactuará con el usuario.

El siguiente cuadro especifica los métodos productivos y materiales de cada exoesqueleto.

Finalmente se hicieron pequeñas conclusiones acerca de las características que hacen particular a cada exoesqueleto para después argumentar que tan positivas o negativas eran éstas y por qué. Esto fue especialmente útil para el posterior desarrollo del proyecto, ya que nos ayudó a saber qué es lo que debíamos retomar en nuestro propio diseño.

Para calificar los exoesqueletos investigados, se tomaron en cuenta los factores de: comodidad, factibilidad, funcional-

NOONEE



Es un objeto muy discreto y sencillo que se coloca **detrás de las piernas**.

WAD



Es un objeto discreto y atractivo, está diseñado en blanco, negro y gris con detalles rojos y azules que le dan un carácter tecnológico. Se aprecia como un objeto ligero por su estructura y volumen y confiable por su asiento acojinado.

HULC



El producto se percibe muy **ligero** y simple, aunque no hay un acercamiento estético real. La estética del exoesqueleto responde directamente a su producción.

FORTIS



El objeto tiene una apariencia industrial es gris, su estructura está al descubierto y las juntas son amarillas. En la parte posterior se encuentra el mecanismo, el cual tampoco está cubierto y se sujeta con dos correas sobre los hombros y una en el abdomen.

ZERO G4



La estética del producto responde a su función y su producción.

EKSO GT



Se aprecia como un objeto industrial, pero también ligero. Todas sus partes están diseñadas para mostrar su estructura lo cual puede dar un carácter agresivo pero también de seguridad.

ERGONOMÍA

FUNCIÓN

INTERACCIÓN

PRODUCCIÓN- MATERIALES

CONCLUSIONES

CALIFICACIÓN

Se coloca detrás de las piernas con correas y por la parte baja de la espalda tiene un **apoyo lumbar**, que se sostiene con una correa rodeando el abdomen.

Disminuye la fatiga soportando al operador en una posición cómoda que puede ser ajustable a **diferentes alturas**.

Funciona con un **botón** para cambiar las alturas y bloquearlo, es muy ligero por lo tanto es fácil de colocárselo, lo puede hacer el mismo operador.

Está configurado en **Aluminio y Fibra de Carbono**, también tiene correas textiles.

Es una solución viable para el problema que se vive en fábricas o empresas donde se tiene que estar de pie, todavía se puede **mejorar la interacción y los tiempos de respuesta**.



Se utiliza por la parte interior de las piernas. El soporte tiene material acojinado que sirve para soportar el peso y también en la parte posterior de la espalda, al caminar la estructura se va hacia adelante. Los "zapatos" se calzan completamente sobre los zapatos y se ajustan.

Utiliza dos sensores en las plantas de los zapatos y dos sensores en las piernas que registran el movimiento del paso y la orientación. La estructura se flexiona hacia adelante cuando se flexionan las piernas. Tiene un pequeño motor en la parte posterior que funciona con una batería de Litio.

Es un dispositivo ligero y pequeño, por eso el usuario puede colocarse fácilmente, el asiento le da soporte al ponerse en cuclillas. El objeto se puede doblar para guardarlo ocupando menos volumen para su almacenamiento y transportación.

Tiene carcasas de plástico termoformado y está configurado por partes en metal maquinadas. En la parte del asiento tiene un cojín grueso forrado con textil.

Es una solución diferente a otros exoesqueletos, ya que este se monta y se lleva por dentro de las piernas, lo cual lo hace un poco incómodo porque se deben tener las piernas un poco abiertas al caminar y por lo mismo no funcionaría para todo tipo de cuerpos.



Su **estructura hidráulica** es altamente eficiente y flexible, lo que permite realizar actividades que demandan una gran **flexibilidad** en el objeto tales como correr, saltar, andar en cuclillas, gatear, etc.

Cuenta con sensores de movimiento que comunican las señales que se generan en el exoesqueleto hacia los elementos neumáticos del mismo. Una **micro-computadora** se encarga de que los movimientos del cuerpo estén sincronizados con los del exoesqueleto.

HULC tiene una buena **interacción** con el usuario, ya que éste no necesita de asistencia para colocarse. El usuario solamente debe colocar sus pies en las bases y ajustar correas.

Es una estación fija fabricada en acero. Cuenta con diferentes juegos de correas, resortes y arneses que, asistidos robóticamente, sujetan a los pacientes, además de algunas piezas fabricadas en plástico.

Funciona bien para su propósito, sin embargo no lo logra totalmente, en la investigación se hallaron buenos resultados lo que le ha dado lugar a la evolución del producto .



El exoesqueleto está diseñado para trabajar de pie, agachado o de rodillas, es muy versátil y se le pueden adaptar dos brazos ZEROG4 a los costados de la cadera de cada lado. Se sujeta por correas en la parte superior, y por los talones y alrededor del peroné.

Es un exoesqueleto para el sector industrial, se puede colocar fácilmente por el usuario, sin embargo no es ligero, una vez puesto el **peso se transmite** a los talones del usuario en la parte inferior.

El exoesqueleto es para dar más fuerza y ayudar para cargar y utilizar herramientas pesadas. Es fácil de colocar y se puede **adaptar un brazo** o dos según las tareas necesarias.

Está mayormente fabricado en acero, pero también cuenta con correas, resortes y arneses.

Después del HULC decidieron adaptar el concepto y llevarlo a la industria, el resultado es muy adecuado, ya que aumenta la productividad **disminuyendo el tiempo de trabajo**.



El brazo ZeroG4 se añade al exoesqueleto Fortis, por lo tanto el usuario no debe cargarlo, gracias a sus mecanismos se puede mover en **diferentes direcciones**.

Puede soportar hasta 16.8 kg que se **redistribuyen** hacia abajo a los apoyos, tiene al menos cinco puntos de articulación ajustables.

Se monta a la cadera del Fortis, se pueden utilizar hasta dos brazos al mismo tiempo.

Está producido en aluminio, acero inoxidable y zinc.

Es un gran ejemplo de como adaptar dos productos para crear uno mejor que se adapta a las necesidades de los operadores en cualquier planta.



Es una estructura que sujeta las piernas por la parte exterior, hasta la cadera, en la parte de la espalda se carga el motor y la batería con dos correas por los hombros. En los pies cuenta con una suela completa que se sujeta por encima de los zapatos con correas.

Ayuda a personas con parálisis o hemiparesia a caminar, ayudándose de las extremidades superiores, tiene un software generados de pasos que con el motor ayuda al usuario a desplazarse en diferentes modos de entrenamiento.

Cuenta con retroalimentación por audio y un control para ajustar los diferentes modos. También recopila los datos de los pacientes para revisar sus progresos.

Está generado en su mayoría en metal maquinado. aunque también cuenta con textiles y correas de alta resistencia y algunas partes de plástico.

El diseño del exoesqueleto a pesar de su apariencia industrial es muy limpio y cada detalle está cuidado para su apariencia y la seguridad del usuario. La retroalimentación por audio es un diferenciador con los otros exoesqueletos lo cual le da una ventaja.



dad, ligereza e *interacción* con el usuario.

Estos factores representan cada uno un punto y se traducen en 5 puntos totales. Si el exoesqueleto cuenta con todos los puntos, obtendrá entonces una calificación de 5/5. Si este carece de uno, se restará entonces un punto de la calificación.

Estos puntos se representarán por círculos. Los círculos llenos indican que el exoesqueleto cuenta con los factores anteriormente mencionados.

CONFIGURACIÓN FORMAL

3D EXSO



Muestra su estructura, a diferencia de los otros este tiene partes de acoplamiento con el usuario impresas en 3D. Estas piezas le dan un carácter suave y de seguridad porque tienen apariencia orgánica, adaptándose naturalmente.

HAL 5



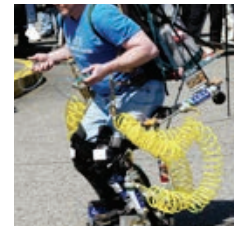
El producto se percibe ligero y fácil de usar. Existe una **relación estrecha** con el usuario. Se percibe que el producto es alta tecnología y seguro al no hacer visibles los mecanismos. Resaltan las unidades de poder en azul usando LEDs.

XOS 2



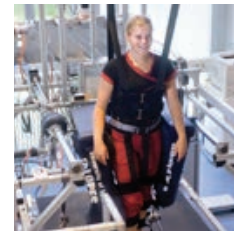
El producto se percibe pesado y extremadamente difícil de ser colocado. Existe una relación estrecha con el usuario. Se percibe como un producto **caótico** y de dudosa seguridad.

LIFESUIT



El producto se percibe pesado y extremadamente difícil de ser colocado. Se coloca en la **espalda** y parte inferior.

LOPES



Funciona como un aparato para rehabilitación sobre una **caminadora**, por lo tanto es grande y ocupa mucho espacio.

REWALK



El exoesqueleto cuenta con dos carcasas en las extremidades inferiores que funcionan **paralelamente a las piernas**, están cubiertas y ocultan su función, también cuenta con una mochila que se debe llevar en la espalda sujeta por el abdomen.

ERGONOMÍA

Las piezas **impresas en 3D** no sólo hicieron este exoesqueleto un poco mas ligero, también, hacen que éste sea personalizable y se adapte totalmente al usuario. Se imprimieron piezas para la espalda, para las pantorrillas y los muslos por la parte posterior.

Su peso total (23 Kg.) y tamaño no permite un **movimiento natural** y preciso. Las piezas se adaptan y ajustan al cuerpo, aunque los materiales no permiten la respiración.

A pesar de su apariencia pesada, es un traje relativamente ligero (7 Kg.) que permite el movimiento natural del usuario mientras hace posible cargar objetos amplificando la fuerza del usuario en una escala de 17:1.

Es pesado y tiene problemas de movimiento, todavía está en la fase de prototipo. Existen diferentes versiones que pretenden llegar al área de rehabilitación también.

Es un exoesqueleto para rehabilitación en caminadora, por lo tanto es muy grande y no puede ser usado sin asistencia. Aunque mejora mucho la **interacción** gracias a sus mecanismos.

Se usa con muletas de apoyo, se maneja con un **control en la muñeca**. Se sujeta con dos correas alrededor de los muslos, y una alrededor del peroné, otra por los talones y en la parte superior dos correas sobre los hombros y una en el abdomen.

FUNCIÓN

Funciona como los otros exoesqueletos de EKSO, mediante sensores y una mochila en la espalda, es uno de los mas amigables que existen comercialmente y ya se utilizan en la vida diaria de algunos de los usuarios por su facilidad para caminar.

Potenciar los movimientos. Aplicación de un "sistema híbrido". **Las señales enviadas por el cerebro** a los músculos son captadas en la piel y las articulaciones se mueven de acuerdo al movimiento humano.

Potenciar los movimientos a partir de **sensores** y la estructura hidráulica del exoesqueleto. Tiene una computadora interna que se encarga de comunicar los movimientos de los sensores a la estructura hidráulica.

Ayudar a caminar a personas con problemas de movilidad en la parte inferior del cuerpo.

Ayuda a caminar y tiene sensores que obtienen información de la rehabilitación, para así tener un seguimiento del paciente.

Se puede utilizar en la **vida diaria**, el control es sencillo en la muñeca. Sin embargo, se debe tener asistencia para colocarse porque es un objeto pesado.

INTERACCIÓN

Lo destacable de 3D EKSO es la **personalización**, gracias al escaneo 3D. El exoesqueleto es pesado por lo tanto no es sencillo de colocar por el usuario, aunque su estructura está al descubierto, todas sus partes están diseñadas para proteger al usuario.

Se necesita de asistencia de una segunda persona para poder ser colocado, pero cuenta con un excelente ajuste al cuerpo. El aparato se mueve con el cuerpo, no hay **interferencia**.

Se necesita de asistencia de una segunda persona para poder ser colocado, pero cuenta con un excelente ajuste al cuerpo. El aparato se mueve con el cuerpo, no hay interferencia.

No puede ser colocado por una sola persona, la marcha no es natural.

Funciona como un aparato para rehabilitación sobre una caminadora, por lo tanto es grande y ocupa mucho espacio.

Se maneja con un **control tipo reloj de pulsera**, para cambiar los diferentes modos; levantarse, sentarse y caminar.

PRODUCCIÓN-MATERIALES

Metal, correas y las piezas de **acople** con el usuario en plástico en impresión 3D

Cuenta con **carcasas de plástico que cubren los actuadores**. Cuenta con sensores de ángulos en las articulaciones y sensores de reacción en el piso.

Es una estación fija fabricada en titanio. Cuenta con diferentes **juegos de correas**, resortes y arneses que, asistidos robóticamente, sujetan a los pacientes, además de algunas piezas fabricadas en plástico.

Es pesado y tiene problemas de movimiento, todavía está en la fase de prototipo. Existen diferentes versiones que pretenden llegar al área de rehabilitación también.

Es un exoesqueleto para rehabilitación en caminadora, por lo tanto es muy grande y no puede ser usado sin asistencia. Aunque mejora mucho la **interacción** gracias a sus mecanismos.

Está fabricado en metal, plástico y textiles, puede ser ajustado a **diferentes tallas**.

CONCLUSIONES

La impresión 3D cada vez es mas accesible en precio y tiempo, hace que las prótesis y exoesqueletos sean viables y **fáciles de producir**. Además de que en este caso reduce el peso total.

Funciona muy bien para aumentar la fuerza y los movimientos, pero las carcasas que cubren los actuadores son llamativas y un poco estorbosas por sus curvaturas.

Funciona muy bien, pero es muy grande y siempre debe estar conectado lo cual le da la desventaja de no ser independiente. Podría ser utilizado para rehabilitación o investigación pero no tiene ninguna aplicación cotidiana todavía.

Es un producto que lleva mucho tiempo en investigación, hay detalles que no han sido resueltos y por lo tanto no es seguro, es interesante que es una organización y trabaja gracias a **donantes**.

LOPES es un exoesqueleto terapéutico, por lo tanto es pesado pero cumple muy bien su función, registrando los movimientos y avances de cada paciente.

Cumple su propósito aunque es pesado, el peso no lo carga directamente el usuario, esta aprobado por la FDA y algunas personas ya lo usan en su vida diaria. La **interacción** es sencilla y amigable.

CALIFICACIÓN



04 INFOGRAFÍA

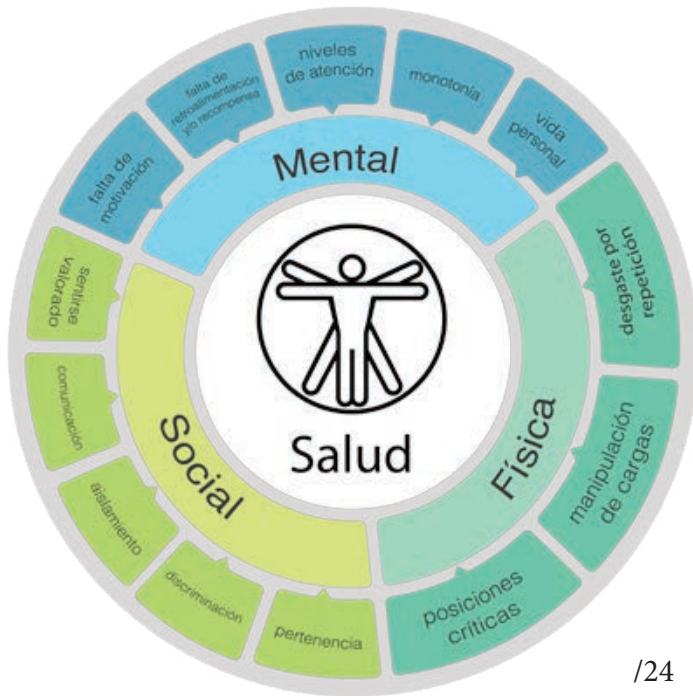
A través de la primera parte de la investigación, encontramos que las personas que trabajan en fábricas, plantas de fabricación y centros de distribución padecen de trastornos musculares. Tienen que doblarse y agacharse constantemente, sufren de problemas de espalda y articulaciones. Estos son movimientos repetitivos que causan fatiga y agotamiento mental, así como daños a largo plazo.

En este caso consideramos tres factores principales: la Salud, el Empleo y la Seguridad.

4.1 SALUD

Para las personas es sumamente importante gozar de una buena salud, así como de los muchos beneficios que ésta aporta, entre ellos un mayor acceso a la educación y al mercado laboral, un aumento en la productividad y el patrimonio, la disminución en los costos de atención a la salud, buenas relaciones sociales y, por supuesto, una vida más larga. Las enfermedades crónicas (no contagiosas), incluidos el cáncer, los padecimientos cardiovasculares, los trastornos respiratorios crónicos y la diabetes, son ahora las causas principales de discapacidad y muerte en los países de la OECD. Muchas de estas enfermedades pueden prevenirse, ya que se relacionan con estilos de vida que es posible modificar. Las personas que no fuman, que consumen alcohol en cantidades moderadas, mantienen una actividad física, llevan una dieta equilibrada y no padecen sobrepeso u obesidad corren un riesgo mucho menor de muerte temprana que quienes tienen hábitos poco sanos. ³

³ OECD. (2015). Salud. septiembre 2015, de OECD
Sitio web: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/topics/health/>



/24

4.1.1 PRODUCTIVIDAD Y SALUD

Los sistemas de producción tienen una larga trayectoria de desarrollo a través de la historia. Inicialmente, la producción se hacía sólo por una persona, pero el cambio a civilización y la revolución industrial llevaron la producción al sistema de línea de ensamble, lo que resultó en una actividad monótona y repetitiva para los operadores.

Desde la perspectiva de los factores humanos, el problema con los sistemas modernos de manufactura es que comúnmente el humano es usado como una máquina o una herra-

mienta, con manos y piernas. Los empleados quieren mejorar sus habilidades y especializarse para ser más productivos, pero en el camino hacia el desarrollo y la experiencia ocurren ajustes y desajustes que hacen que la productividad se retrase o se detenga. Hay una estrecha relación entre la productividad y la simplificación del trabajo, lo cual también influye en la salud mental de los trabajadores.

Los humanos estamos diseñados para buscar la autonomía y aprender por nuestras experiencias, queremos estar satisfechos por nuestro trabajo dentro de un equipo, pero las fábricas buscan la eficiencia y la productividad, lo que lleva los sistemas de una producción a una actividad mecánica y robótica. Estos sistemas resultan ser monótonos y repetitivos, lo cual comúnmente causa estrés mental y desgaste físico.

4.1.2 POSTURAS

El diseño de un puesto de trabajo debe tener en cuenta en primer lugar al usuario. Esto requiere tener en cuenta dimensiones y capacidades. La ergonomía trata de aportar soluciones para el diseño de los sistemas según estos conocimientos, con el fin de prevenir accidentes y enfermedades, mejorar la productividad y aumentar la calidad del producto y también mejorar las condiciones de trabajo.

El objetivo, sería diseñar puestos de trabajo que se adaptaran a toda la población laboral.

En ergonomía el objetivo es conseguir una óptima adaptación entre las capacidades humanas y las exigencias del puesto para el mayor porcentaje de usuarios. Para que un diseño pueda clasificarse como ergonómico, éste debe adaptarse,

como regla general al 90% de los usuarios. En el campo de la ergonomía laboral, en general se diseña considerando una población adulta laboral sana (hombres o mujeres entre 18 a 65 años).

Todas las variables que intervienen en el diseño del sistema laboral guardan relación también con el diseño del puesto de trabajo. Los principales aspectos a tener en cuenta son:

- Tarea laboral
- Medios de producción utilizados (tecnología, herramientas, máquinas etc.)
- Proceso de trabajo (sistema de producción y organización del trabajo).
- Requerimientos del puesto (posturas, movimientos, esfuerzos, repetitividad, trabajo estático o dinámico, manejo de pesos, etc.)
- Características de los materiales (productos, partes, piezas, etc.)
- Factores ambientales y condiciones de seguridad
- Características del usuario (antropometría, edad, sexo, entrenamiento, motivación, etc.)

4.1.3 DISEÑO DIMENSIONAL DEL PUESTO DE TRABAJO

Las principales variables a considerar en el diseño dimensional del puesto de trabajo son:

Posición de trabajo o **postura principal** (flexible, de pie, sentado, semisentado o de pie sentado)

Siempre que sea posible, se debe optar por los puestos de trabajo flexibles, es decir, aquellos en los que el usuario tiene la posibilidad de **alternar** a voluntad, entre las posturas de pie

y sentado. Esto conlleva a una reducción de la fatiga causada por el trabajo postural estático debido al mantenimiento de la misma postura durante periodos prolongados. Si esto no fuera posible, se **prefiere la postura de sentado antes que la de pie**.

También existe un caso intermedio que es la denominada **postura semisentada**, tiene como ventajas evitar la disposición de la columna lumbar en *cifosis* aunque el tronco se incline hacia adelante. También disminuye la compresión del tórax y abdominal en las posturas anteriores. Como inconvenientes cabe mencionar que puede exagerar la *lordosis*, proporciona una postura inestable (dado que las nalgas tienden a desplazarse hacia delante) y aumenta el peso que soportan las piernas, requiriendo mayor actividad para contrarrestar el deslizamiento.

4.2 ERGONOMÍA

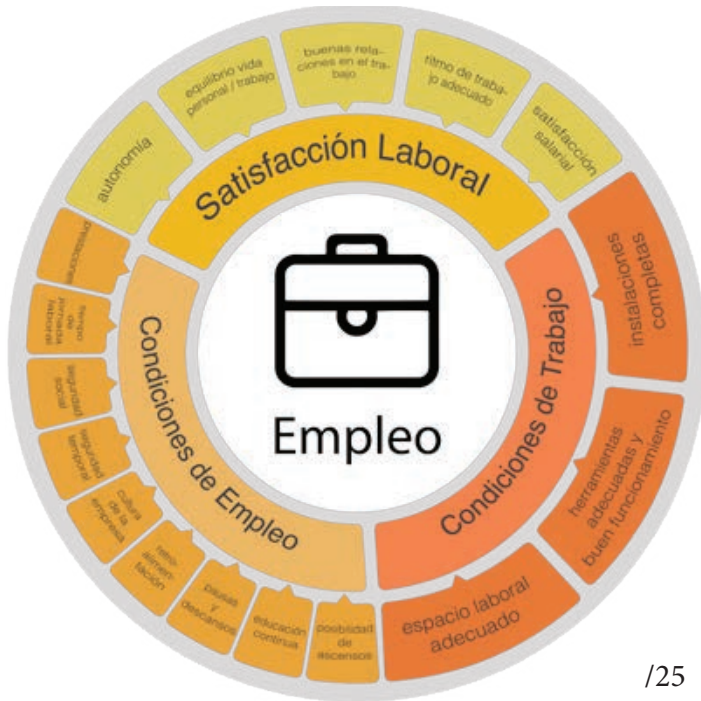
“Disciplina científica que estudia íntegramente al hombre en condiciones concretas de su actividad relacionada con el empleo de máquinas”

Zinchenko y Munipov 1985

4.2.1 ERGONOMÍA EN EL DISEÑO INDUSTRIAL

La disciplina que estudia las relaciones que se establecen recíprocamente entre el usuario y los objetos de uso a desempeñar una actividad cualquiera en un entorno definido.

usuario - objeto - entorno



/25

Las relaciones se dan por el uso del objeto, la ergonomía estudia el uso que el hombre hace de los objetos y espacios.

4.3 ANTROPOMETRÍA

De *antropos* hombre, y *métricos*, medida; es una disciplina que toma, analiza y estudia las dimensiones del cuerpo humano.

La medición del cuerpo ha sido y seguirá siendo práctica común en varias actividades profesionales, a veces de forma empírica, como la realizada por los sastres, y otras de forma sistemática, como la que realizan la antropología, la medicina y la ergonomía cada una con un enfoque particular.

La ergonomía requiere conocer las dimensiones humanas para definir las medidas que tendrán los objetos, espacios o situaciones que se diseñarán para que funcionen de manera óptima al corresponder directamente a las necesidades corporales de los futuros usuarios. Para la ergonomía las dimensiones deben ser tomadas bajo las condiciones más parecidas a la realidad del usuario, y di éste trabaja con un atuendo especial las medidas deben ser tomadas con las mismas prendas.

La diferencia es que la Antropometría se refiere únicamente a las dimensiones corporales tomadas a cualquier persona, en cambio la ergonomía se usa cuando los datos antropométricos sirven como base para dimensionar un objeto. Si las dimensiones humanas no se aplican en la práctica, no hay ergonomía.

4.3.1 FACTORES ANTROPOMÉTRICOS

Sexo / Edad / Grupo racial /
Factor genético /Grado de salud /Actividad ocupacional

4.4 FATIGA

El movimiento y aplicación de fuerzas produce aumento en el gasto cardíaco, en la respiración. Y en la temperatura corporal, y genera fatiga física. La fatiga física se presenta después de hacer **trabajar por tiempo prolongado** a uno o más músculos debido a la transformación de la glucosa en ácido láctico. La fatiga muscular produce cansancio, dolor, pesadez y debilidad de manera crónica o aguda. También se presenta **fatiga psicológica** provocada por la rutina, largos períodos de trabajo intelectual o por mantener cierto grado de concentración; sus síntomas son apatía, cansancio y mala coordinación de movimientos y funciones sensoriales.

4.4.1 BALANCE VIDA - TRABAJO

Encontrar el balance adecuado entre el trabajo y la vida diaria es un desafío que afrontan todos los trabajadores. Las familias son las más afectadas. La capacidad de combinar con éxito el trabajo, los compromisos familiares y la vida personal es importante para el bienestar de todos los miembros de una familia. ⁴

4.4.2 TRABAJADORES CON UN HORARIO DE TRABAJO LARGO

Un aspecto importante del equilibrio laboral-personal es el número de horas que una persona trabaja. La evidencia sugiere que un horario de trabajo largo puede resultar perjudicial para la salud personal, poner en peligro la seguridad y **aumentar el estrés**.

4.4.3 TIEMPO DEDICADO AL OCIO Y AL CUIDADO PERSONAL

Además, cuanto más trabajen las personas, menos tiempo tendrán para dedicarlo a otras actividades, como el cuidado personal o el ocio. La cantidad y la calidad del tiempo libre son importantes para el bienestar general de las personas y pueden generar beneficios adicionales para la salud física y mental.

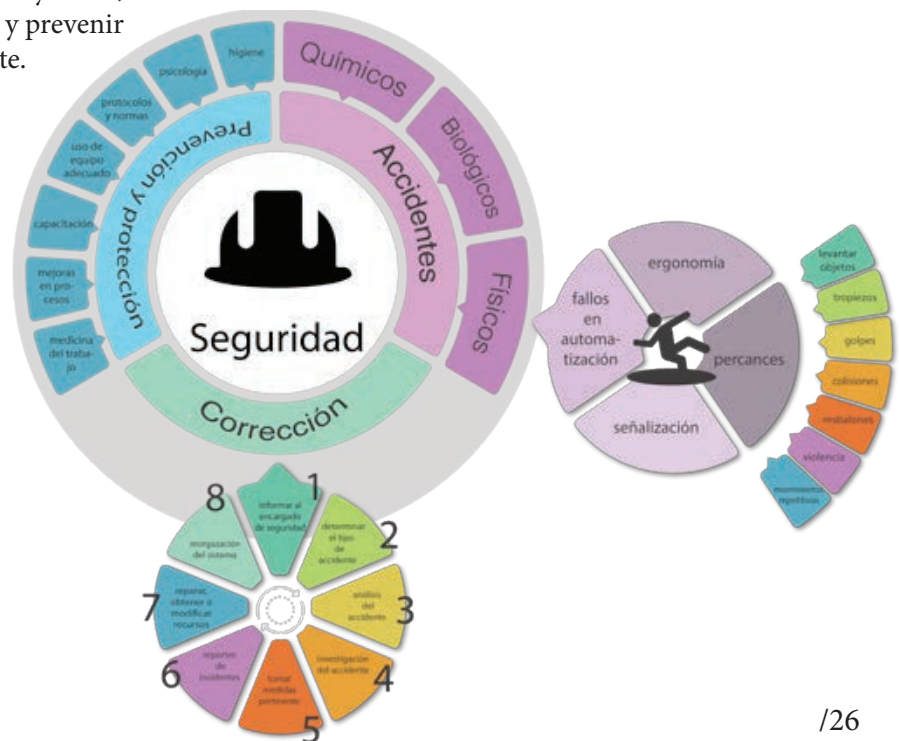
⁴ OECD. (2015). Trabajo. septiembre 2015, de OECD
Sitio web: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/topics/work-life-balance-es/>

4.4 SEGURIDAD

En cuanto a la seguridad consideramos tres etapas que se pueden relacionar con el objeto en el caso de que se presente un incidente o un accidente, en primer lugar la prevención donde los operadores deben estar capacitados, conocer el equipo, tener un equipo y zona de trabajo adecuada, esto ayuda a evitar la cantidad de accidentes y en el caso de que ocurriera alguno los operadores sabrán cómo reaccionar.

En el caso de que ocurra algún accidente lo más importante es saber **identificarlo**, es por eso que la capacitación constante es muy importante, después de que el accidente ocurre se debe llevar a cabo la recopilación de información y datos, para después analizar la causa y las consecuencias y prevenir que en el futuro ocurra el mismo error nuevamente.

Nuestra propuesta considerará un equipo que ayudará a los operadores a realizar su trabajo en mejores condiciones lo cual puede incrementar la productividad y la calidad, así como su satisfacción laboral, evitará la fatiga lo cual ayuda a disminuir la cantidad de accidentes. Por lo tanto, es importante que el equipo se relacione con el usuario de manera sencilla e **intuitiva**, que sea a prueba de accidentes y se adecue al área de trabajo.



4.5 PROPUESTA DE VALOR

Suponemos que al tener estabilidad en el empleo, el operador tendrá estabilidad personal, lo cual hará que la calidad de su trabajo mejore por lo tanto **aumentará su productividad**.

La Propuesta de Valor se desarrolló a partir de los factores considerados en esta *infografía* dentro de los parámetros del Diseño Industrial. En éste caso, la problemática se resolvió por un producto.



05 VISITA A VOLKSWAGEN PUEBLA

5.1 RESUMEN GENERAL

Diariamente trabajan 13 500 personas en la planta de Volkswagen en México con 300 hectáreas para fabricar hasta 2500 autos por día, 600 mil al año. En tres turnos laborales de 8 horas que empiezan a las 7 am para que la planta produzca las 24h del día, de lunes a sábado. Los domingos se da mantenimiento a las máquinas. El 80% de la producción se exporta principalmente a Norteamérica y Centroamérica también a Europa y Asia, lo restante es para el consumo nacional.

Toda la maquinaria que ahí se utiliza es alemana y el proceso de producción consta de cuatro pasos:

El área de **estampado** es la primera, ahí gracias a una gran prensa pueden hacer la mayor parte de la carrocería (puertas, techos, cofres), esta prensa puede hacer 16 piezas por minuto.

El segundo paso es la **construcción de carrocerías** donde

primero con robots se sueldan las grandes piezas, después pasan a una sección donde los técnicos mejoran las carrocerías, y sueldan las secciones más pequeñas. Toda la línea de manufactura viaja por la parte superior de las bodegas o por túneles.

El siguiente paso la **pintura**. Este proceso es el más lento: tarda aproximadamente unas 9 horas. Las piezas montadas pasan por una tina de primer y después por pintura en tres diferentes colores blanco, negro y plata.

El último paso es el **montaje**, o el matrimonio como se dice coloquialmente en la fábrica, una maquina es la encargada de unir el motor con la carrocería, una vez que se unen ya es un auto, y sólo falta montar los componentes internos y móviles.

En la primera fase del troquel y la soldadura de la carrocería es casi totalmente automático, en la línea de ensamble es donde casi todos los procesos de montaje se realizan manualmente, cada estación está marcada con diferentes colores, y la banda nunca se detiene, los trabajadores deben de montar cada parte que le corresponda en 1 min con 51 segundos, por lo tanto el proceso debe ser muy rápido y bien ejecutado, existen algunas ayudas ergonómicas para los trabajadores, como un pequeño asiento, o brazos que ayudan a cargar las piezas más pesadas o soldadoras. Sin embargo, se puede apreciar que es un trabajo bastante repetitivo y que genera fatiga realizar el mismo movimiento durante las 8 horas



5.2 METODOLOGÍA AEIOU

AEIOU es una metodología para categorizar las observaciones durante la investigación, ayuda enfocar y separar las partes de la experiencia, dando así segmentos para observar a detalle.

Actividades

¿Cuáles son los modos de las personas que trabajan en actividades específicas y los procesos y las personas van a través de?

Entorno

¿Cuál es el carácter y la función del espacio en general, espacios de los individuos o espacios compartidos? ¿Cuáles son los diferentes entornos? ¿Cómo se diferencian?

Interacciones

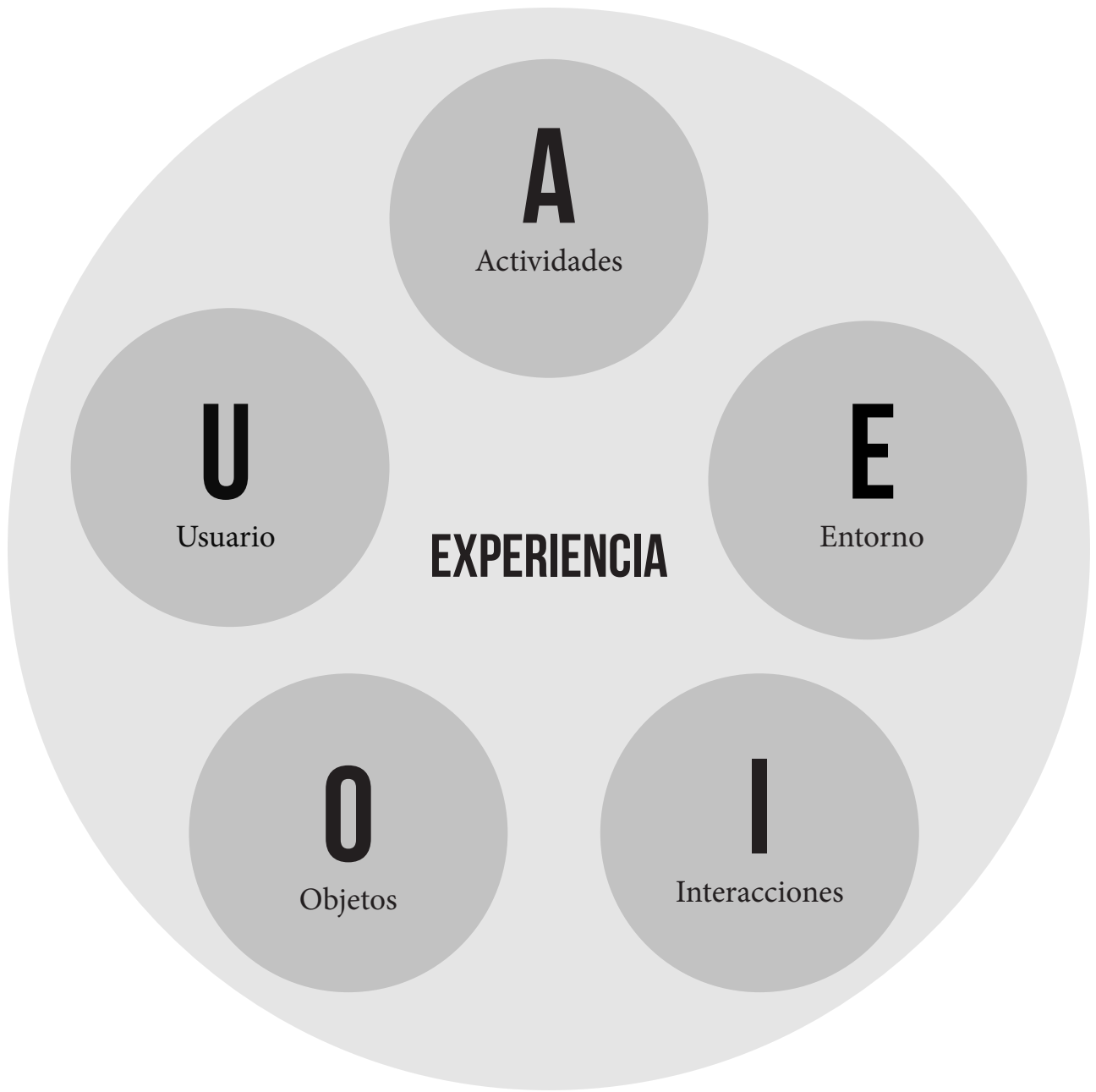
¿Cuál es la naturaleza de las interacciones de rutina y especiales entre las personas, entre las personas y los objetos en su entorno, ya través de distancias?

Objetos

¿Cuáles son los objetos y dispositivos que la gente tiene en sus entornos y cómo se relacionan con sus actividades?

Usuarios

¿Quién está ahí? ¿Cuáles son sus funciones y relaciones?
¿Cuáles son sus valores y prejuicios?
¿En qué difieren sus necesidades?



5.3 ACTIVIDADES

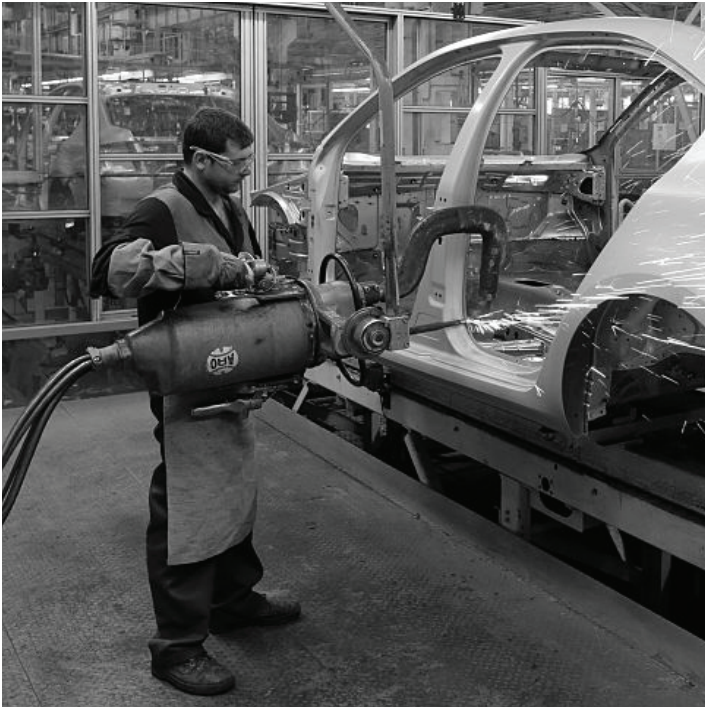
El usuario interviene en su mayoría en la estación de ensamble de la fábrica. En ésta etapa, el operador realiza las actividades de soldar, montar, cargar, agacharse, caminar, atornillar, pegar y entrar en el auto para montar las partes interiores.

Durante el proceso de soldadura, el usuario tiende a generar presión en el cuello. Cuanto más su cabeza se mueve hacia adelante está mas lejos de una posición correcta, por lo tanto más fuerza se ejerce sobre el cuello. La cabeza humana promedio pesa entre 4 y 6 kg. Simplemente cambiando la cabeza 15 grados hacia adelante aumenta la tensión en el cuello hasta 12 kg. La tensión en el cuello sube a cerca de 22 kg. cuando la cabeza está inclinada hacia adelante a 45 grados.

En el proceso de montaje se presenta especial carga negativa en las extremidades inferiores y columna vertebral. El usuario realiza movimientos repetitivos de hiperflexión e hiperextensión, ya que se agacha constantemente y además somete a su columna vertebral a constantes esfuerzos por cargar objetos pesados.

A pesar de que parece que el usuario no camina mucho durante las operaciones dentro de la planta, sí lo hace. El usuario camina constantemente de un punto a otro para poder ir entre cada auto. Esto genera desgaste permanente en rodillas y dolor acumulado tanto en pies como en columna baja, ya que no cuenta en ningún momento con un objeto que le permita descansar de estar en constante desplazamiento.

El proceso de atornillado y pegado presentan el mismo problema que el proceso de montaje pero en menor medida. El operario se ve sometido a movimientos de hiperflexión e hiperextensión pero en menor medida. El montaje de las partes interiores representa una especial presión en las vértebras lumbares, ya que es la actividad en donde el usuario debe estar agachado en ángulos mucho más extremos, para poder alcanzar los lugares que están debajo del tablero.



5.4 ENTORNO

La estación de montaje está caracterizada por amplios pasillos que es donde se transportan las partes de los autos que han sido enviadas por los proveedores con una política *Just in Time* manejada por DHL, esto evita que el espacio sea convertido en bodegas, permitiendo por lo tanto, una mayor eficacia en el uso de espacios.

La primera estación se caracteriza por el poco personal, donde casi todos los procesos son automatizados, a medida de que el proceso avanza los operadores se integran al proceso.

Los automóviles viajan automáticamente gracias a una banda que pasa por arriba de la planta. Esta banda desciende en la parte de la línea de montaje para que los operadores puedan montar cada una de las partes de los coches. Ésta banda es muy importante, ya que es lo que guía y controla la producción en su totalidad.

Existen algunos muebles alrededor de los operadores, algunos colgadores de piezas, pequeñas grúas y mecanismos con poleas para ayudar a cargar las máquinas soldadoras con menor esfuerzo. Éstos tienen en general una apariencia industrial, algunos de ellos utilizan códigos de color, rojos o amarillos para denotar su importancia.

En general el entorno podría ser descrito como un entorno ordenado y sistemático, que permite la correcta producción y ensamble de los complejos sistemas automotrices.



INTERACCIÓN Y OBJETOS

Observamos que el usuario realiza múltiples interacciones con las herramientas, controles y demás objetos que usa en la jornada con el fin de realizar su trabajo.

Las áreas del montaje en donde más intervienen los operadores son el área de soldadura (*punteadoras*), montaje de puertas y montaje de tableros.

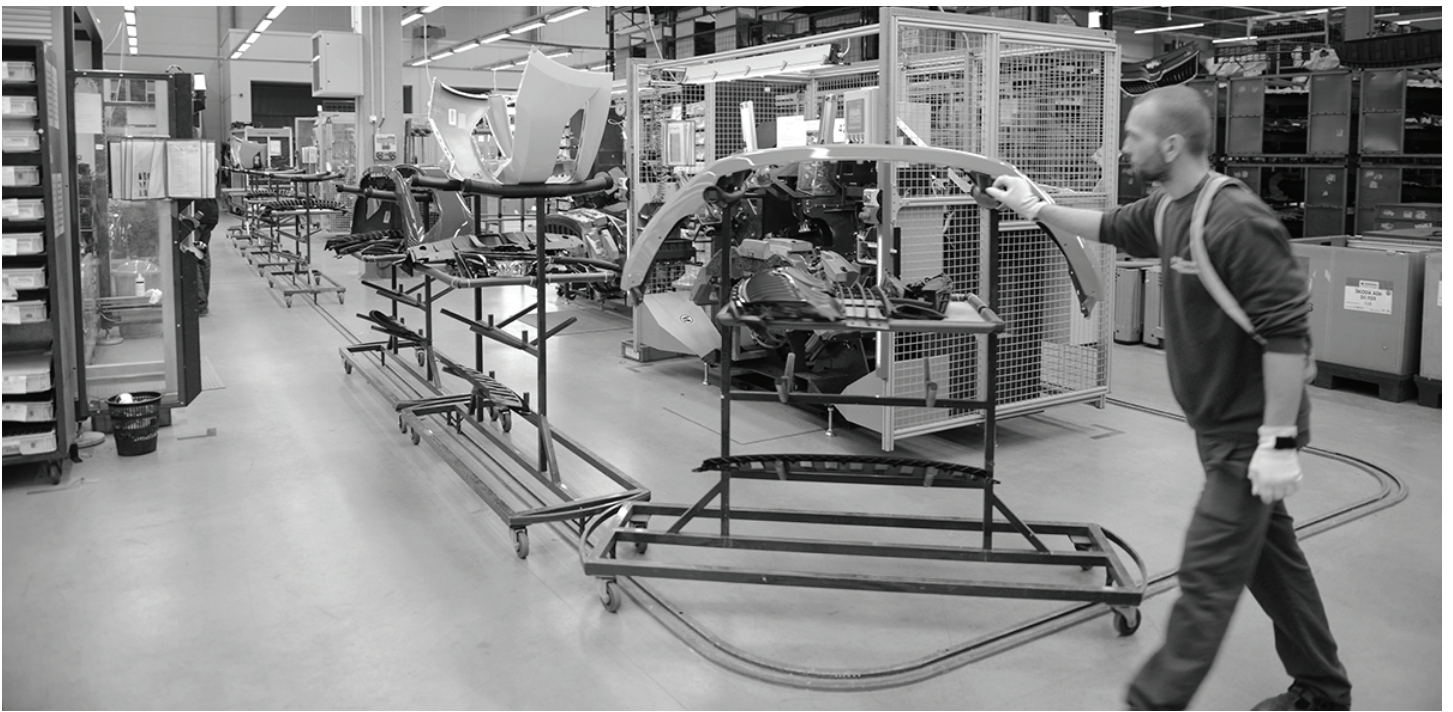
La interacción del operador con la *punteadora* sucede mientras éste está de pie, ya que requiere de esto para poder tener el control total del brazo soldador. El operador maneja al brazo con relativa facilidad ya que el peso cuelga de una polea, aunque no podría manejar el brazo si estuviera completamente sentado.

Se observó que por momentos el operador busca un pequeño descanso en bancos altos, pero que éstos no son adecuados, ya que al operador le es imposible moverlo mientras suelda. También se observó que en algunos casos la altura de las piezas que debe soldar, teniendo que inclinar el cuello hasta 60 grados, lo cual no favorece al usuario.

Durante el montaje de puertas el usuario interactúa con desarmadores y pinzas que mantiene cerca de él sobre mesas auxiliares; probablemente éstas podrían ser reemplazadas por un cinturón de herramientas o el propio suelo si el usuario pudiera permanecer cómodo a una altura más cercana a éste. El usuario debe estar agachado la mayoría del tiempo para poder montar algunos objetos, por lo cual hay desgaste de rodillas y piernas.

El montaje de tableros es uno de los más complicados, ya que el usuario está en constante *interacción* con el coche, es decir, cada vez que instala un tablero nuevo debe entrar y salir de éste ayudándose de una grúa.

Los usuarios también interactúan con su propia vestimenta. Todos los operadores utilizan un overol blanco sin botones o cualquier otro objeto que pueda dañar al auto durante el montaje y calzan botas negras.



USUARIO

Los operadores que laboran en la fábrica de Volkswagen su mayoría son hombres en un rango de edad de 18 a 60 años con un peso entre 70 a 100 kg, hay una minoría de mujeres que trabaja en la línea de ensamble, principalmente en las tareas que necesitan de mayor precisión.

No se pudo obtener un dato exacto del nivel socioeconómico al que pertenecían, pero en promedio todos cuentan con educación secundaria o hasta carrera técnica. Algunos de ellos son capacitados dentro del centro de educación de Volkswagen que se encuentra ahí mismo en la Planta, esto para que se conviertan especialistas en los procesos de la marca.



06 PERFIL DE DISEÑO DE PRODUCTO

El Perfil de Diseño es el conjunto de lineamientos que determinaron las características particulares del producto.

6.1 ASPECTOS GENERALES

El dispositivo será diseñado para ser usado por operadores mexicanos en la planta de Volkswagen en Puebla. Deberá soportar el peso del operador en diferentes posiciones *sedentes*. El dispositivo deberá adaptarse a diferentes tallas y peso de los operadores en un rango de 18 a 60 años de edad, que funcione durante la jornada de 8 h. sin necesidad de recargar o interrumpir la jornada, funcionando correctamente en cada actividad que se realice durante la jornada laboral (caminar, descansar, levantar objetos, agacharse, etc.)

6.2 ASPECTOS ERGONÓMICOS

El dispositivo deberá estar diseñado para que el usuario mantenga una postura adecuada mientras trabaja, deberá poner énfasis y atención en la posición de las cervicales y en la flexión lumbar, al igual que en la flexión de las extremidades inferiores.

Los mecanismos del dispositivo estarán calculados según los percentiles adecuados para su uso.

Índice Antropométrico

Cada parte del sistema deberá basarse en las medidas antropométricas de los usuarios mexicanos en un rango de edad de 18 a 60 años.

Índice Biomecánico

Se limitara a las acciones por el usuario primario, colocarse,

accionarse, usarse y guardarse. Por el usuario de mantenimiento, repararse o dar mantenimiento.

Índice Higiénico

Deberá proteger al usuario de pellizcos o rozaduras, y de los componentes mecánicos y electrónicos.

6.3 ASPECTOS FUNCIONALES

El dispositivo deberá soportar el peso promedio de un adulto de 18 a 60 años.

No deberá arriesgar la seguridad del operador ni de otros posibles usuarios como: usuario que le de mantenimiento, usuario que lo instale, usuario que lo ensamble, transportista, etc.

Se deberá contemplar el guardado como punto fundamental, ya que la seguridad y el fácil acceso permitirán su uso con eficacia.

Deberá limpiarse y dar mantenimiento con facilidad.

El dispositivo no deberá estorbar en las actividades que se realizan durante la jornada en la planta.

6.4 ASPECTOS PRODUCTIVOS

Los materiales utilizados dependerán totalmente de la resistencia y ligereza que nos pueda otorgar cada uno. Se podrá utilizar cualquier tipo de plásticos y metales, con las limitantes que el diseñador considere, siempre y cuando se puedan comprar y transformar en su totalidad en Ciudad de México.

El dispositivo tendrá una baja producción de aproximada-

mente 20 unidades, debido al mercado al que estará dirigido es el sector industrial. Se producirán sus partes con diferentes proveedores dependiendo de los materiales utilizados, se ensamblarán en una sola planta.

6.5 ASPECTOS ESTÉTICOS

Ya que el proyecto se realizará, en esta etapa específicamente para el sector industrial; el dispositivo deberá reflejar un aspecto de seguridad y resistencia.

Se utilizarán colores como códigos de lenguaje para indicar donde hay articulaciones en las piezas o donde hay mecanismos. Son muy importantes que los códigos visuales de la interfaz del dispositivo indiquen el mecanismo que van a controlar.

Deberá reflejar los valores Volkswagen, así como también deberá ser fácilmente aceptado por los usuarios.

6.6 ASPECTOS DE MERCADO

El dispositivo está dirigido a la industria, por lo tanto el comprador será el área de compras solicitado por el encargado de “salud” y “seguridad” en la empresa. La expectativa es que el dispositivo sea en principio utilizado en el sector industrial, pero después pueda ser comercializable en el sector privado.

6.7 ÍNDICE PSICOPERCEPTIVO

Deberá ser percibido de manera intuitiva para su fácil relación con el usuario, también tener códigos visuales que indiquen la manera de colocarse, accionarse, usarse, guardarse y limpiarse.

07 PUNTOS CRÍTICOS DEL DISEÑO

7.1 FUENTE DE ENERGÍA

El principal reto de los exoesqueletos es la fuente de alimentación, actualmente no existen fuentes de energía portátiles que generen la suficiente energía para alimentar un exoesqueleto.

Existen diferentes opciones que podrían ser utilizadas para obtener energía, una podría ser pilas recargables pero una vez que estas se agoten se deberían recargar o llevar un repuesto, también podrían usarse algunos tipos de motores, pero es difícil modular la energía y se necesitarían alimentar de combustible, además de que podrían generar pequeñas vibraciones que afecten el correcto uso del exoesqueleto.

La mayoría de los exoesqueletos en desarrollo están conectados a una fuente de alimentación independiente, pero esto genera una desventaja para un exoesqueleto de uso cotidiano.

7.2 ESTRUCTURA

Se realizan estructuras principalmente con metales, como el acero o el aluminio. El acero funciona bien pero es pesado y se debe calcular cada actuador para que soporte el peso del usuario y de las piezas. Las aleaciones de aluminio son ligeras, pero en algunos casos, no son lo suficientemente resistentes.

Un material que funciona perfectamente en este caso es el titanio, que es muy fuerte y ligero, también se observó que hay algunos que usan fibra de carbono para algunas partes, que pueden ser moldeadas.

7.3 PARTES

El exoesqueleto está compuesto de diferentes partes, en primer lugar la parte o partes de *interacción* directa con el usuario, donde se debe considerar ser ajustable.

Los actuadores, como cilindros neumáticos y sensores, deben ser precisos para cada movimiento y consumir el mínimo de energía posible.

7.4 INTEGRACIÓN CON EL USUARIO

El cuerpo humano cuenta con diferentes articulaciones, en este caso, las caderas, rodillas y tobillos tienen un centro de rotación dentro del cuerpo, por lo tanto el exoesqueleto deberá coincidir exactamente con los movimientos de cada articulación.

Una rótula exterior se puede usar en el caso de rodillas, cadera y tobillo, limitando un poco los rangos de movimiento. La flexibilidad espinal es un reto porque cada vertebra es una rótula que tiene un movimiento que podría ser difícil de hacer coincidir.

7.5 CONTROL DE POTENCIA Y MODULACIÓN

El control de potencia y modulación deberá estar controlado por una serie de partes mecatrónicas controlados por sensores, ya que cada movimiento puede tener diferentes velocidades, en este caso los movimientos principales del exoesqueleto deberán ser avanzar / doblar / mantener / desdoblar. Es difícil ajustar los controles en tiempo real del usuario, por lo tanto el uso del exoesqueleto podría disminuir la marcha de trabajo.

7.6 ADAPTACIÓN A LAS VARIACIONES DE TAMAÑO DE USUARIO

La mayoría de los exoesqueletos mencionados muestran una distancia de longitud fija entre las articulaciones.

Pero existe un gran rango de tallas entre los usuarios, en tamaño, altura y peso. Hay algunos exoesqueletos que se producen en tres diferentes tallas, y existen otros que pueden ser ajustados según el usuario.

7.7 DETECCIÓN DE MOVIMIENTOS INSEGUROS

El sistema deberá ser capaz de reconocer movimientos que pongan en peligro o riesgo al usuario, deberá tener un *accionador* de emergencia el cual permita al usuario apagar el exoesqueleto.

7.8 PELLIZCOS Y MEDIO AMBIENTE

Los materiales de los que están constituidos los exoesqueletos son fuertes y duros, lo cual puede poner en riesgo al usuario de sufrir pellizcos por las partes mecánicas, se debe considerar las partes específicas para proteger al usuario o un traje especial para el uso del exoesqueleto.

Las articulaciones del exoesqueleto pueden ensuciar o dañar por el medio ambiente, por lo tanto deberá considerarse que las piezas mecánicas se mantengan protegidas o que sea sencillo darles mantenimiento.

08 ÁREAS DE OPORTUNIDAD

De acuerdo a lo que se observó en los puntos críticos del diseño y en el análisis de análogos y homólogos, existen diferentes áreas en donde es posible **innovar**.

El propósito del dispositivo es **reducir la carga muscular** de las piernas y articulaciones (cadera, rodillas y tobillos).

En cuanto a la ergonomía se observó en los otros dispositivos que no hay una *interacción* correcta con el usuario, son muy importantes los códigos visuales y la retroalimentación en un exoesqueleto, así como en este caso los tiempos de respuesta. La adaptación a diferentes tallas es algo que no todos los exoesqueletos contemplan, y en la visita a la fábrica se observó que hay una gran variedad de tallas y tipo de cuerpos.

En la función el objeto podrá ser mecánico o electromecánico dependiendo de lo que dé lugar a mayor eficiencia, pero de cualquier manera **deberá ser totalmente independiente**.

Existen exoesqueletos que funcionan bien pero tienen muchas piezas lo que los hacen pesados y más caros, por lo tanto se deben **buscar materiales ligeros y resistentes**, también el diseño deberá contemplar la **reducción de piezas** y el menor número de operaciones para ser producido y ensamblado.

La mayoría de los exoesqueletos que se observaron tienen una estética que responde a su función, y otros que ocultan sus componentes con carcasas, hay una oportunidad en diseñar un objeto que refleje **seguridad y estabilidad**.



09 PONDERACIÓN DE FACTORES

Para que un diseño sea viable, se deben definir el orden de los factores condicionantes según su relevancia, cuáles se deben explorar y explotar a mayor profundidad durante la etapa de investigación y diseño.

De acuerdo al Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, se consideran cuatro factores básicos para calificar un diseño: **Producción, Función, Ergonomía y Estética**. Además de éstos 4 factores principales, se debe tomar en cuenta en qué **entorno** se usará el objeto.

En cuanto al diseño del dispositivo, presenta prioridad la **Ergonomía** como el factor más importante de este diseño ya que la necesidad de este producto surge de la fatiga producida por trabajar de pie y realizar tareas repetitivas en una sola postura.

El usuario deberá vestir el dispositivo y teniendo seguridad de ser sostenido en una parte por él.

En segundo lugar, la **Función**; el objeto debe cumplir su propósito fácil y eficientemente, con una *interacción* sencilla con el usuario. Con el menor número de pasos para que las actividades fluyan junto con el uso del dispositivo.

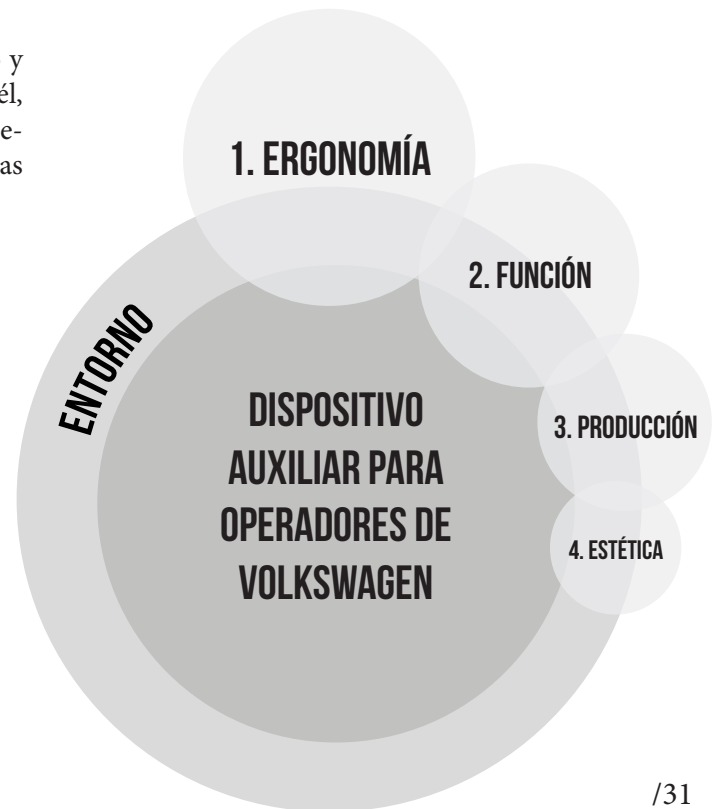
Después, la **Producción** es importante porque algo en lo que se pretende innovar, es lograr que el producto sea viable maquinado y fabricado en un taller mediano que también sea de bajo costo para que éste que se pueda utilizar no sólo por operarios en fábricas, sino por personas en cualquier otro sector que necesite de apoyo físico.

Por último, se considera la **Estética**, también muy importante, porque el objeto debe tener una apariencia que comunique seguridad y funcionalidad, y que se integre fácilmente

al usuario y contexto. El usuario tiene una identidad hacia Volkswagen con el uniforme, el dispositivo deberá corresponder en su configuración a esta identidad. En su mayoría los operadores son hombres entre 18 y 60 años, por lo tanto el dispositivo deberá ser discreto y adaptarse tanto a hombres como mujeres que trabajen en la fábrica.

El entorno del objeto será cualquier tipo de fábrica con líneas de producción que requieran que el operador esté mucho tiempo de pie. En el caso específico de ésta tesis, está diseñado para la fábrica de Volkswagen en Puebla, México.

El entorno podría ser descrito como industrial, ordenado y automatizado. Todos los objetos que funcionan dentro de él, tienen un aspecto duradero y resistente. Los colores prevalentes son el blanco y gris, amarillo y rojo para delimitar las áreas de alto riesgo.



10 ESFERAS DE RELACIÓN

La metodología analítica las “Esferas de Relación” fue concebida para desarrollar la definición y comprensión específica de los diferentes sujetos que interactúan con los objetos, de cualquier manera, y apuntalan la toma de decisiones estratégicas durante el proceso de diseño.⁵

La herramienta para enfocar el impulso de diseño con el propósito de incluir el mayor rango de población posible, es la metodología “Diseño centrado en el usuario” que, al incorporar las “Esferas de Relación”, se reinterpreta como “Diseño centrado en el sujeto”.⁶

La relación de un objeto puede responder a múltiples usuarios, en diferentes grados de complejidad. En este caso analizamos y determinamos las *interacciones* posibles con el objeto.

Las relaciones son únicamente físicas con el objeto, de esta manera cada usuario toma un rol, aunque en algunos casos el mismo usuario puede tomar más de un rol.

En este caso tenemos tres diferentes sujetos en *interacción* con el objeto: **sujeto activo**, **sujeto de servicio** y **sujeto constructor**.

- El Sujeto Activo **siempre** manipula el objeto y **puede o no** recibir el beneficio que ofrece el producto.
- Sujeto de Servicio, manipula parcialmente el objeto y su intervención es esporádica; **nunca** recibe el beneficio.
- Sujeto Constructor, generalmente manipula partes del objeto o su totalidad, **no recibe el beneficio**.

⁵ Herramienta metodológica, tomada del Taller de diseño en séptimo semestre en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (2010)

⁶ D.I. M. Alberto Vega Murguía. (2005). Esferas de Relación: una herramienta de Diseño extensivo. México: CIDI UNAM.

**SUJETO
ACTIVO**

Operador de la Planta Volkswagen en Puebla, hombre o mujer en un rango de edad de 18 a 60 años

**DISPOSITIVO
AUXILIAR PARA
OPERADORES DE
VOLKSWAGEN**

**SUJETO
DE SERVICIO**

Personal de mantenimiento y limpieza que se encargue de reparar y dar mantenimiento al Dispositivo Auxiliar.

**SUJETO
CONSTRUCTOR**

Personal encargado de maquinar y armar el Auxiliar para su venta y distribución.

11 SIMULADORES

11.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Dentro de ésta primera etapa se desarrollaron tres simuladores diferentes para obtener información sobre la percepción del usuario.

1. **Simulador de percepción de asiento y respaldo**
2. **Simulador de asiento para montar**

Consideramos dos soluciones para la parte de *interacción* con el usuario, la primera una especie de asiento que sostendrá el peso del cuerpo de la parte superior del usuario y la segunda, también, un asiento con una configuración parecida al de una bicicleta. Las dos soluciones fueron construidas para verificar cuál de ellas sería más viable.

3. **Simulador de percepción de estructura**

El simulador de percepción de estructura se construyó para probar y medir qué tan cómodo se sentía el usuario al caminar con la estructura y que tan invasivo podría ser para el usuario.



11.2 SIMULADOR DE PERCEPCIÓN DE ASIENTO Y RESPALDO

El objetivo de éste simulador era saber qué tan pequeño o grande podía ser el asiento sin que éste lastimara al usuario. Se probaron dos tipos de asientos de diferentes tamaños y formas; uno en forma de elipse y otro, más grande, en forma de círculo, para comprobar hasta qué punto era necesario que éste fuera suficientemente grande para proporcionar la comodidad adecuada.

PLANTEAMIENTO

Se probarán los asientos de manera horizontal y vertical, para notar si existe una diferencia de comodidad.

El asiento grande se probará para comprobar si se sienten más seguros con él.

Se probará un respaldo grande, se comprobará si permite el movimiento al usuario.

Se probará un respaldo pequeño para comprobar si con un apoyo lumbar es suficiente para el usuario.

RESULTADO

Los usuarios se sintieron más seguros con un asiento en posición vertical porque este llegaba a los muslos y les daba más soporte.

Falso. Los usuarios sintieron más seguridad con los asientos ovalados en forma vertical.

Falso. La mayoría de los usuarios lo encontró excesivo en su tamaño, sobretodo en su longitud para poder tener libertad al realizar movimientos.

Este fue el respaldo preferido entre los percentiles, ya que fue considerado como muy cómodo para realizar cualquier tipo de movimiento, y tenía mucho soporte para la zona lumbar del usuario.



11.3 SIMULADOR DE ASIENTO PARA MONTAR

El objetivo de éste simulador era saber que tan factible sería usar un asiento tipo bicicleta para el exoesqueleto, se quería probar que tan cómodo y fácil era realizar las tareas que se asignaron.

PLANTEAMIENTO

El asiento proporciona más seguridad que sólo recargarse.

La forma del asiento es cómoda.

El usuario podrá caminar con el asiento por detrás.

RESULTADO

Verdadero. La forma del asiento hacía sentir a los usuarios más seguros, y se observó que no era necesario añadir un apoyo lumbar.

Falso. A los hombres que lo probaron les pareció incómodo y lo percibían invasivo y que no les permitía realizar fácilmente sus actividades.

Falso. El tamaño era muy grande y los usuarios se sentirían muy incómodos al caminar con él.



11.4 SIMULADOR DE PERCEPCIÓN DE ESTRUCTURA

Este simulador fue probado para medir la percepción del usuario al caminar con una estructura por fuera de las piernas o detrás de ellas, sujeta por un cinturón. Antes de iniciar con las pruebas, se familiarizó a los usuarios tanto con el proyecto como con los simuladores para poder obtener una retroalimentación más rica y útil para el proyecto.

PLANTEAMIENTO

Probar si la estructura les parece invasiva a los usuarios y si les permite caminar con ella.

Probar cual es la manera que prefiere el usuario al llevar la estructura, por fuera o por detrás de las piernas.

Probar cuantas sujeciones son necesarias.

RESULTADO

A todos los usuarios les pareció muy natural caminar con la estructura, porque es muy liviana y tenía articulaciones en la parte de las rodillas.

Los usuarios prefirieron por la parte exterior de las piernas porque les daba más libertad al moverse.

Fueron necesarias mínimo dos sujeciones, muslo y pantorrilla, pero para que funcione mejor se sugiere la de los talones.



PROPUESTAS

Una vez señalados los resultados, sintetizamos la información y la traducimos en dos conceptos: uno de alta y otro de baja tecnología.

Las propuestas se limitaron a ser **conceptuales** en esta primera etapa, pero dieron lugar a dar más ideas acerca de la posible solución de diseño.



12 PROPUESTA A1

12.1 ERGONOMÍA

La forma del asiento responde a las observaciones hechas en las pruebas del simulador. Es decir, se toma como base el asiento que se utilizó pero se le hicieron las modificaciones adecuadas en cuanto a tamaño y forma. Éstos cambios incluyen la disminución del tamaño de la parte frontal, para comodidad de los usuarios del sexo masculino y el ensanchamiento de la parte posterior, la cual proporciona una mayor sensación de comodidad para todos los usuarios.

El asiento continua hacia un soporte lumbar, el cual también responde a las pruebas realizadas en el simulador. En ésta propuesta es destacable mencionar que el ángulo de la almohadilla se adapta al ángulo de las vértebras lumbares del usuario. La pieza que une el soporte lumbar con el asiento permite respirar la piel del usuario gracias a la perforación en su parte central

12.2 FUNCIÓN

El exoesqueleto cuenta con un pistón neumático en la parte de atrás que ayuda a sostener al usuario en la posición que más le convenga por medio de sensores. Cuenta con un punto de giro en la parte del asiento que ayuda a inclinarse según la posición que quiera adoptar el usuario.

Se puede modificar la altura de la estructura en la parte de muslos y pantorrillas por medio de *accionadores* mecánicos que se ajustan a los tres percentiles principales.

12.3 PRODUCCIÓN

El objeto está generado por medio de diferentes procesos, entre ellos maquinado e inyección de plástico. El cinturón es en su mayor parte de textil con broches para ajustes y unión. El soporte lumbar esta generado en una pieza de plástico inyectado y espumado para que el contacto sea suave con el usuario.

El asiento está diseñado en plástico inyectado con un recubrimiento de plástico suave que funciona como un cojín al sentarse.

La estructura es de tubular de fibra de carbono, por ser ligero y muy resistente y maquinado.

Los apoyos en muslo y pantorrillas son de plástico inyectado, con correas de textil para ajustarse con velcro.

El asiento está diseñado en plástico inyectado con un recubrimiento de plástico suave que funciona como un cojín al sentarse.

En la parte de los pies las partes son de acero maquinado y con una correa textil con velcro para sujetarse.

12.4 ESTÉTICA

La estética del producto responde directamente a su función y esto se hace notar al hacer obvios los ensambles y puntos del giro del exoesqueleto.



13 PROPUESTA A2

Consideramos que la parte de *interacción* y soporte podría ser de estas dos maneras utilizando en la primera algún material semiflexible y en la segunda un material rígido.

La estructura es igual que en la propuesta anterior.

13.1 ERGONOMÍA

Ésta propuesta se diferencia de su antecesora especialmente en el aspecto ergonómico, ya que cuenta con un asiento completo con una ligera curvatura que se adapta a las nalgas, tiene un punto de giro debajo para que se inclina junto con el usuario.

Tiene un apoyo lumbar en el cinturón que le ayuda al operador a sentirse apoyado y también ayuda a sostener el esqueleto al mismo tiempo.

En los soportes para las piernas, cuenta con partes plásticas que se adaptan a muslos y pantorrillas con ayuda de correas. Para adaptarse a los pies también cuenta con correas que ayudan a sujetarlos. Tiene diferentes alturas para que se adapte a los diferentes percentiles.

Ésta propuesta cuenta con dos soportes que funcionan como un asiento completo con una ligera curvatura para que se adapta a las nalgas y soportar al usuario. Cuenta con un punto de giro para adaptarse al mayor rango posible de movimientos del usuario.



14 PROPUESTA B

Al revisar las propuestas de exoesqueletos concluimos que desarrollar y producir uno podría ser bastante complejo además de requerir mayor tiempo e inversión, es por eso que propusimos una solución de baja tecnología.

14.1 ERGONOMÍA

La silla está diseñada para que el usuario adquiera una posición cómoda entre estar sentado y estar parado, es decir, sus medidas no permiten que el usuario se siente por completo, sino más bien que se recargue, esto permite también, que el usuario se levante con facilidad cuando lo necesite. Tiene dos almohadillas antiderrapantes que agregan soporte en el área lumbar y las nalgas para que el usuario se siente más seguro y cómodo al sentarse.

La silla cuenta con una palanca para ajustar fácilmente la altura en donde el usuario lo requiera.

En la parte posterior hay una jaladera para que el usuario mueva la silla con facilidad

14.2 FUNCIÓN

Para ser movido fácilmente la silla cuenta con tres rodamientos, los cuales giran en dos direcciones para que el movimiento sea aún más fácil. Cuenta además con uno pistón neumático, para poder adaptar también la altura de la silla.

14.3 PRODUCCIÓN

La parte superior de la silla se produce por medio de doble inyección, la cual posteriormente se ensambla por medio de tornillos con otra parte que también se produce por medio de inyección. Las llantas también se producen por medio de inyección y se ensamblan a los tubulares también por medio de ensamblajes físicos.

Tanto los tubulares como la parte para jalar están producidos en acero con acabado cromo.

14.4 ESTÉTICA

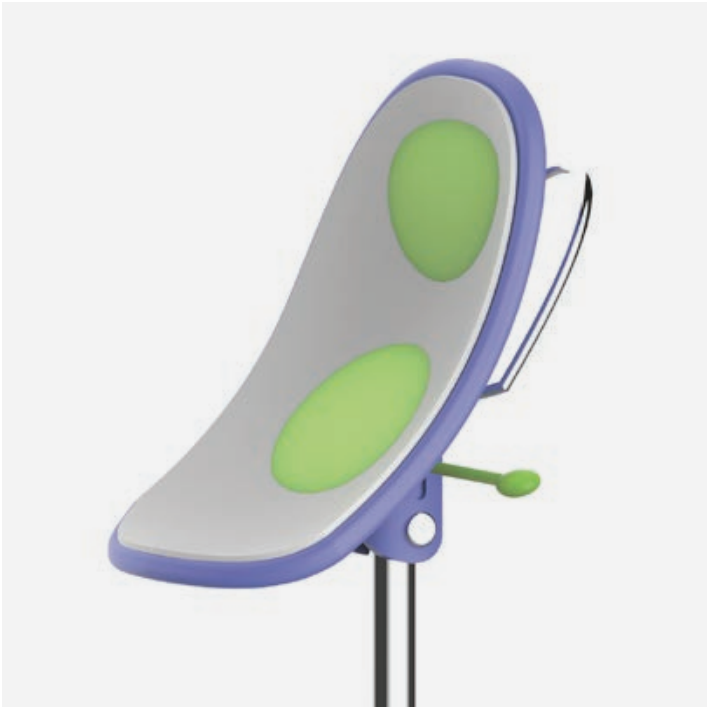
La estética del objeto responde directamente a su función. La parte del asiento tiene los bordes redondeados que además de ayudar a que no lastime al recargarse, le da una apariencia suave y amigable.

Tiene diferentes colores que contrastan en la parte de abajo para que sea visible la dirección y el movimiento del objeto.

La agarradera tiene una curva cóncava que corresponde a la línea de contorno del asiento, además de que responde a la función de poder tomarlo con facilidad.

El mecanismo de palanca para subir y bajar, tiene otro color que ayuda a encontrarlo.

El tubular tiene un acabado pulido que le da una apariencia de limpieza y seguridad.





SEGUNDA ETAPA

00 INTRODUCCIÓN

Durante la primera etapa concluimos que la solución debería ser viable, de **baja tecnología**, adaptable y producible en cualquier fábrica mediana.

En esta segunda etapa se realizaron pruebas nuevamente con diferentes asientos y bases, considerando como prioridad la ergonomía y los movimientos que realizan los operadores en la línea de ensamble.

Observamos que para cada estación de trabajo se debe prever **una posición adecuada** que deberá tomar el trabajador, esto según el tipo de actividad, también evitar el exceso de esfuerzo y de movimientos para así evitar la fatiga. Durante nuestra visita a la planta observamos dos posturas críticas en la línea de ensamble, la primera donde el operador debe trabajar en la parte baja del automóvil donde debe adoptar una posición en cuclillas o apoyarse de un soporte, y la segunda donde los operadores deben permanecer de pie trabajando con la *punteadora*, donde el usuario realiza la mayor parte de los movimientos en la parte superior del cuerpo.

01 HOMÓLOGOS Y ANÁLOGOS

1.1 INVESTIGACIÓN GENERAL

En esta segunda etapa se realizó nuevamente una investigación de las sillas altas y bajas que existen en el mercado que solucionan problemas parecidos.

Se escogieron los diseños que solucionaran de otra manera el problema o diseño cuyas características destacaran de la mayoría que ya existen en el mercado.

En el caso de la silla baja se encontró que existen variedades para la jardinería, actividades artísticas o al aire libre; en el caso de la silla alta encontramos soluciones para oficinas, hogar y actividades al aire libre.

Hoy en día existe la corriente de que el permanecer sentado en una sola posición no es saludable, es por eso que surgen estas propuestas, para evitar la fatiga pero a la vez promover el movimiento.

En el caso de la silla baja el ejemplo más relevante es el de la “Garden Rocker”, que destaca por ser la solución a los aficionados de la jardinería que no quieren permanecer de rodillas. Da la oportunidad de inclinarse y es ligera, lo cual le permite ser fácil de mover.

En cuanto a la silla alta, hay ejemplos interesantes como la silla “Muv-man” que soluciona el problema de querer permanecer en diferentes posiciones agregando un mecanismo de rodilla en la base, de igual manera lo soluciona la “Move Light” haciendo convexa la forma de la base.

A continuación, se muestran los ocho diseños más interesantes y destacables que encontramos para la silla alta y baja.



/42

GARDEN ROCKER



/43

ROLLING SEAT



/44

ONE LEG



/45

TREPIED WALKSTOOL



/46

MUV-MAN



/47

MOGO - SEAT



/48

MOVE LIGHT



/49

BACK APP

INVESTIGACIÓN

1.2 BENCHMARKING

En la siguiente tabla se definen las características más importantes de cada ejemplo, se incluyen ejemplos tanto de la silla alta como de la silla baja.

El objetivo de ésta tabla es comparar las posibles soluciones que existen y encontrar espacios para la innovación.

	FUNCIÓN	APLICACIÓN	TIPO
GARDEN ROCKER	evitar fatiga	jardinería	balanceo por forma de la base
ROLLING SEAT	evitar fatiga	jardinería	rodamiento
ONE LEG	evitar fatiga + dynamic seating	actividades artísticas y en exteriores	balanceo por forma de la base
TREPIED WALKSTOOL	evitar fatiga + dynamic seating	actividades en exteriores	balanceo por forma de la base
MUVMAN	evitar fatiga + dynamic seating	oficina / hogar	balanceo por mecanismo
MOGO SEAT	evitar fatiga + dynamic seating	exteriores / portabilidad	un punto de apoyo
MOVE LIGHT	evitar fatiga + dynamic seating	oficina / hogar	balanceo por forma de la base
BACK APP	evitar fatiga + dynamic seating	oficina / hogar	balanceo por mecanismo

COSTO	MATERIAL	PESO	PAÍS DE PRODUCCIÓN	MÉTODO DE PRODUCCIÓN	MECANISMOS
USD\$35	polipropileno	1.5 kg	EUA	inyección	ajuste mecánico y control biomecánico
USD\$50	polipropileno / metal	2.5 kg	EUA	inyección	ajuste mecánico y control biomecánico
USD\$50	polietileno	1.54 kg	Inglaterra	rotomoldeo	biomecánico
USD\$80	aluminio / nylon	0.80 kg	Francia	maquinado	biomecánico
USD\$600	fibra de vidrio / aluminio	9 kg	Alemania	maquinado	mecanismo de esfera y pistón neumático
USD\$100	fibra de vidrio / aluminio	1.8 kg	EUA	maquinado	manipulador telescópico
USD\$360	fresno / aluminio	14 kg	Noruega	maquinado	control biomecánico y pistón neumático
USD\$600	fibra de vidrio / aluminio	13 kg	Suecia	maquinado	ajuste mecánico y pistón neumático

1.3 TABLA COMPARATIVA

En ésta tabla se describen características con el objetivo de comparar y describir las cualidades de cada producto.

La primera columna habla acerca de su **configuración formal**. En éste se describe brevemente las características configurativas del objeto. (tamaño, color, apariencia y cualquier otra característica que tenga que ver con los valores estéticos del producto).

En el segundo recuadro se habla de las **características ergonómicas** en este caso nos referimos al peso, la portabilidad y la forma del asiento.

La tercera columna habla de la **función**, en este caso cómo y cuál es la característica principal que le facilita al usuario interactuar y el propósito específico para el que fueron diseñadas.

En la parte de *interacción* se habla de cómo el usuario utiliza el objeto, y por cuáles medios le permiten modificar la altura o en algunos casos su postura.

El siguiente cuadro especifica los **métodos productivos** y materiales de cada silla.

Finalmente, en la última columna se concluyó acerca de las **características** de cada silla, para así después calificar si cumplían su función adecuadamente.

Para calificar las sillas, se tomaron en cuenta los factores de: comodidad, factibilidad, funcionalidad, ligereza, viabilidad e *interacción* con el usuario.

CONFIGURACIÓN FORMAL

GARDEN
ROCKER



Su apariencia es ligera por su proporción y secciones, es color verde y con formas similares a las hojas, lo cual se relaciona con la jardinería.

ROLLING
SEAT



La apariencia del objeto es un poco industrial, los rodillos son grandes y toscos, le dan carácter de ser resistente, el asiento es verde para relacionarse con la jardinería.

ONE
LEG







Por su apariencia es amigable, todos sus bordes son redondeados y está compuesto por formas básicas. Está producido en diferentes colores lo cual también le da carácter de amigable e infantil.

TREPIED
WALK-
STOOL



Tiene apariencia parecida a equipo de campismo o de aire libre por su configuración y materiales.

ERGONOMÍA	FUNCIÓN	INTERACCIÓN	PRODUCCIÓN MATERIALES	CONCLUSIONES	CALIFICACIÓN
<p>Funciona muy bien porque disminuye la fatiga soportando al usuario en una posición mas cómoda que puede ser ajustable a diferentes alturas, manualmente.</p>	<p>Tiene un ángulo que permite inclinar hacia adelante y a los lados, con un tope en la parte frontal que sirve como freno. La altura se ajusta mediante un tornillo manualmente.</p>	<p>El usuario lo usa con las piernas abiertas reduciendo la tensión de las rodillas y espalda y permite girar de lado a lado.</p>	<p>Está totalmente producido en polipropileno inyectado lo que le permite tener diferentes texturas. Cuenta con el sistema mecánico para ajustar la altura el cual se cambia con un tornillo.</p>	<p>Es una solución viable para este problema, económicamente adecuada. Se podría mejorar la <i>interacción</i> en cuanto a portabilidad y almacenamiento.</p>	
<p>La doble curvatura le permite al usuario sentarse cómodamente, las llantas se pueden mover en una dirección, le permite ir hacia un lado u otro. Puede ajustarse la altura por medio de una unión mecánica.</p>	<p>Ayuda a realizar tareas de jardinería, le permite al usuario ir moviéndose hacia un lado u otro para realizar las tareas de jardinería.</p>	<p>El usuario puede ajustar a diferentes alturas con un mecanismo mecánico, puede deslizarse por las ruedas impulsándose con las piernas en un sentido o en otro.</p>	<p>Está producido en polipropileno inyectado lo que le permite tener diferentes texturas. Cuenta con el sistema mecánico para ajustar la altura el cual se cambia con un tornillo.</p>	<p>Intenta ser una solución mejorada a la anterior, pero estos rodamientos sólo permiten moverse en una dirección y no permiten la inclinación, lo cual en vez de mejorar perjudica la <i>interacción</i>.</p>	
<p>Es fácil de llevar por su peso, la base es redondeada lo que permite inclinarse de un lado a otro en diferentes direcciones.</p>	<p>Ayuda en trabajos como la jardinería al aire libre, la limpieza interior se requiere estar de rodillas o en cuclillas. También la pueden usar niños la altura permite que puedan jugar y dibujar en sus mesas.</p>	<p>Por ser tan ligero se puede llevar fácilmente a cualquier lugar, sus bordes redondeados le permiten tomarlo y llevarlo a cualquier lugar.</p>	<p>Está producido en polietileno que lo hace resistente a la intemperie. Está producido en <i>rotomoldeo</i>, lo que permite las formas redondeadas y que sea muy ligero.</p>	<p>Funciona muy bien, se adapta sobre todo a ambientes infantiles e informales, en cuanto a su configuración corresponde a su función y los materiales y procesos son adecuados.</p>	
<p>Funciona con un apoyo al piso y con las piernas del usuario, la parte del asiento es de tela que se amolda a la forma del usuario.</p>	<p>Se puede plegar y cargar fácilmente porque es muy ligero.</p>	<p>Tiene un mecanismo que es fácil de maniobrar para desdoblar y doblar. Se puede utilizar en dos posiciones una con un sólo apoyo en posición baja que le permite <i>pivotar</i> al usuario y la posición alta que tiene tres apoyos.</p>	<p>Está compuesto por tres tubos telescópicos de aluminio y el asiento es de nylon textil que permite doblarse.</p>	<p>Es una solución diferente, considera la portabilidad como valor importante y permite adaptarse a cualquier ambiente.</p>	

INVESTIGACIÓN

Cada factor representa un punto. Cada silla puede tener hasta 5 puntos en total.

Estos puntos se representarán por círculos. Los círculos llenos indican que la silla cuenta con los factores anteriormente mencionados, los medios que no cumplen su función en su totalidad y los vacíos que no cumplen su objetivo de manera adecuada.

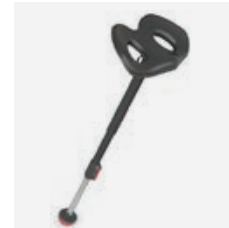
CONFIGURACIÓN FORMAL

MUV MAN



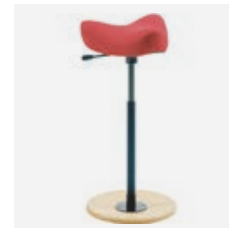
MUV-MAN es una silla versátil para cualquier tipo de trabajo debido a que su altura se modifica fácilmente. Se percibe como una silla muy estable gracias a su base, que se percibe mucho más pesada que su asiento.

MOGO SEAT



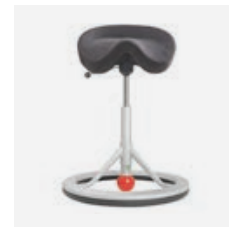
MOGO SEAT es una silla que puede ser usada en cualquier lugar. Se percibe como un objeto ligero ya que no tiene base. La silla se sostiene sólo gracias a una esfera antiderrapante. El asiento se percibe también ligero por su configuración.

MOVE LIGHT



El asiento es más grande que la base, por lo que se percibe como una silla estable y su configuración general son curvas suaves. También se percibe como un objeto estable, igualmente por el balance entre el tamaño de su base y asiento.

BACK APP



Se percibe como un objeto pesado y complejo. La pesadez visual proviene del espacio masivo que ocupa el asiento y la complejidad de que el objeto se percibe como hecho por muchas piezas diferentes.

ERGONOMÍA

Ayuda a que el usuario pueda alternar fácilmente entre estar parado y estar sentado. El apoyo lumbar sirve también para transportar fácilmente la silla. Su botón para controlar la altura se encuentra a una distancia óptima para que el usuario no haga esfuerzo para controlar las alturas de la silla.

Ayuda a que el usuario se pueda sentar en cualquier lugar cuando el usuario ya está cansado de estar parado. No cuenta con soporte lumbar. Permite la ventilación de la piel gracias a su configuración y materiales.

Las curvas de su asiento se adaptan al cuerpo del usuario y al ser tan grande permite también una infinita variedad de diferentes posturas. La altura se controla con una palanca dentro el rango de comodidad del usuario.

Back App permite el movimiento del usuario gracias a su esfera inferior que funciona como un mecanismo de rodilla. Cuenta además con una base para que el usuario coloque comodamente sus pies y sea más fácil la acción parar/sentar.

FUNCIÓN

Tecnología flexible en el asiento y amortiguación que recibe y controla la presión del cuerpo y se aseguran así una libre circulación sanguínea, y un clima de asiento agradable.

Se debe retorcer el elemento de asiento, desplegar el poste de la pierna pivotante. Es muy simple, funciona tanto en interiores como en exteriores. Pesa menos de 1 kg, por lo que se puede transportar fácilmente.

El asiento de la silla de montar es compatible con una postura erguida y dinámica, que activa y fortalece los músculos del núcleo en el abdomen y la espalda. Con los pies colocados en el suelo, es fácil de equilibrar y estabilizar, o inclinar, *pivotar* o girar 360°. El ángulo abierto entre el cuerpo superior e inferior mejora la circulación, aumentando los niveles de energía y concentración.

Además de la función simple de permitir que el usuario se siente, Back App permite entrenar tu cuerpo al mismo tiempo que te sientas, debido a que estás en constante desbalance, ayudando también al usuario a tener una postura más sana de columna vertebral.

INTERACCIÓN

A pesar de no ser tan práctica y ligera para ser movida de lugar constantemente, su agarradera permite moverla hasta encontrar el lugar en donde realmente se necesita. Sus acabados y lenguaje son muy amigables.

Es muy fácil de manipular, guardar, cargar, etc. ya que está diseñado para poder transportarse a cualquier lugar. Sus acabados son amigables y tiene un lenguaje muy fácil de entender.

Es muy fácil de usar y el usuario tiene el poder de controlar la altura de su asiento a donde más le convenga. No es lo suficientemente ligero para poder moverse de lugar constantemente.

El usuario tiene el poder de controlar la altura de su asiento a donde más le convenga y el tamaño del asiento también permite una infinita posibilidad de movimientos durante su uso. Cuenta con llantas lo que le permite moverla fácilmente

PRODUCCIÓN MATERIALES

Está producida en su mayoría por diferentes plásticos y metal. Las piezas de plástico son producidas por inyección y las piezas de metal por maquinado. El asiento es de tela respirable hecha de poliéster y poliuretano.

Base del asiento de fibra de vidrio y nylon. Colchón del asiento de EVA pie de goma de dureza blanda con fibra de vidrio pie de goma de dureza blanda con fibra de vidrio Pierna telescópica de anodizado de aluminio

Está producida en su mayoría por diferentes plásticos y metal. La pieza de la base está totalmente construida en madera de fresno. En algunas versiones viene entintada.

Está producida en su mayoría por diferentes plásticos y metal. Las piezas de plástico son producidas por inyección y las piezas de metal por maquinado. La base esférica está producida en EVA.

CONCLUSIONES

Es una buena solución, pero parece muy estática ya que se percibe pesada para poder trasladarla de un lugar a otro.

Es una solución diferente cuyo mayor atributo considera la portabilidad, el asiento se ve resistente y amigable, es intuitiva.

Funciona bien para su propósito, la configuración da versatilidad y comodidad en diferentes posiciones, sin embargo tampoco parece ligera ni fácil de trasladar.

Funciona bien para su propósito, el asiento parece un poco estático y pesado. La configuración la hace percibirse pesada por la cantidad de piezas.

CALIFICACIÓN



02 PERFIL DE DISEÑO DE PRODUCTO

2.1 ASPECTOS GENERALES

Se diseñaran dos sillas para ser usadas por operadores mexicanos en la planta de Volkswagen en Puebla. Deberán soportar el peso del operador, la primera a una altura baja y otra alta, esto debido a las diferentes tareas que los operadores realizan dentro de la fábrica.

La silla baja será útil para aquellos trabajadores que se dedican a instalar todos los elementos del coche que se encuentran a una altura menor de 50 cm. (facias, faros, etc.).

La silla alta será de especial utilidad para los trabajadores que están en el área de soldadura, pero en realidad será una silla muy versátil; útil en cualquiera de las áreas de producción en la fábrica.

Ambas sillas deberán adaptarse a las diferentes tallas y pesos de los operadores en un rango de 18 a 60 años de edad. Deberán funcionar correctamente durante toda la jornada y tener una larga vida de duración, para lograr esto deberán ser resistentes a cualquier tipo de percance de la fábrica o del ambiente en el que sean usadas.

2.2 ASPECTOS ERGONÓMICOS

Como resultado de las pruebas se concluyó que se diseñaran dos tipos de sillas, una baja y una alta. Ambas

sillas deberán usar el mismo asiento.

Se tomó como valor más importante la ergonomía, por lo tanto concluimos que:

El asiento deberá contemplar un apoyo lumbar que evite la fatiga, deberá estar condicionado por la comodidad y eficacia del operador, la conducta de la posición de estar sentado obedecerá a ciclos de actividad y de inactividad debido al cansancio o incomodidad por lo mismo deberá permitir la flexibilidad de cambio.

El diseño del asiento deberá de favorecer la disminución del trabajo estático del sistema muscular, deberá facilitar el cambio de postura del cuerpo, deberá evitar que la postura genere presión sobre los ritmos cardiovasculares y respiratorios, contemplar la movilidad y rotación del asiento, y en el caso de la silla alta la regulación de la altura.

Índice Antropométrico

Las dimensiones del asiento deben ser acordes con las dimensiones antropométricas según los percentiles latinoamericanos en un rango de edad de 18 a 60 años.

En este caso se deberán tomar en cuenta diferentes medidas, ancho de caderas, altura lumbar y altura del usuario.

Índice Biomecánico

Se limitarán a las acciones de sentarse, regular altura, inclinarse y desplazarse con él.

Índice Higiénico

Deberán de estar diseñadas para dar seguridad, apoyo, estabilidad y flexibilidad al operador, las condiciones de acabados deben contemplar la distribución de presiones del cuerpo.

2.3 ASPECTOS FUNCIONALES

Las sillas deberán soportar el peso promedio de un adulto de 18 a 60 años.

No deberán arriesgar la seguridad del operador así como la de otros posibles usuarios como: usuario de mantenimiento, usuario de instalación, usuario de ensamble, usuario transportista, etc.

Se deberá contemplar el ensamble y guardado como parte fundamental, ya que la seguridad y el fácil acceso permitirán su uso y armado con eficacia. Deberá limpiarse y dar mantenimiento fácilmente.

2.4 ASPECTOS PRODUCTIVOS

Los materiales utilizados dependerán totalmente de la resistencia y ligereza que nos pueda otorgar cada uno.

Se procurará utilizar partes comerciales lo cual permitirá evitar el tiempo de producción, así como reducir el costo de inversión.

Se podrá utilizar cualquier tipo de plásticos y metales, con las limitantes que el diseñador considere, siempre y cuando se puedan comprar y transformar en su totalidad en la Ciudad de México.

Las sillas tendrán una baja producción debido a que el mercado al que están dirigidas es reducido, en esta primera propuesta, es al sector industrial.

Se producirán sus partes con diferentes proveedores dependiendo de los materiales utilizados, se ensamblarán en una sola planta.

2.5 ASPECTOS ESTÉTICOS

Ya que el proyecto se realizará, en esta etapa específicamente para el sector industrial; las sillas deberán reflejar seguridad y resistencia.

Se utilizarán colores y formas como códigos de lenguaje para indicar donde hay mecanismos. Son muy impor-

tantes que los códigos visuales de la interfaz del dispositivo indiquen el mecanismo que van a controlar.

Deberán reflejar los valores Volkswagen así como también deberán ser aceptadas por los usuarios.

Las sillas se podrán adaptar a otros sectores cambiando su color y acabados de las partes, por lo tanto se adaptarán al entorno al cual se desee que pertenezcan.

Índice Psicoperceptivo

Deberán ser percibidas de manera intuitiva para su fácil relación con el usuario, también tener códigos visuales que indiquen la manera de armarse, utilizarse, accionarse, usarse, guardarse y limpiarse.

2.6 ASPECTOS DE MERCADO

Están dirigidas a la industria, por lo tanto el comprador será el área de compras solicitado por el Jefe de Salud y Seguridad en la empresa.

La expectativa es que las sillas sean en principio utilizadas en el sector industrial, pero después es posible adaptar la producción para que puedan ser comercializables en el sector privado en una escala mayor.

42 线

43 线

44 线

03 PUNTOS CRÍTICOS DEL DISEÑO

3.1 ASIENTO

De acuerdo a las pruebas anteriores y a lo observado es necesario tener un apoyo lumbar para evitar la fatiga de la espalda y piernas. El ángulo del asiento con respecto al suelo debe de ser 5°.

3.2 ALTURA

El usuario en esta etapa de producción trabaja a una altura baja, dentro y fuera de los autos. Normalmente sin ayuda de un asiento el usuario realizaría estas actividades en cuclillas o de rodillas.

Se debe considerar que el usuario pueda modificar fácilmente la altura del asiento para poder realizar las distintas actividades.

3.3 MOVIMIENTO

Es importante que el operador pueda moverse en diferentes ángulos que le permitan evitar la hiperflexión, él necesitará tomar o dejar herramientas o piezas para instalación.

Es muy importante el movimiento en la ergonomía, ya que el dolor nos permite cambiar de posición, lo cual es totalmente natural, y en este caso ayuda a evitar la fatiga de muslos y rodillas, tratando de que las articulaciones se compriman lo menos posible.

3.4 MOVILIDAD

Los operadores de la planta deben realizar por lo menos mil operaciones al día, deben moverse entre cada auto cada vez y realizar la misma operación. Es por eso, que el asiento debe ser ligero y fácil de moverse, se debe considerar la forma de tomarlo y los materiales que sean resistentes y ligeros.

3.5 MECANISMOS

El estudio de homólogos y análogos arrojó que la mayoría de las sillas cuentan con mecanismos complicados que encarecen el producto. Una de las ventajas que podría tener nuestro diseño sería la carencia de ellos, pero logrando la misma función.

3.6 SEGURIDAD

La solución de Diseño Industrial debe considerar la seguridad dentro de la planta, por lo tanto sus materiales y configuración deben de ser a prueba de accidentes, es importante que la solución sea calificada por el experto de Salud y Seguridad de la planta.

04 ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Existen pruebas que demuestran que estar sentado o de pie durante toda la jornada laboral es muy dañino para la salud, es por eso que los espacios de trabajo deben estar diseñados ergonómicamente para adaptarse a las tareas desempeñadas y a los trabajadores.

De acuerdo a las tablas de comparaciones y a lo observado en la planta de Volkswagen, sugerimos dos tipos de sillas: una baja para tareas de montaje que se realizan en la parte inferior de los autos y una alta para el área de *punteadoras* donde los operadores permanecen de pie durante toda la jornada, lo cual ayudaría a reducir la carga muscular de la parte inferior del cuerpo.

La **movilidad** de las sillas es importante, ya que en la planta se mueven partes de un lado a otro, por lo tanto estos objetos no deben entorpecer el tránsito.

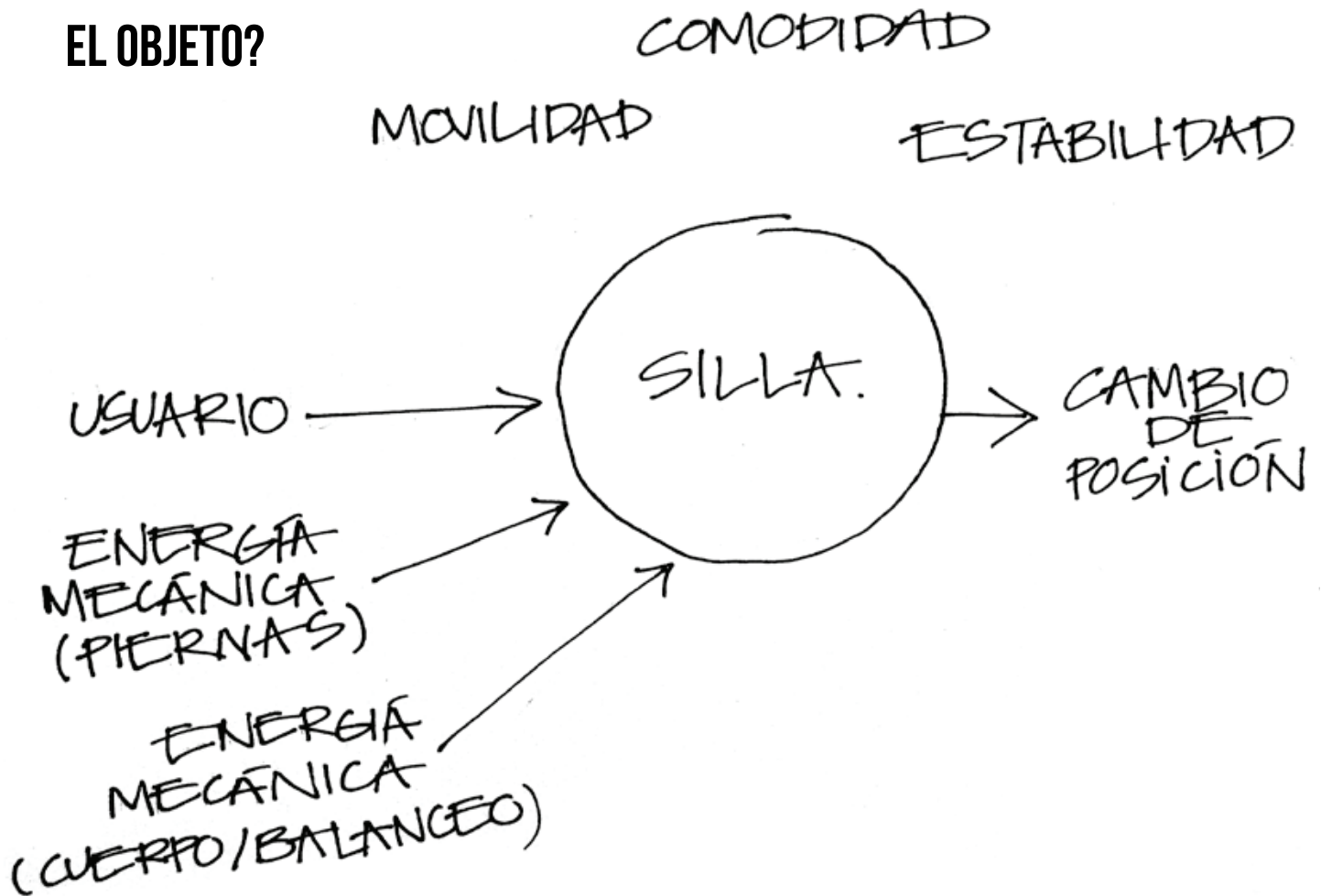
Otro aspecto importante encontrado durante la observación, fue el gran rango de edad y peso. Es por esto que la **adaptabilidad** es una parte muy importante en el diseño.

Las sillas pueden utilizar **partes comerciales** lo cual ayudaría a reducir la inversión y tiempo de producción, además de facilitar las refacciones.

En el mercado existen sillas que resuelven parte del problema que observamos, sin embargo buscamos una solución que sea **ligera**, viable y adaptable a un ambiente industrial.



05 ¿QUÉ FACTORES INTERVIENEN CON EL OBJETO?



USUARIO → ACEPTAR MATERIA → CONTENER MATERIA → SOPORTAR MATERIA → GAMBIO DE POSICIÓN.

ENERGÍA MECÁNICA (PIERNAS) → ACEPTAR ENERGÍA → TRANSMITIR ENERGÍA → CONVERTIR ENERGÍA → TRASLACIÓN!

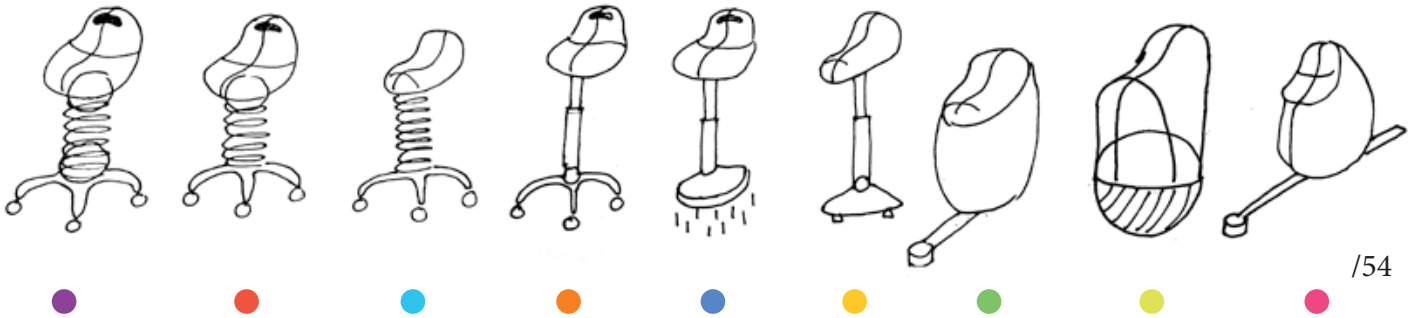
ENERGÍA MECÁNICA (CUERPO) → ACEPTAR ENERGÍA → TRANSMITIR ENERGÍA → CONVERTIR ENERGÍA
↓
ROTACIÓN / BALANCEO / INCLINACIÓN.

06 TABLA MORFOLÓGICA



Con la tabla morfológica se identificaron todas las funciones que pueden tener las sillas y se escribieron todas las posibilidades de resolverlas. Después, se trazaron caminos (con diferentes colores) para hacer algunas combinaciones que dieran como resultado diferentes soluciones gráficas.

07 RESULTADOS GRÁFICOS



/54

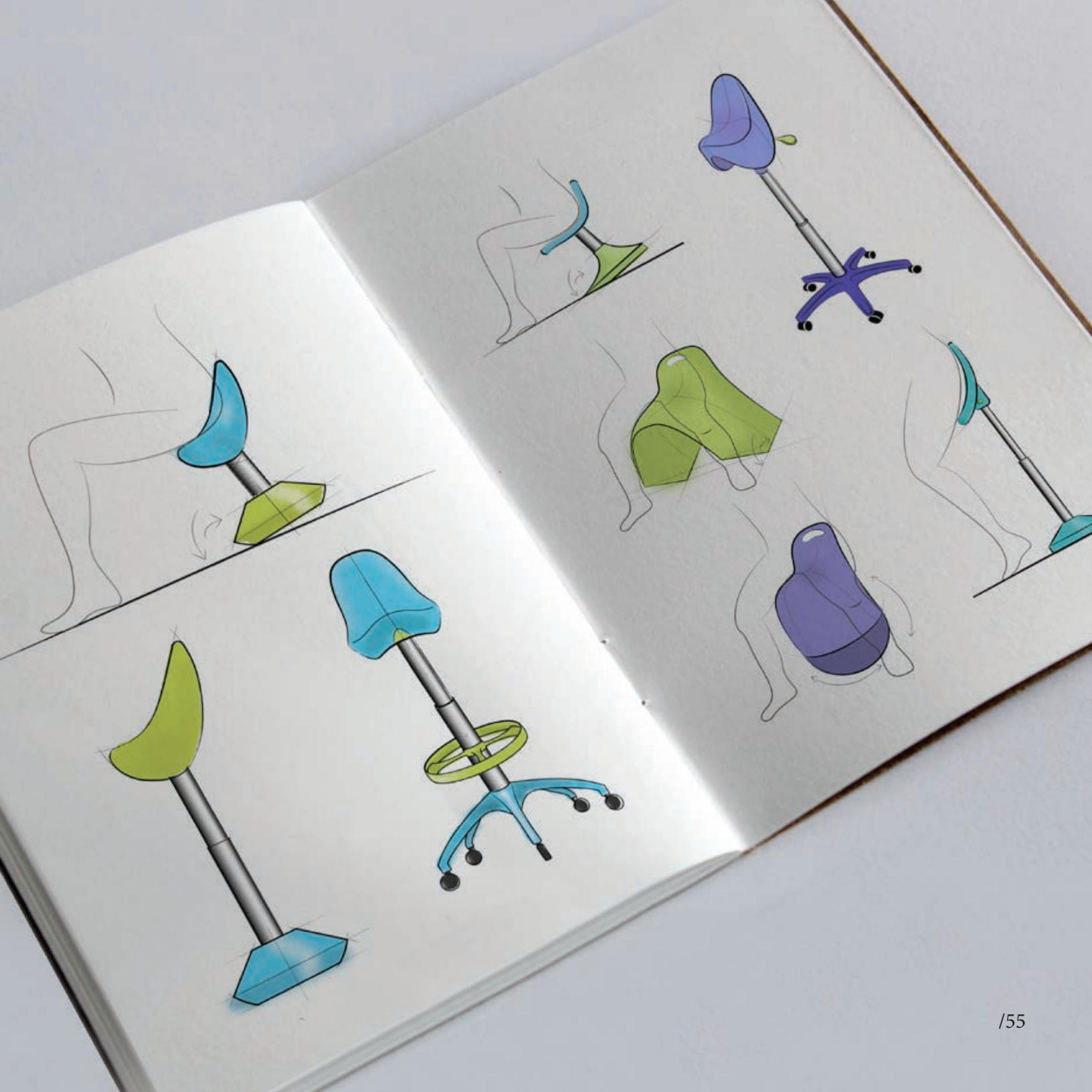
08 PROPUESTAS

8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Para poder encontrar todas las posibles soluciones se desarrollaron conceptos a partir de la tabla morfológica; estos se compararon y recopilamos de acuerdo a cada concepto. En el caso de la silla baja existen dos conceptos a los cuales se les hicieron diferentes variaciones para obtener el resultado más adecuado.

En el caso de la silla alta existen dos conceptos, que se desarrollaron y probaron con la ayuda de simuladores, de acuerdo a esto observamos y estudiamos diferentes configuraciones posibles.

A continuación, mostramos y explicamos cada concepto y las características principales de cada uno.



8.2 SILLA BAJA CONCEPTO A

Se observó que existen dos posiciones críticas en los operadores de la línea de ensamble y armado en la planta, la primera es una posición baja que normalmente se realizaría en cuclillas, esta posición es adquirida por los operadores para montar los faros y componentes en la parte interior, es decir, facilita todos los movimientos necesarios para instalar partes a una altura menor de 50 cm. Éste es ligero y trasladable, para que el usuario pueda cargarlo a cualquier lugar que necesite.

De acuerdo a lo anterior, se propusieron dos conceptos principales. El primer es una silla baja conectada por una estructura. Para este concepto además se propusieron dos tipos de asiento, un asiento convencional y otro de montar (parecido al de una bicicleta).

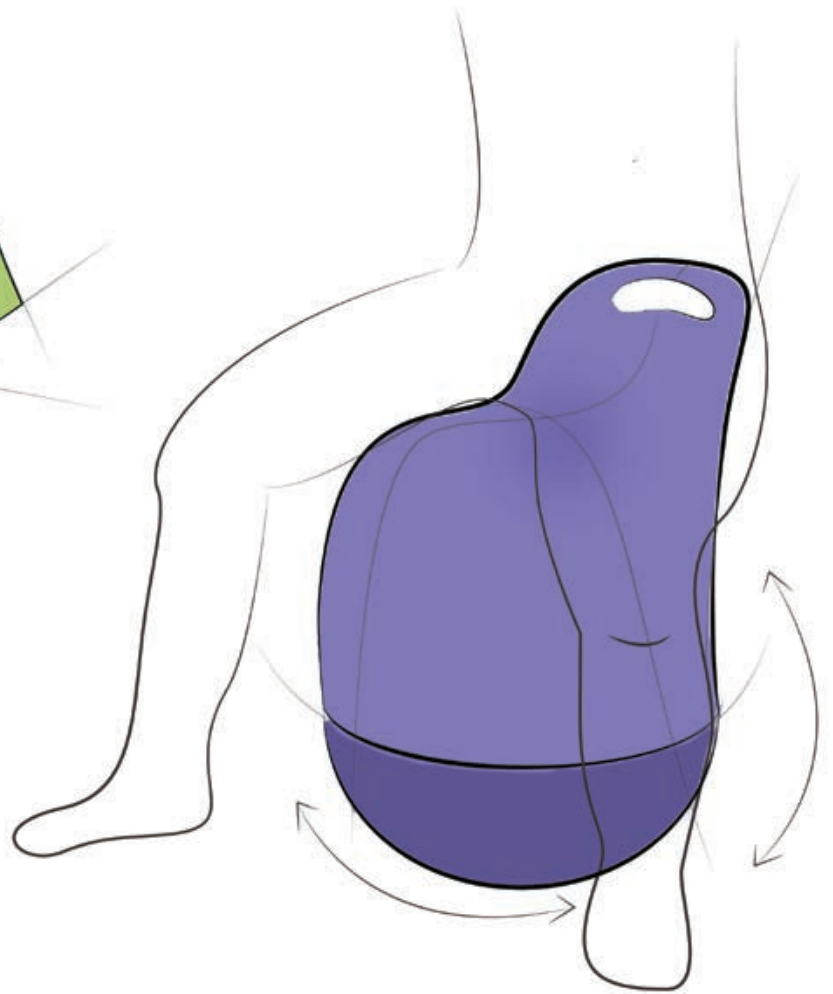
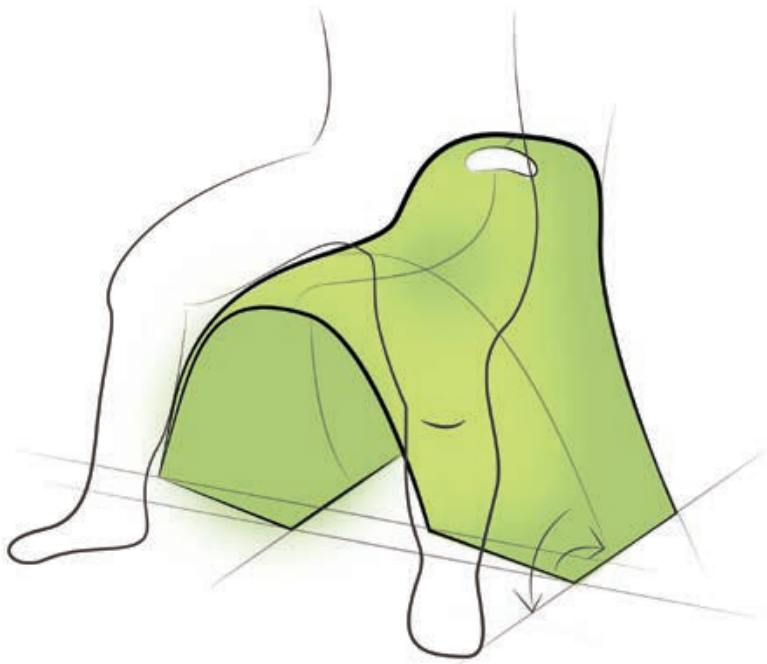
La característica principal de todas las variaciones es que la forma de la base tenga cierta inclinación que le permita al operador *pivotar* la silla en diferentes direcciones.



8.2 SILLA BAJA CONCEPTO B

La segunda opción es una silla baja cuya forma es cerrada hasta la base. Se propusieron tres variaciones, la primera que sólo permite inclinarse hacia adelante, la segunda que permite *pivotar* en todos los sentidos y la tercera que permite *pivotar* y moverse en cualquier dirección porque su forma es esférica en la parte inferior. Ésta característica funciona tanto para el movimiento de traslación como para el movimiento de inclinación.

Al igual que en la primera propuesta, se considera un orificio para poder manejar y mover la silla fácilmente. Se considera que para producirla se usará el proceso de *rotomoldeo*, esto con el objetivo de que la silla sea muy ligera y se pueda cargar sin dificultad.



8.3 SILLA ALTA CONCEPTO A

Se observó que los operadores en el área de las *punteadoras* deben permanecer de pie y realizar tareas repetitivas que pueden agotar y causar fatiga en los miembros inferiores del usuario.

La idea es diseñar un objeto que funcione como soporte para que los operadores puedan trabajar y recargarse, sentarse o montarse fácilmente pero siempre estando activos.

Las primeras propuestas que se sugieren son: silla que funcione con un asiento para recargarse y otro con un asiento para montar. Ésta tiene un ángulo en la base que funciona para realizar diferentes movimientos hacia atrás o los lados.

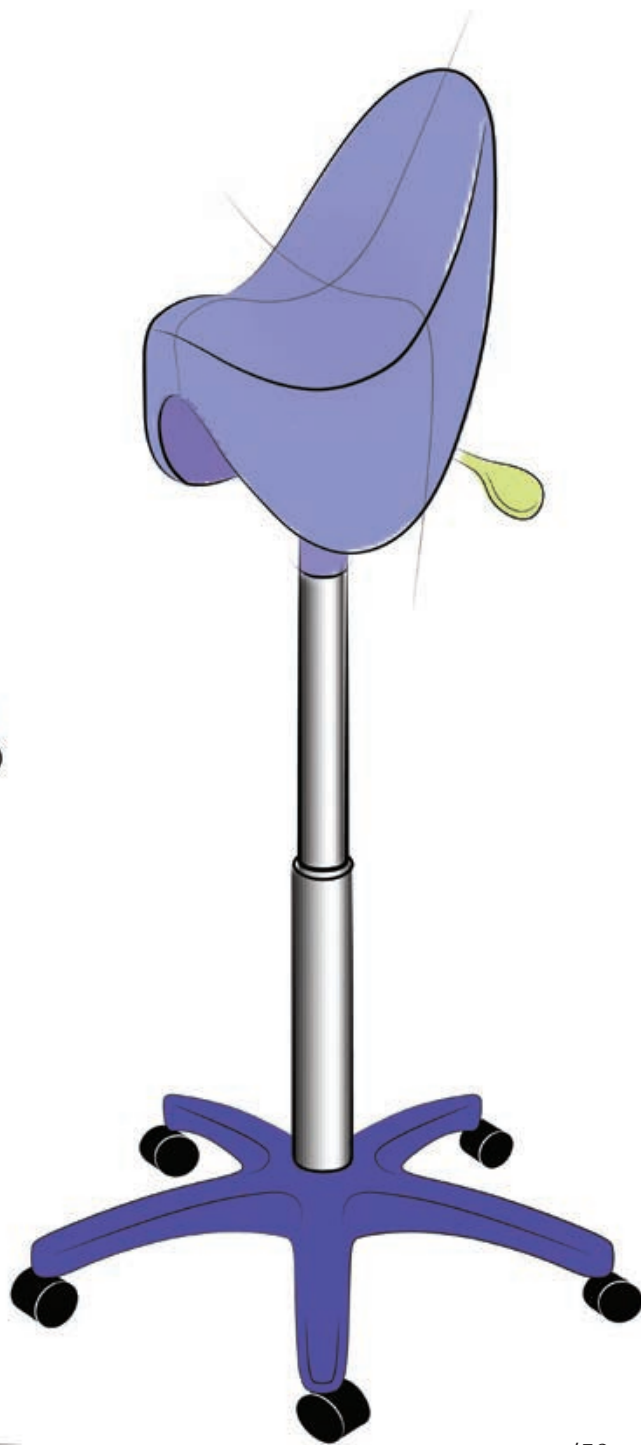
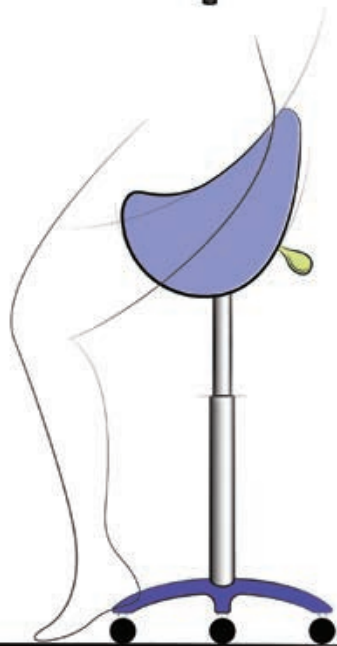
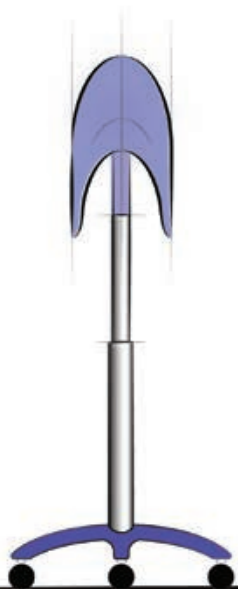
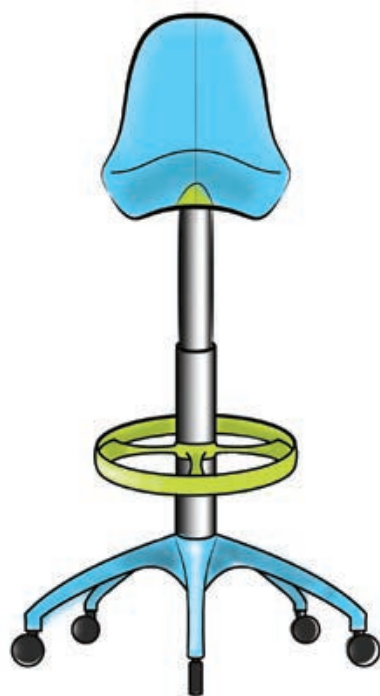
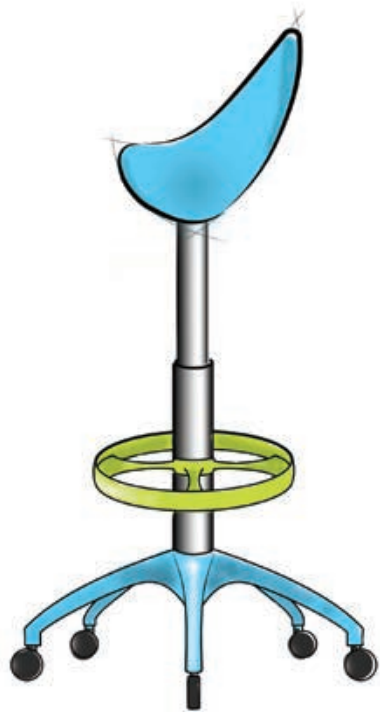
Silla alta que cuenta con una altura regulable mediante un pistón que puede ser activado por una palanca detrás o debajo de la silla.



8.4 SILLA ALTA CONCEPTO B

La segunda propuesta sugiere un asiento para montar que por su configuración permitirá que el usuario pueda levantarse y sentarse de manera fácil y rápida. También permite al usuario tener libertad en las extremidades inferiores.

En este caso, se sugiere que la base tenga ruedas que le permitan al usuario moverse de un lado a otro impulsándose con las piernas. Gracias a la libertad que le da el asiento, una de las propuestas considera un descansapiés porque se cree que el usuario no puede adoptar una sola posición durante toda la jornada. Llegamos a la conclusión de que el usuario debe decidir qué posición quiere adquirir y que es bueno que el usuario pueda tener una opción de trabajar de pie o descansar las extremidades en esta silla sin dejar de trabajar.



PRUEBAS

Se construyeron tres simuladores para ejemplificar como funcionarían los conceptos y así observar, medir y obtener información sobre la percepción del usuario y la función específica de las partes de la silla.

Para la silla baja se probó con un simulador y para la silla alta se probaron dos conceptos diferentes, tanto de asiento como de base.



09 SILLA BAJA CONCEPTO A

Se decidió probar únicamente el Concepto A de la silla baja porque es la que en su configuración puede tener mayor relación con la silla alta. En este caso se probó con el asiento convencional.

Lo que se quería demostrar al realizar estas pruebas, principalmente, era la función de la base: que el usuario pudiera *pivotar* y balancearse con la silla.

PLANTEAMIENTO

El usuario podrá levantarse y sentarse libremente.

El usuario podrá controlar el movimiento de la silla con sus piernas.

El usuario explorará el rango de la silla hasta encontrar la posición más adecuada para resolver las tareas que se aplicarán en las pruebas de los simuladores. Éste proceso no deberá tomar más de 5 segundos.

La silla deberá ser fácil de cargar y mover, ya que el usuario la trasladará en cada nuevo lapso de instalación.

La silla regresará sola a su posición original.

RESULTADO

Verdadero. A pesar de que los usuarios tomaban más tiempo para levantarse por su altura.

Parcialmente verdadero. Todos los usuarios pudieron controlar el movimiento, pero tuvieron que experimentar un poco para poder explorar los rangos de movimiento.

Parcialmente verdadero. La mayoría de los usuarios tomaron 5 o menos, tuvieron que experimentar un poco para poder explorar los rangos de movimiento.

Verdadero.

Verdadero.



10 SILLA ALTA CONCEPTO A

En este caso se probó el Concepto A para comprobar si la forma de la base funcionaría como se planteaba, y sólo se probó el asiento para recargar.

PLANTEAMIENTO

El usuario podrá levantarse y sentarse fácilmente.

El usuario podrá controlar el movimiento de la silla con sus piernas.

El usuario explorará el rango de movimientos de la silla hasta encontrar la posición más adecuada para resolver las tareas que se aplicarán en las pruebas de los simuladores. Éste proceso no deberá demorar más de 5 segundos.

La silla regresará sola a su posición original.

El asiento para recargar permitirá que el usuario se siente más rápido a diferencia del asiento del Concepto B (montar) pero puede ser que el usuario resbale de éste con facilidad.

RESULTADO

Parcialmente verdadero. Para nuestra sorpresa, la silla de la que el usuario pudo levantarse con mayor facilidad fue el asiento del Concepto B (montar). Se esperaba que el usuario pudiera levantarse con mayor facilidad, pero debido a que el usuario no se sentía tan seguro sobre ella, tomaba más tiempo para levantarse y sentarse.

Falso. El ángulo de la base era muy abierto esto causaba inseguridad al usuario y por lo tanto inestabilidad.

Falso. Por la forma de la base donde creíamos que debería tener ángulos diferentes en cada dirección, el usuario no pudo controlar los movimientos porque le era difícil percibir y entender el funcionamiento y los límites de la base.

Verdadero. Gracias a su forma, la silla vuelve a su lugar por inercia.

Falso. El asiento no le da confianza al usuario, y hace que se resbale, tuvimos que girar el ángulo y el asiento quedó en una posición como un asiento convencional.



11 SILLA ALTA CONCEPTO B

En esta prueba se decidió usar la base con llantas y altura ajustable combinadas con el asiento para montar.

PLANTEAMIENTO

El usuario podrá levantarse y sentarse fácilmente.

El usuario podrá controlar el movimiento de la silla con sus piernas.

El usuario explorará el rango de movimientos de la silla hasta encontrar la posición más adecuada para resolver las tareas que se aplicarán en las pruebas de los simuladores. Éste proceso no deberá demorar más de 5 segundos.

El asiento proporcionará mucha seguridad y comodidad, pero los usuarios masculinos se sentirán intimidados por la configuración delantera del asiento.

El asiento permitirá que el usuario se sienta seguro al mover sus extremidades inferiores y superiores.

RESULTADO

Verdadero. Al usar una estructura convencional de silla el usuario tenía mucha seguridad al sentarse o levantarse.

Verdadero. El asiento le permite tener libertad en las extremidades inferiores, por lo tanto puede moverse a donde desee impulsándose con las piernas.

Parcialmente verdadera. Por las pruebas y entrevistas se determinó que será útil añadir un rango de movimiento que le permita al usuario inclinarse en el asiento.

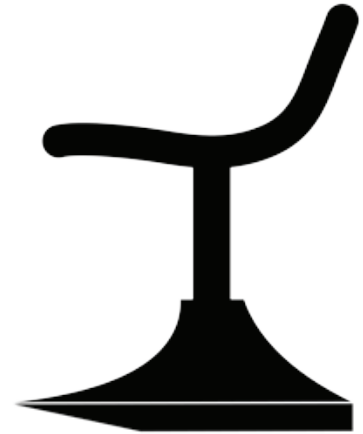
Verdadero. Los usuarios sugirieron reducir el ancho y alto de la parte delantera del asiento porque, sobre todo a los masculinos, les causa incomodidad.

Verdadero. Se probó el asiento en diferentes tareas en diferentes posiciones y el usuario sintió muy seguro al poder regular la altura y los movimientos.



12 HALLAZGOS

12.1 SILLA BAJA



Se comprobaron que las curvas del asiento y respaldo lumbar son adecuadas para este asiento.

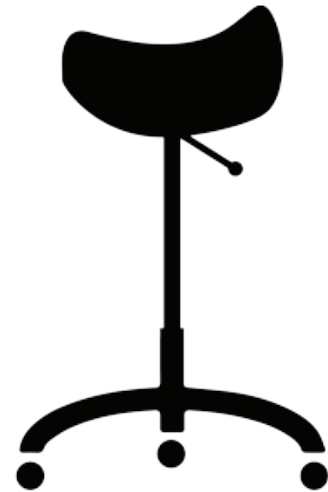


La perforación para sujetar la silla funciona muy bien para poder maniobrarla, aunque también puede funcionar según su forma.



El área de la base debe ser mayor para dar seguridad al usuario.

12.2 SILLA ALTA



Alargar el apoyo lumbar. El usuario se siente inseguro con el tamaño actual de éste. También se encontró que la parte frontal de asiento debe ser más angosta y un poco menos alta.



Se comprueba que la teoría de que el usuario tenga control siempre sobre la altura de la silla es correcta y además muy necesaria.



El movimiento de traslación en la silla es más necesario de lo que se había pensado antes de las pruebas.



DISEÑO FINAL

00 DESCRIPCIÓN GENERAL

El resultado final del proceso de investigación, análisis, observación y pruebas es el diseño de dos sillas auxiliares. Una silla baja para trabajos que se realizan a una altura menor de 50 cm y una silla alta para evitar la fatiga en los miembros inferiores, al realizar tareas de pie en una sola posición.

Las decisiones que se tomaron en cuenta para el diseño también son el resultado de lo encontrado en las áreas de oportunidad definidas en la etapa de investigación (*Ver Pág. 109*) y en los resultados encontrados en los simuladores en la segunda etapa. (*Ver Pág. 133*).

Se componen básicamente de un asiento, una estructura principal y una base.

Cada silla auxiliar cumple una función diferente que resuelve el problema de ergonomía para las actividades específicas observadas en la planta.

Las características principales de las sillas auxiliares:

- Tienen un asiento con apoyo lumbar.
- La silla baja permite el control de movimiento de inclinación con las piernas.
- La silla baja permite la movilidad por su peso.
- Es posible ajustar la altura de la silla alta de acuerdo a las necesidades del usuario.
- La silla alta permite la movilidad porque cuenta con rodamientos.



DESCRIPCIÓN GENERAL

0.1 ELEMENTOS SILLA BAJA

Para fines prácticos y para facilitar su descripción se dividirá la silla baja en las siguientes partes:

- a) Asiento
- b) Estructura
- c) Base

Éstas están divididas a su vez en diferentes piezas, de las cuales se hablará a profundidad más adelante en el apartado de producción en la memoria descriptiva del diseño final.

a



b



c



0.2 ELEMENTOS SILLA ALTA

Para los mismos fines, se dividió de la siguiente manera la silla alta:

- a) Asiento
- b) Mecanismo
- c) Pistón neumático
- d) Aro Descansapiés
- e) Base de estrella
- f) Llantas

De igual forma se profundizará más acerca de cada parte y sus respectivas piezas en la sección de producción del capítulo de Memoria Descriptiva. (*Ver pág. 171*)

a _____

b _____

c _____

d _____

e _____

f _____



MEMORIA DESCRIPTIVA

En el siguiente apartado se describirán las especificaciones técnicas como procesos, materiales, medidas, así como la justificación de las tomas de decisión de diseño respecto al producto



01 ERGONOMÍA

1.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de la **ergonomía** es configurar herramientas y objetos con los cuales se use la menor cantidad de energía para así mantener el rendimiento del ser humano, tomando en cuenta los aspectos físicos y psicológicos.

El cuerpo humano está diseñado para estar en movimiento, para nuestros antepasados la actividad física se desarrollaba en la vida cotidiana,⁷ actualmente los trabajos exigen estar en **una sola posición**, en algunos casos estar sentado y en otros de pie, esto definitivamente deteriora y afecta nuestra salud.

Permanecer sentado o de pie mucho tiempo tiene **efectos negativos**, como dolor de espalda, tensión del cuello y hombros, degeneración muscular, problemas de articulaciones y del sistema circulatorio.

Los síntomas que las personas experimentan generalmente son: hinchazón en las extremidades inferiores, cansancio y malestar. Los médicos también vinculan a las venas varicosas y una condición conocida como insuficiencia venosa crónica.

⁷ <https://www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2015/06/02/medical-researchers-have-figured-out-how-much-time-is-okay-to-spend-sitting-each-day/> (2015)

Otra condición grave asociada con estar de pie es la enfermedad cardíaca coronaria. Los trabajadores pueden desarrollar enfermedades del corazón como un resultado directo. Pero si tienen un problema cardíaco ya existente, de pie durante horas puede empeorar la situación.⁸

Permanecer de pie afecta principalmente a los empleados que tienen puestos de trabajo; como personal de venta, fabricación, personal de seguridad, personal de cocina y técnicos de laboratorio. Además, algunos de estos empleados no pueden caminar para aliviar la tensión en sus músculos, tienen que permanecer en su lugar hasta tener un descanso o hasta que termine la jornada.

Anteriormente se pensaba que existía una sola postura para estar sentado, hoy existen pruebas de que el ser humano está diseñado para moverse y no se debe asumir que permanecerá en posturas permanentes, porque es imposible. Si el objeto permite que el usuario lo utilice de manera natural y pueda modificar sus posturas moviéndose ligeramente con él, esto lo hará más óptimo.

Un asiento dinámico significará que el operador cambiará de postura constantemente, ofreciendo menor fatiga en los músculos inferiores y dando la libertad de cambiar de postura durante la jornada.

8 <http://www.safeworkers.co.uk/standing-for-long-periods.html> (2016)

Posibles Soluciones

Estar sentado todo el tiempo tampoco es mejor; por lo tanto las posibles soluciones serían:

- Crear **más descansos** en el área de trabajo, en el caso de Volkswagen esto le resulta difícil porque no pueden detener la línea de producción.
- Diseñar o adaptar equipo a **alturas ajustables** que se ajusten a cada trabajador.
- El **suelo y el calzado** correcto tienen un papel importante que desempeñar, el cemento pulido es la peor de todas las superficies, no hay ninguna flexibilidad. Alfombras, caucho, corcho y madera son mucho mejores superficies.⁹ Se pueden adaptar tapetes de corcho o caucho que ayuden a que la superficie sea más suave y se evite la fatiga.
- **Diseñar equipo auxiliar** pretende cumplir objetivos que no son fáciles de poner en práctica. Crear consciencia a los operadores acerca de lo importante que es la Ergonomía durante la jornada ayudará a que estén pendientes de su cuerpo y sus movimientos.

Nuestra propuesta es un objeto que soluciona el problema, pero se debe **informar a los trabajadores** cual es el problema para que hagan cambios en sí mismos y esto se **refleje en beneficios** a largo plazo que podrán ofrecer un aumento en la productividad.

9 http://www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ppe/foot_com.html (2016)

1.2 ASIENTO

Con los resultados obtenidos de las pruebas con simuladores y la investigación se tomaron decisiones en el diseño que se muestran a continuación.

El asiento es el mismo usado en la silla alta y baja, se propone un espumado de poliuretano. La forma le da al usuario **libertad en las extremidades inferiores**, en el caso de la silla alta le permite impulsarse con las piernas y cambiar de lugar, y en la silla baja le permite *pivotar* y girar el cuerpo. El asiento tiene un **apoyo lumbar** con una altura de 198 mm desde el punto más bajo del asiento hasta el borde, que por su curvatura ayuda al usuario a adoptar una postura correcta sin realizar esfuerzo, se tomó como medida la altura de *cresta ilíaca* del percentil 50, porque está resultó ser la más adecuada para los usuarios del percentil 5 y 95. Las medidas antropométricas que se usaron de hombres en un rango de edades entre 18 a 60 años. (Ver págs. 157-162)

El **movimiento** en ambas sillas fue un criterio importante para el diseño (Ver pág. 97). Al usar las sillas auxiliares permiten al usuario el movimiento los músculos del abdomen y las piernas se fortalecen, ya que obliga al usuario a adoptar una postura donde las piernas ayudan a soportar y equilibrar el cuerpo.

La postura que el cuerpo adapta en la silla alta permite mejorar la circulación del cuerpo, en el caso de la silla baja la cual se utiliza por cortos periodos permite **evitar la fatiga** por su peso y la libertad que da de inclinarse hacia los lados y al frente.

En el caso de la silla alta el asiento cuenta con un mecanismo de rodilla que le permite al usuario ajustar la inclinación del asiento para así bajar o subir más fácil de ella y también dando la libertad de poder cambiar de posición.



El asiento en la parte posterior del apoyo lumbar, tiene un bajo relieve que le permite al usuario tomar la silla con una mano y moverla de lugar.

Este bajo relieve tiene medidas de:

Ancho: 137 mm, cuya medida es mayor al percentil 95 de ancho de mano, esto le da libertad al usuario de poder tomarla con facilidad.

Profundidad: 25 mm es la medida necesaria para poder sujetar la silla desde la parte superior del respaldo y esté bajo relieve.

Alto: 38 mm, que corresponde al percentil 5 de diámetro de empuñadura

Las medidas antropométricas que se usaron de hombres en un rango de edades entre 18 a 60 años. (*Ver págs. 157-162*)



1.3 SILLA BAJA

La silla baja está diseñada para que el usuario pueda *pivotar* con sus piernas. El asiento le ayuda a mantener una postura adecuada, fortaleciendo los músculos del abdomen, la columna y las piernas.

Índice Antropométrico

La altura de la silla baja es 380 mm, durante las entrevistas y pruebas tomamos la medida media que le parecía más adecuada entre el percentil 5 y 95 para evitar la posición crítica de cuclillas.

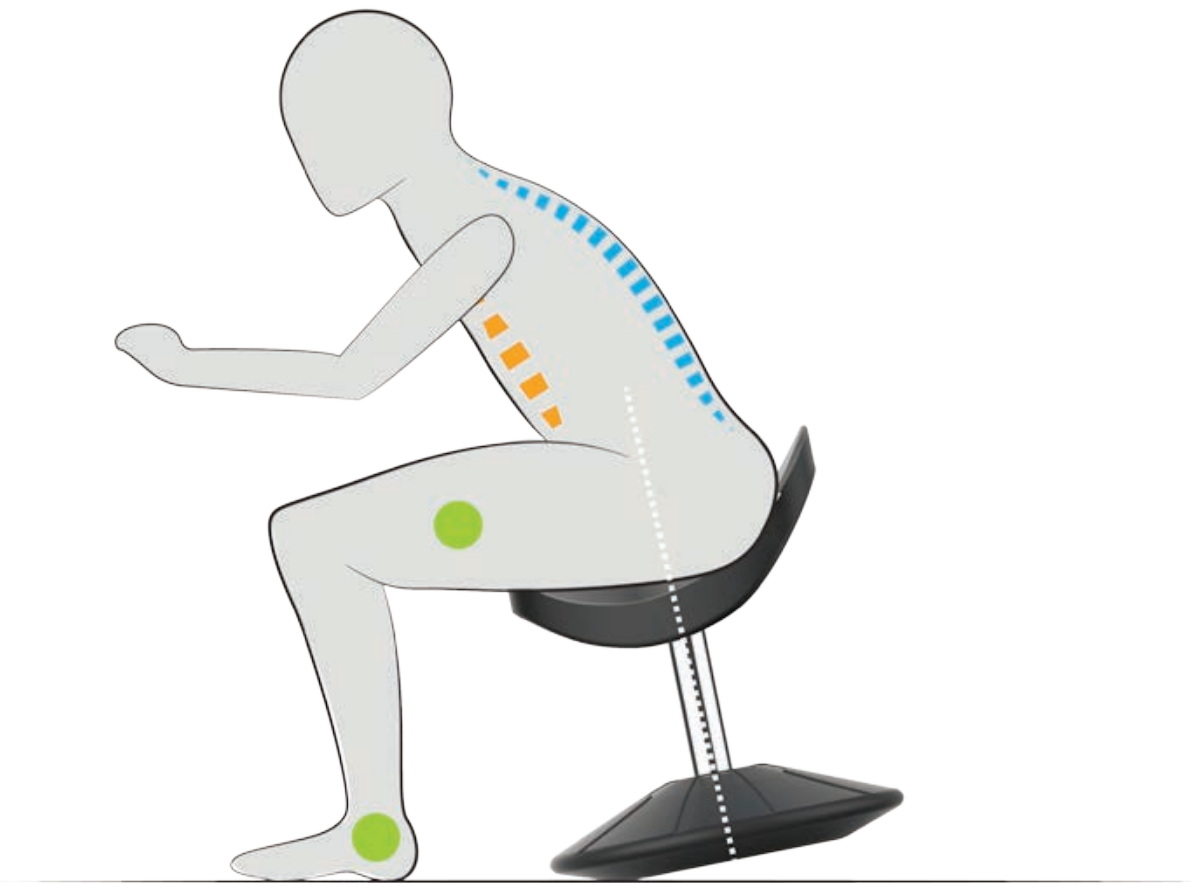
La base de la silla baja mide 450 mm de diámetro, lo cual la hace estable y permite al usuario usar sus piernas para balancearse gracias a que tiene 18 grados de inclinación.

Índice Biomecánico

La silla baja se limita a cargar, llevar, sentarse, inclinarse y guardarse. No cuenta con ningún mecanismo, lo cual hace que el mantenimiento y reparación sea muy sencilla.

Índice Higiénico

Al no tener ningún mecanismo el usuario no tiene riesgo de tener pellizcos, la inclinación de la base es de 18 grados, lo cual no permite que haya posibles pellizcos. El asiento está protegido con Vinil Piel lo cual lo hace fácil de limpiar en caso de ensuciarse, además de ser durable. La base es color negro mate, lo cual oculta posibles manchas, pero aun así el acabado es fácil de limpiar.



1.4 SILLA ALTA

La silla alta se diseñó para amortiguar la carga muscular inferior al trabajar de pie en el área de *punteadoras* de la fábrica, el asiento ayuda a soportar el peso, la base cuenta con cinco rodamientos que ayudan al usuario a desplazarse fácilmente con los pies, en la parte media cuenta con un reposa pies que se puede ajustar mediante una perilla a diferentes alturas.

La variación de altura se determinó como necesaria en el caso de la silla alta, ya que el rango de alturas y edades en la planta es muy amplio, y para poder usar esta silla y desplazarse con los pies, es necesario ajustarla a cada usuario. El rango de altura de la silla puede ser entre 55 a 75 cm desde el piso hasta el asiento.

El asiento cuenta con una forma e inclinación que ayudan al usuario a mantener una buena postura, haciendo que la columna vertebral se acomode, y fortaleciendo los músculos del abdomen.

Las sillas contemplan que el usuario no permanezca en una sola posición, por eso la silla tiene un reposa pies para que el usuario pueda cambiar de posición y/o girar también ayudado por los rodamientos o el pistón.

Índice Antropométrico

El reposa pies se ajusta según las necesidades de cada usuario.

El mecanismo de rodilla debe ser ajustado por el usuario para determinar la libertad que desea, este se dispone según

el peso del usuario por la parte inferior del asiento mediante una perilla.

Índice Biomecánico

La silla alta cuenta con diferentes funciones que le permiten al usuario; regular la altura, ajustar el reposa pies, ajustar la inclinación del asiento y mover de lugar de la silla.

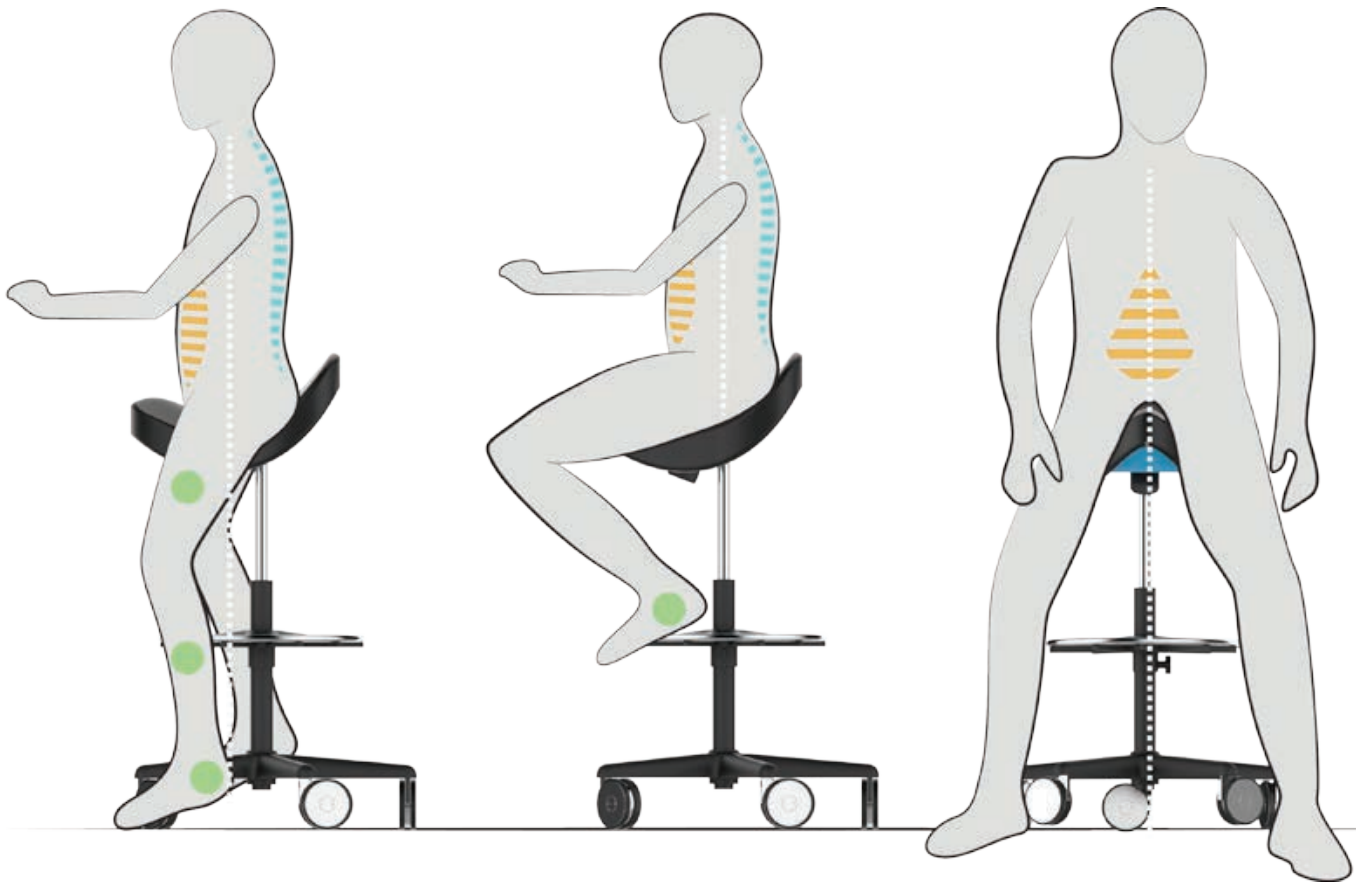
Cada mecanismo existe en otras sillas comerciales, por lo tanto son configuraciones conocidas y universales, que están diseñadas a prueba de cualquier pellizco o accidente.

La silla alta tiene un mecanismo de rodilla donde de cada lado se encuentran dos *accionadores*, del lado derecho se encuentra el *accionador* para subir y bajar la altura y del lado izquierdo el *accionador* para ajustar la inclinación del asiento, haciendo más fácil subir y bajar de la silla y la posibilidad de cambiar de posición.

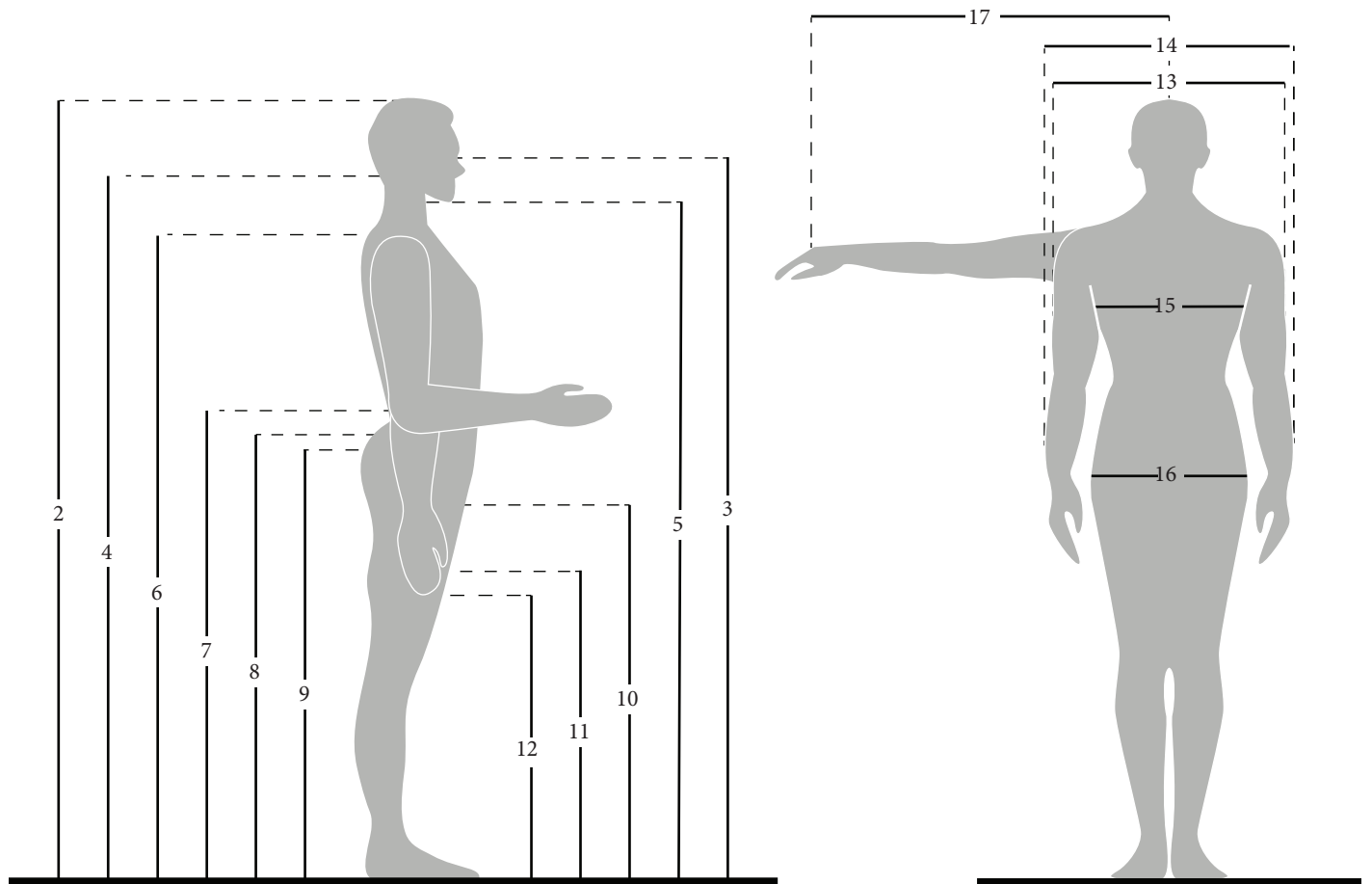
Índice Higiénico

La silla alta cuenta con dos mecanismos por lo tanto se deberá dar mantenimiento en caso de que alguno se atrofie o se desgaste por el uso, las partes de la silla son en su mayoría piezas comerciales lo cual hace fácil reemplazarlas y mantener la silla en perfecto estado.

Las piezas comerciales de la silla son de color negro, lo cual evita que la silla pueda parecer sucia, y gracias a sus acabados es fácil de limpiar.

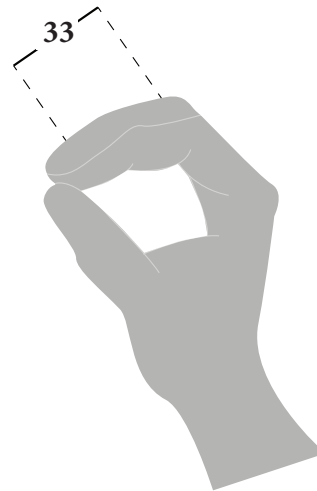
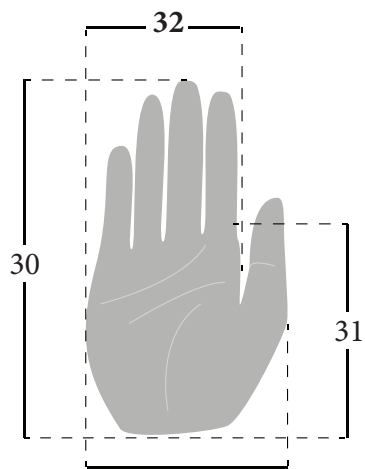
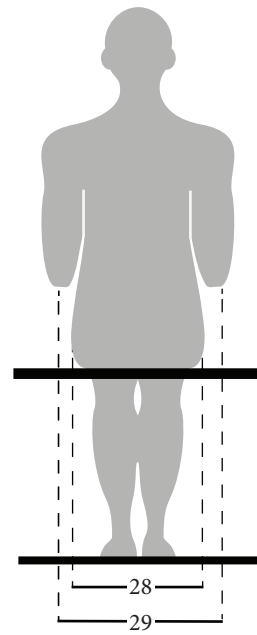
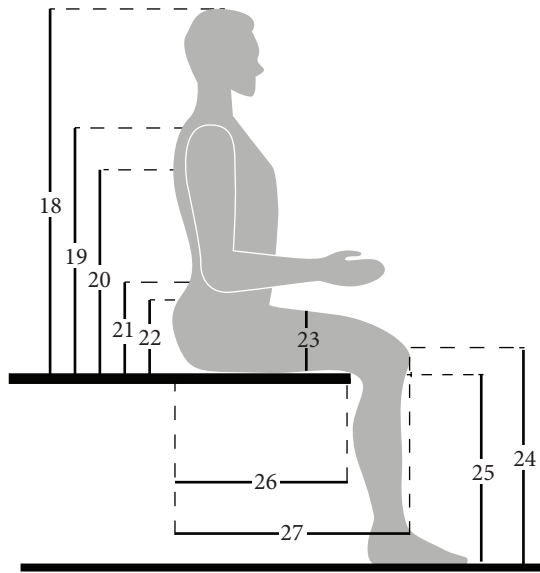


1.5 TABLAS ANTROPOMÉTRICAS



HOMBRE 18 - 65 AÑOS

DIMENSIONES	PERCENTILES		
	5	50	95
1. Peso	55.31	72.1	97.3
2. Estatura	1576	1668	1780
3. Altura de ojos	1447	1546	1651
4. Altura de oído	1439	1534	1635
5. Altura mentón	1337	1440	1544
6. Altura hombro	1281	1377	1477
7. Altura codo	988	1065	1145
8. Altura codo flexionado	906	969	1046
9. Altura trocánter mayor	810	872	940
10. Altura muñeca	757	822	919
11. Altura nudillo	680	740	800
12. Altura dedo medio	584	638	697
12. Diámetro máx. bideltoideo	422	472	544
14. Anchura máx. cuerpo	455	520	596
15. Diámetro transversal tórax	293	338	398
16. Diámetro bitrocantérico	310	341	387
17. Alcance brazo lateral	581	738	818



HOMBRE 18 - 65 AÑOS

DIMENSIONES	PERCENTILES		
	5	50	95
18. Altura normal sentado	825	877	927
19. Altura hombro sentado	535	582	638
20. Altura omóplato	396	443	486
21. Altura codo sentado	201	245	290
22. Altura cresta ilíaca	158	198	223
23. Altura máx. muslo	127	150	178
24. Altura rodilla	473	512	556
25. Altura poplíteo	374	412	453
26. Longitud nalga-rodilla	537	582	640
27. Longitud nalga-políteo	432	475	526
28. Anchura codos	443	529	620
29. Anchura cadera sentado	328	372	423
30. Longitud de mano	158	170	185
31. Longitud palma mano	90	97	105
32. Anchura mano	83	92	103
33. Diámetro empuñadura	39	45	50

Las medidas que se tomaron en cuenta para el diseño de las sillas están remarcadas.

02 FUNCIÓN

En éste capítulo se hablará básicamente de cómo funcionan éstas sillas y los detalles con los que cuenta éste diseño para facilitar su uso.

El aspecto funcional de ésta silla, como se mencionó ya anteriormente, es el segundo más importante de acuerdo a nuestra ponderación.

La función del diseño se deriva de la observación y el análisis de la secuencia de su uso llevada a cabo durante la investigación y prueba de simuladores.

A continuación se describen a detalle cada una de las funciones de las que cada una de las sillas es capaz.

2.1 SILLA BAJA

La función de la silla baja se puede resumir en la libertad de movimiento permitida gracias a la forma de su base.

La base de la silla cuenta con un ángulo de 18° con respecto al suelo, y éste ángulo se encuentra en todos sus 360°.

Éste ángulo sirve para poder inclinar la silla en cualquier dirección que el usuario lo necesite. El usuario controlará dicho movimiento con sus piernas. Éste doblará sus piernas o las estirará dependiendo de en qué posición o inclinación necesite que la silla esté. Si el usuario se llegara a levantar mientras tiene inclinada la silla, el ángulo causará que la silla regrese automáticamente a su posición original.

La silla es ligera y puede ser transportada sin problemas a cualquier lugar en la fábrica. Ésta función se facilita gracias al bajorrelieve con el que cuenta en el respaldo del asiento.

El textil (Vinil Piel), el cromado del metal y todos sus acabados permiten que la silla sea fácil de limpiar.



2.2 SECUENCIA DE USO SILLA BAJA



01

Gracias al bajorrelieve existente en la parte trasera, el usuario puede transportarla fácilmente al lugar que necesite.



02

El usuario se flexiona para colocar la silla exactamente en el lugar en el que la usará.



03

Una vez elegido el lugar, se sienta sobre ella.



04

Ésta altura permite al usuario instalar y modificar todos los elementos del coche que se encuentren por debajo de los 50 cm.



05

Si el usuario así lo necesita, balanceará el asiento para manipular mejor sus herramientas o ver mejor su área de trabajo.

2.3 SILLA ALTA

La función de la silla alta se puede resumir en el movimiento logrado gracias al mecanismo de rodilla instalado debajo del asiento. Éste mecanismo logra resolver todos los factores ergonómicos encontrados durante las pruebas con los simuladores. Su función principal es controlar el **ángulo del asiento**.

Durante la visita a la fábrica se observó que durante las tareas, los operadores tienden a agacharse o a inclinarse hacia atrás para alcanzar sus herramientas de trabajo. El más claro ejemplo de esto se puede observar durante el proceso de soldadura, en donde los usuarios deben alcanzar el brazo punteador por encima de su cabeza. El hecho de que la silla permita el control del ángulo del asiento, facilitará ésta actividad. Esta aseveración fue además confirmada por las pruebas con los simuladores.

Además de esto, el mecanismo de rodilla también sirve para controlar el pistón neumático, por lo que a través de él también se podrá controlar la altura del asiento. Para poder lograr esto, el mecanismo cuenta con dos palancas. La palanca del lado derecho servirá para regular la altura y la del lado izquierdo servirá para controlar el ángulo del asiento.

Se puede modificar la altura de la silla en un rango de 55 cm a 75 cm. Esto permitirá que, sin importar su altura o talla, la silla podrá ser eficazmente usada por cualquier operador en la línea de producción.

Se puede ajustar el grado de libertad con el que se moverá el ángulo del asiento de acuerdo al peso de cada operador. Esto se logra mediante una perilla en la parte inferior del meca-

nismo. Una vez que éste ha sido configurado, no es necesario volver a modificarlo, a menos que la silla vaya a ser utilizada por un operador diferente.

También en las pruebas con simuladores se comprobó que el usuario busca con el paso del tiempo un espacio en dónde descansar sus pies. Además, promueve el concepto de la silla “*Active Sitting*”, ya que al existir un descanso pies, aumenta el rango de posibles posiciones que el usuario puede tomar durante el uso del producto. Por todo esto, se diseñó un reposa pies, el cual también puede ser colocado a la altura más conveniente para cada operador.

Finalmente, la silla cuenta con rodamientos. Estos permiten el traslado de la silla con solo empujarla o jalarla. También permiten que el usuario se traslade sobre ella utilizando el impulso de sus pies. Ya que cada rodamiento gira sobre su propio eje, éstos siempre quedan en posiciones diferentes cada vez que la silla se mueve.

Al igual que en su silla hermana, los acabados permiten que su limpieza se reduzca al uso de un trapo húmedo cada vez que así se requiera.



2.4 SECUENCIA DE USO SILLA ALTA



01

El usuario empuja o jala la silla fácilmente hasta el lugar en donde usará la silla. Ésta tarea es muy sencilla gracias a los rodamientos.



02

El usuario se monta sobre la silla.



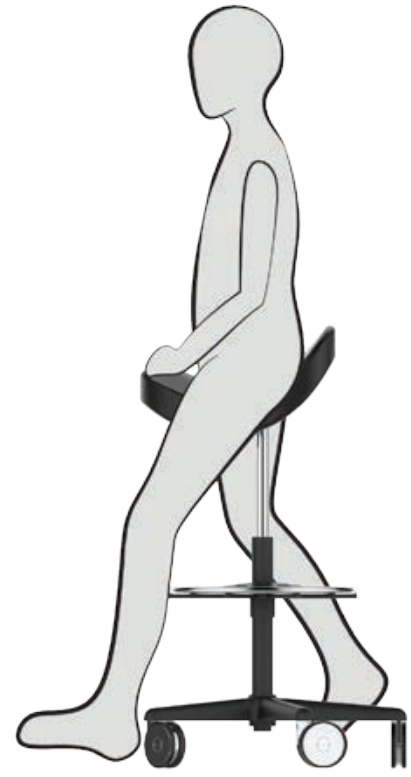
03

Una vez montado, el usuario modifica la altura y el ángulo de la silla hasta que se siente seguro y cómodo para trabajar.



04

De forma intuitiva, el usuario buscará que sus pies toquen el piso. De la misma forma asirá la parte frontal del asiento para sentirse más seguro



05

Si así lo necesita, el usuario puede desplazarse con facilidad a cualquier lugar con el impulso de sus pies.

179

03 PRODUCCIÓN

A continuación se describen los procesos, maquinaria y material para la producción de las sillas, incluyendo las piezas comerciales.

Para poder lograr esto, la primera parte desglosa cada una de las piezas que forma parte del diseño y describe su proceso productivo de manera superficial.

En ésta misma parte, se especifican las piezas comerciales usadas, así como cuáles serán los proveedores y los costos de cada una.

La segunda parte describe detenidamente la producción de cada una de las piezas que fueron diseñadas. Fueron separadas por método productivo. Para poder entender cómo fue ensamblado el asiento, existe un apartado gráfico que lo describe, justo después de haber sido especificadas las piezas del asiento.

La tercera y última parte se trata de una tabla de costos. En ella se reunirán todos los datos de costos, descritos en las partes anteriores. Ésta tabla será de gran utilidad en caso de que se decida invertir en la producción de éste proyecto.

Dentro del proceso de selección de la producción se contempló la posibilidad de subcontratar a otras industrias para la manufactura de productos específicos en textiles y metales: *outsourcing*.





1



2



3



4



5

3.1 PIEZAS DE LA SILLA BAJA

A continuación se describirá brevemente la producción de las piezas por la que está constuida la silla baja.

3.1.1 TEXTIL

La parte textil del asiento se produce por corte y costura. Está compuesto por dos telas diferentes, las cuales también se usan en el catálogo de los interiores de los coches Volkswagen, para mantener la estética de la empresa.

3.1.2 MEMORY FOAM

Ésta pieza es producida por corte router en Memory Foam, la cual es un tipo de espuma de poliuretano. Es por la que se logra la forma específica del asiento y va colocada entre la estructura del asiento y el textil. El Memory Foam también es llamado “espuma viscoelástica” y gracias a éste material, se logran anular los puntos de presión del cuerpo humano sobre la superficie.

3.1.3 ESTRUCTURA DEL ASIENTO

Es la pieza que da estructura al asiento y la conecta con la estructura tubular. Está producida en fibra de vidrio en color azul inspirado en la campaña publicitaria “*Think Blue*” de Volkswagen para mantener la estética de la empresa. La fibra de vidrio fue elegida sobre la inyección, ya que el producto tendrá una baja producción.

3.1.4 ESTRUCTURA

Ésta pieza es simplemente un tramo de tubo de acero al carbón cromado. Se eligió un calibre que resistiera el peso de el rango de todos los trabajadores de la planta en Puebla de Volkswagen. Las medidas y los espesores se especificarán más adelante.

3.1.5 BASE

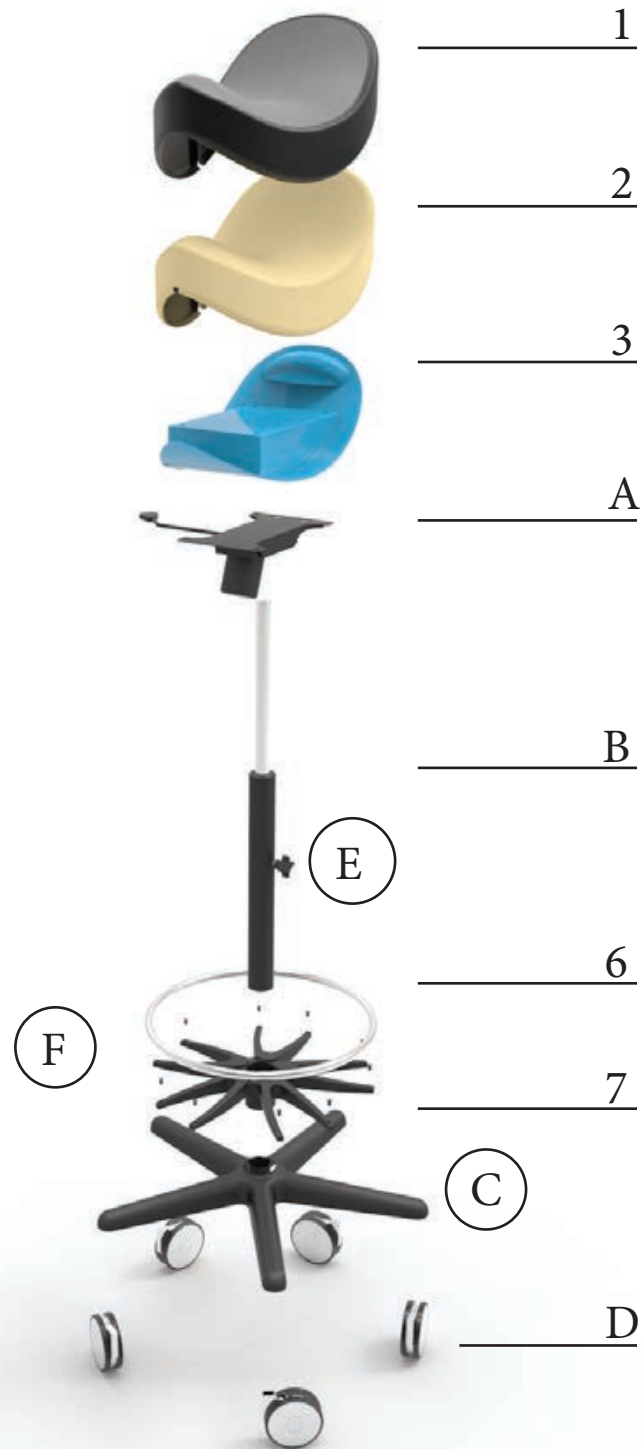
Este elemento se produce por medio de dos procesos productivos diferentes: termoformado y rechazado. La parte superior de éste elemento será termoformada en ABS: plástico caracterizado por su alta resistencia al impacto así como durabilidad. Se escogió éste material ya que a pesar de que éste elemento no recibirá altos impactos de manera continua, sí se encontrará siempre en riesgo de recibir golpes. La parte inferior se producirá en acero al carbón por medio de rechazado, lo cual asegurará su alta durabilidad y resistencia a los golpes y presión, ya que ésta parte sí se estará bajo presión y altos impactos por largos periodos de tiempo.

3.2 PIEZAS DE LA SILLA ALTA

A continuación se describirá brevemente la producción de las piezas por la que está constuida la silla alta.

3.2.6 ARO CROMADO

Ésta pieza es en realidad un tubo de acero al carbón y doblado por máquina hasta formar un círculo de 45 cm de diámetro.



Posteriormente es doblado para hacer un círculo perfecto. Se especifican más adelante las medidas y los espesores del tubo.

3.2.7 ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA PIES

Es una pieza fabricada en fibra de vidrio y posteriormente cromada, que carga a un aro. Las dos estructuras son unidas por remaches colocados desde la parte inferior.

3.3 PIEZAS COMERCIALES

Ambas sillas necesitaron elementos ya existentes en el mercado para poder ser construidas. A continuación, se menciona cada uno de ellos con sus respectivas especificaciones:

3.3.A MECANISMO DE RODILLA

Su nombre comercial es “Mecanismo ejecutivo de rodilla con solera”. Se eligió éste mecanismo sobre el que no tenía solera para poder adaptarlo con tornillos al soporte del asiento. Se comprará el mecanismo en la empresa mexicana “Ergostyle”, una de las empresas líderes en refacciones para sillas de oficina en la Ciudad de México. Cada mecanismo de rodilla tiene un costo de \$710, pero al cotizar más de 10, el precio se reduce a \$670.

3.3.B PISTÓN NEUMÁTICO

Su nombre comercial es “Pistón secretarial cromado para si-

llas de oficina”. Se eligió este modelo para evitar el uso de una cubierta de plástico para el pistón. El cromado de éste, empata perfectamente con la estética de la silla. Se comprará en la empresa mexicana “Dysicom” distribuidora de partes y refacciones para sillas de oficina. Hay diferentes pistones cromados, se eligió el que tenía un rango de extensión de 43.5 a 68 cm, ya que la silla necesita un amplio rango para adaptarse a todos los operadores en la fábrica. (La silla debe tener un rango de extensión total de **55 a 75 cm**). Tiene un costo de \$250 en su venta individual y \$230 en precio de mayoreo (adquisición mayor a 10 piezas).

3.3.C BASE ESTRELLA

Su nombre comercial es “Base Monarca”. Ésta pieza también se comprará en la empresa mexicana “Dysicom” distribuidora de partes y refacciones para sillas de oficina. Éste modelo existe en los tamaños de 22”, 24” y 26”. los cuales fueron probados antes de armar el simulador. El tamaño elegido fue el de 24”, ya que el de 22” no tenía suficiente estabilidad para cumplir con las funciones del prototipo y el de 26” era demasiado estorboso para que el usuario pudiera controlar la silla con sus pies. Ésta base tiene un costo de \$270 en su venta individual y \$250 en precio de mayoreo (adquisición mayor a 10 piezas).

3.3.D RODAMIENTOS

Se escogió el modelo B de la serie de llantas “Daa” (dab) hubless caster de la empresa japonesa Hammer Caster, debido a la gran suavidad y alcoholchonamiento que proveen al usuario.

Ésto es de gran ayuda para las articulaciones de los operadores que usarán la silla. Se escogió el modelo de 50 mm ya que era el que mejor se adaptaba a la base estrella de 24". El material de las llantas (resina de poliuretano) asegura un muy buen agarre al suelo, proporcionando mucha mayor seguridad al usuario.

La mayor razón por la que se escogió éste modelo de rodamiento fue su estética. Su configuración general así como que esté producida en aluminio, la hace ideal para ser integrada a nuestro diseño, debido a que hacen juego con las partes cromadas del producto y con el color elegido para sus piezas. Los rodamientos se importarían de Japón. Cada llanta tiene un costo aproximado de \$250 (el precio variará dependiendo del costo del dólar en el momento en el que se realice la cotización). Con precio de mayoreo, cada llanta costaría un total de \$200. Si se importaran para un total de 20 sillas, costaría cada una en total \$210.

3.3.E PERILLA

Ésta pieza es la que controla la altura de la base para pies de la silla. Su nombre comercial es "Four Arm Vibration Absorbing Knob". Se escogió el modelo de ¼". El hilo cuenta con un parche de nylon que prevee el aflojamiento debido al movimiento y/o vibración. Se comprará en la empresa "La Casa del Tornillo", la cual importa la pieza desde Estados Unidos. La pieza es fabricada por la empresa "McMaster-Carr".

3.3.F TORNILLERÍA

Se necesitan 4 tornillos en total para ensamblar la silla baja. Estos 4 tornillos están colocados dentro de la base de fibra de vidrio. Son colocados para asegurar la base con el tubo antes

de que se unan las dos partes de la fibra de vidrio y formen la forma final de base.

Se trata de 4 tornillos de acero Phillips cabeza plana de cruz de ¼" de ancho y 1" de longitud.

El paquete de 100 piezas cuesta aproximadamente \$170, por lo que el costo total de tornillería para cada silla baja sería de \$7.

Al igual que la silla baja, la silla alta necesita de 4 tornillos para ser ensamblada. En el caso de la silla alta, las pijas unen al mecanismo de rodilla con la base del asiento. Estas van colocadas en los barrenos que ya existen desde fábrica en la solera del mecanismo de rodilla. Entre el mecanismo y la base del asiento, se coloca un trapecio de madera de pino de ½" que tiene 6.41 cm de su lado más corto y 8.21 cm de su lado más largo con una altura de 10.18 cm (se adjunta el plano de ésta pieza en la sección de planos). Ésta pieza existe con el propósito de que el mecanismo y la base del asiento puedan ser mejor fijadas.

Se colocarán 4 pijas Phillips de acero para hoja de metal de ¼" de ancho y 1 ¼" de longitud.

El paquete de 100 piezas cuesta aproximadamente \$200, por lo que el costo total de tornillería para cada silla alta sería de \$8.

La silla alta además necesita de 10 remaches. Éstos unirán el aro con la base de la estructura para pies. Para esto, se escogieron 10 remaches tipo "Pop" (serie #8) de ¼" de ancho y 1" de largo. La caja de 500 remaches tiene un costo de \$300. Si cada silla alta necesita de 10 remaches para ser armada, quiere decir que cada silla tiene un costo de \$6 en remaches.

Toda la tornillería será comprada en "La Casa del Tornillo" que es una Tornillería mexicana proveedora de tornillos, fijaciones, soportes y herramientas.



/83

A) MECANISMO DE RODILLA

www.ergostyle.com
\$670



/84

B) PISTÓN NEUMÁTICO

www.disycom.com.mx
\$230



/85

C) BASE ESTRELLA

www.disycom.com.mx
24"
\$250



/86

D) RODAMIENTOS

www.hammer-caster.co.jp
\$210 c/u



/87

E) PERILLA

www.lacasadel tornillo.com.mx
Phillips // ¼" x 1 ¼"
\$8 por silla



/88

F) PIJA

www.lacasadel tornillo.com.mx
Phillips // ¼" x 1 ¼"
\$8 por silla



/89

E) TORNILLO

www.lacasadel tornillo.com.mx
Phillips // ¼" x 1"
\$7 por silla



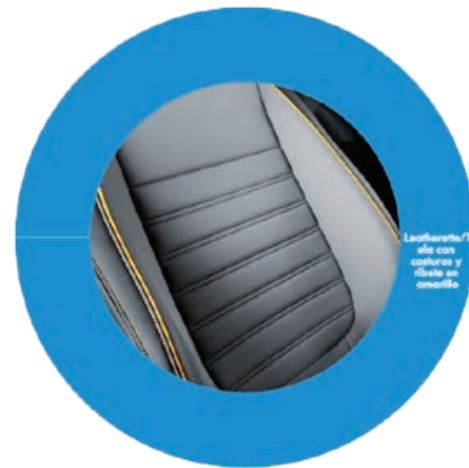
/90

E) REMACHE

www.lacasadel tornillo.com.mx
Pop // ¼" x 1"
\$6 por silla



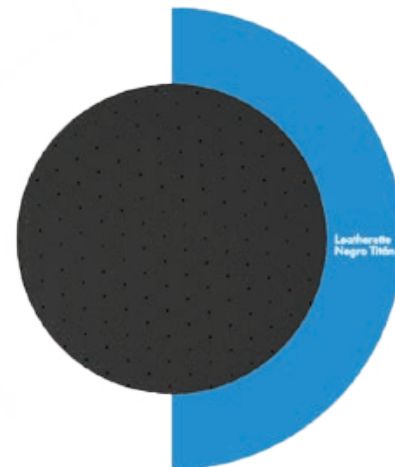
La tela gris es la usada en las vestiduras del modelo Beetle Dune. La tela tiene el nombre de “Leatherette Gris”, y se trata sencillamente de un tipo de Vinil Piel, muy accesible en toda la Ciudad de México, en caso de que se requiera un proveedor diferente al ya anteriormente mencionado.

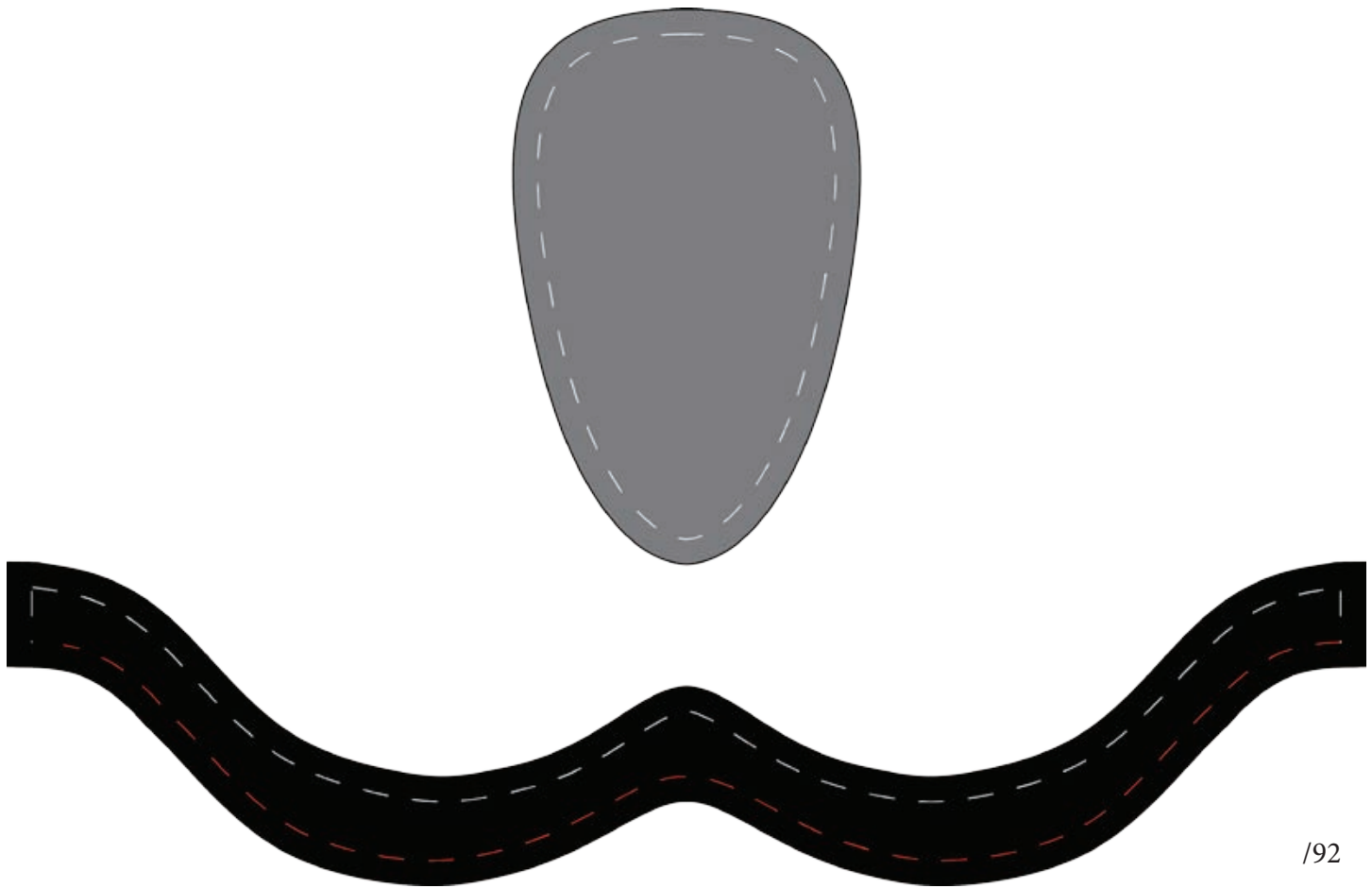


3.4 TEXTIL

El asiento está formado por 3 partes.
 Una de esas partes es la parte textil, que es una funda formada por dos textiles diferentes, los cuales también son usados por Volkswagen.
 La costura se hace con máquinas de coser industriales.
 La tela será adquirida en la empresa mexicana “Artículos de Piel y Vinil Mendoza” ubicada en La Rioja 48, en la Zona Industrial Vallejo de la Ciudad de México.
 Cada rollo tiene un costo de \$3000 y mide 1.52 m x 30 m.
 De cada uno de ellos se pueden obtener 440 piezas grises y 320 piezas negras. Esto quiere decir que cada pieza gris tiene un costo de \$7 y cada pieza negra tiene un costo de \$9. Por lo tanto, toda la parte textil de cada silla tiene un costo aproximado de \$20 (con la mano de obra e hilo ya incluidos en el precio).

La tela negra también usada en el modelo Beetle, pero en su versión clásica. La tela tiene el nombre de “Leatherette Negro Titán”.





/92

Éste esquema muestra el patrón que tiene la parte textil del asiento. Como se puede observar, está formado por dos partes de los diferentes textiles anteriormente mencionados. La línea punteada blanca indica por dónde irá la costura para unir una pieza con la otra y la línea roja indica un último dobladillo para darle un buen acabado a la pieza.



/93

3.5 MEMORY FOAM

Debajo de la pieza formada por textil, se encuentra la parte de espuma.

Ésta será producida en espuma de poliuretano (PUR) modificado en router de control numérico de 6 ejes (CNC).

La máquina específica necesitada es la FC6A 6 axis CNC Foam Cutter, y está diseñada específicamente para cortar y fresar espuma.

Ésta máquina es la mejor opción para producir ésta pieza, ya que cuenta con un cortador de hilo caliente, el cual ayudará a cortar primero la forma general del colchón. Después, ésta pieza pasará a la etapa de fresado, en donde se cortarán los últimos detalles de ésta hasta lograr la forma exacta de dobles curvaturas con la que cuenta.

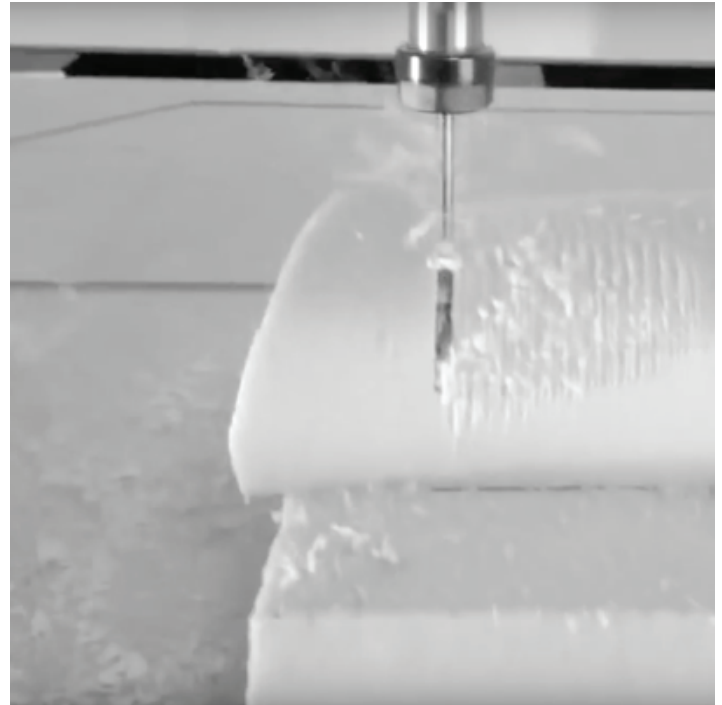
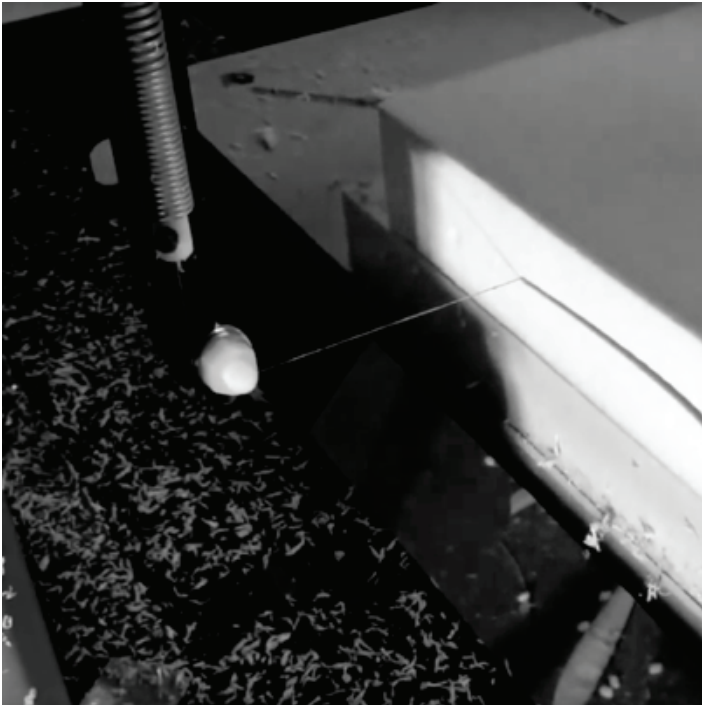
Para poder producir el colchón, se necesita de un cubo de 24 cm x 18 cm x 42 cm.

El Memory Foam será comprado en China, de la empresa “Foamemo”. El proveedor se encargará de cortar y mandar los cubos del tamaño anteriormente mencionado.

El precio del Memory Foam como materia prima por cm^3 es de \$0.002. Cada cubo tiene un total de $15,210 \text{ cm}^3$. Por lo tanto, el precio de cada cubo sería de \$31. Si se agregan los costos de importación, cada cubo tiene un costo total de \$36. Después de ser maquinado, el costo total de la pieza se eleva a \$40. Éste sería por lo tanto, el costo final de cada colchón.

La espuma se escogió de tipo “Memory Foam”, se comporta de manera diferente dependiendo de la temperatura. Cuando está fría, es más dura y cuando está caliente se vuelve más suave. Esta espuma se adapta a la forma del cuerpo, **disipando muy bien la presión**, lo que hace que se emplee para distintas aplicaciones médicas y de descanso. Sobre todo, resaltar el último aspecto es muy importante, ya que la comodidad del usuario es uno de los principales ejes por los que se rige éste diseño.

Esta espuma puede ser producida para ser más suave o más firme. Para poder medir esto se usa una medida llamada IFD (Indentation Force Deflection). Se dice que los productos de alta densidad duran más y se deforman menos, y que además brindan un mejor soporte, pero suelen ser más costosos. El rango de firmeza del memory foam va desde 10 (muy suave) hasta 16 (muy firme). Las almohadas tienden a ser más suaves (11 a 14) que los colchones (12 a 16). En el caso de nuestro asiento, se usará Memory Foam de densidad 12, es decir, que tendría una firmeza muy alta, para que la durabilidad del asiento sea larga, pero no la más alta para poder mantener los costos del producto accesibles. Se escogió además el 12, ya que el IFD aumenta con el espesor del asiento: no es necesario un IFD mayor porque el asiento es muy grueso.



Especificaciones del Material

Descripción: Es muy densa y se adapta a cualquier forma.

Peso: Semiduro - 3.2 lb por pie cúbico

Densidad: 2.8 \pm 15% - 4.0 25% IFD: 32 \pm 4.0 lbs.

Color: Amarillo / Blanco / Rosa

Flamabilidad: Call 117 Pass FAR 25.853 (B) Pass



/95

3.6 ELEMENTOS DE FIBRA DE VIDRIO

Se producirán las estructuras de ambos asientos en fibra de vidrio. Ésta provee el soporte al asiento, y por lo tanto debe ser una pieza rígida. Antes de elegir éste proceso, se consideraron otros, por ejemplo: inyección o troquelado. El proceso de inyección fue descartado ya que el *volumen de producción* será bajo (**20 sillas en total**). En el caso del troquelado pasa algo muy parecido. El molde para producir una pieza troquelada requiere de una producción mínima de 100,000 piezas.

El hecho de que estas piezas sean fabricadas en fibra de vidrio implica que se requerirá de moldes para que puedan ser producidas. Para ello se requiere de dos moldes diferentes, uno para la silla alta y otro para la silla baja, ya que la silla alta requiere espacio para el mecanismo de reclinado y la silla

baja requiere espacio para el tubo de 2" que la sostiene.

Los materiales necesarios para efectuar éste proceso son: molde, cera desmoldante, separador líquido, resina poliéster (PP-70), monómero de estireno y cobalto, fibra de vidrio y pigmento base plastificante RGB (28, 179, 244).

Los materiales se comprarán en la empresa mexicana "Poli-formas Plásticas" empresa especializada en resinas poliéster y fibra de vidrio.

En el caso de éstos elementos, la cotización de precios resultó ser más complicada, por lo cual se omitirá su mención en ésta sección y se profundizará en ella en la tabla de costos de producción al final del capítulo. (Ver pág. 174)

Para poder calcular ésto, se necesitó el volumen de cada una de las piezas, los cuales se mencionan a continuación:

Estructura silla baja: $387 \text{ cm}^3 = 0.387 \text{ l}$

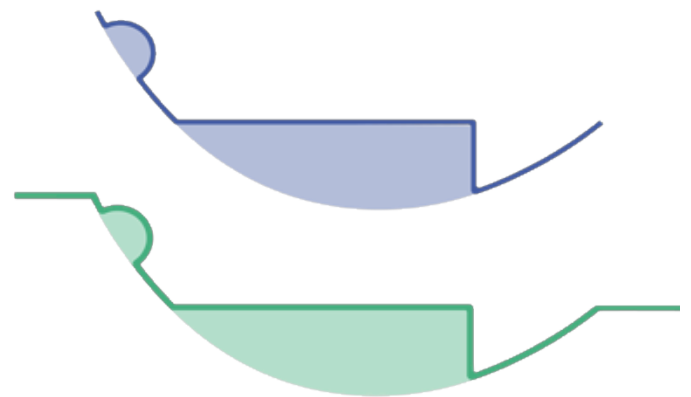
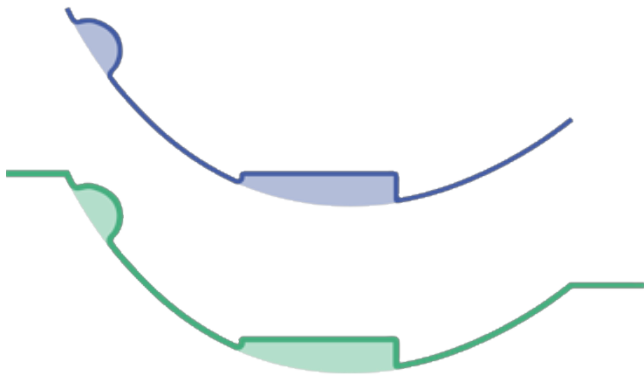
Estructura silla alta: $395 \text{ cm}^3 = 0.395 \text{ l}$

$0.387 \times 20 = 7.74 \text{ l}$

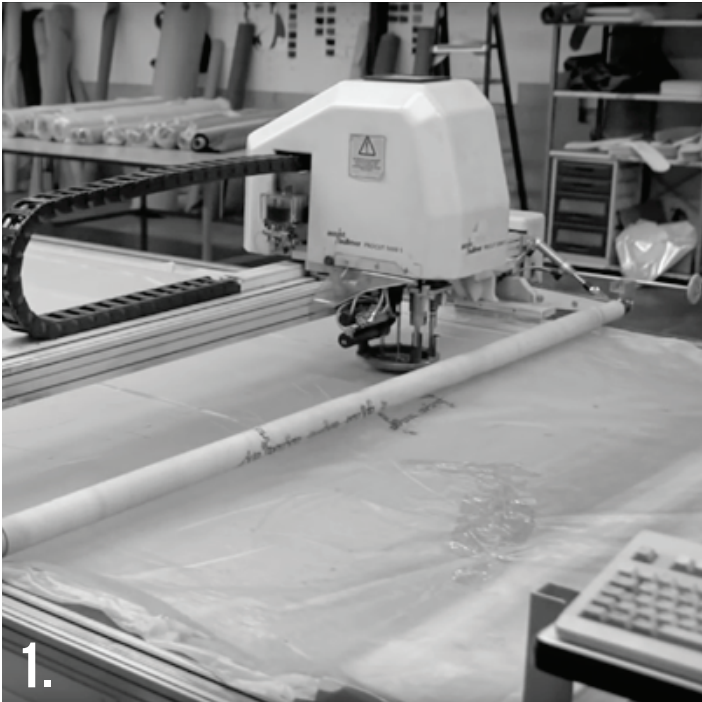
$0.395 \times 20 = 7.9 \text{ l}$

Se producirán en total 20 piezas totales de cada uno, por lo que en total se necesitará de **15.64 l** de resina poliéster.

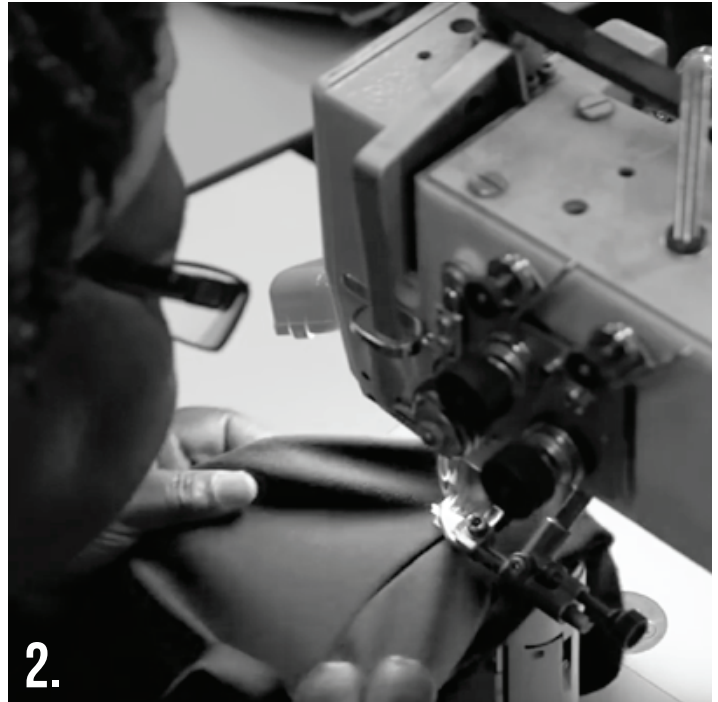
Los botes de resina poliéster vienen en distintas presentaciones, pero se dedició que el más adecuado para será necesario usar un bote de 20 litros para poder cumplir la producción de elementos de fibra de vidrio.



Esquema de los moldes y piezas de la estructura de los asientos.



1.



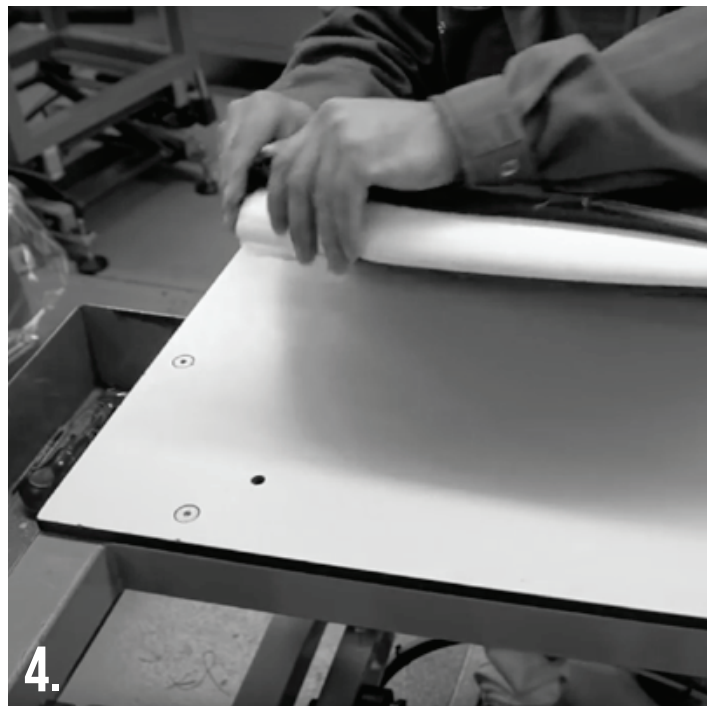
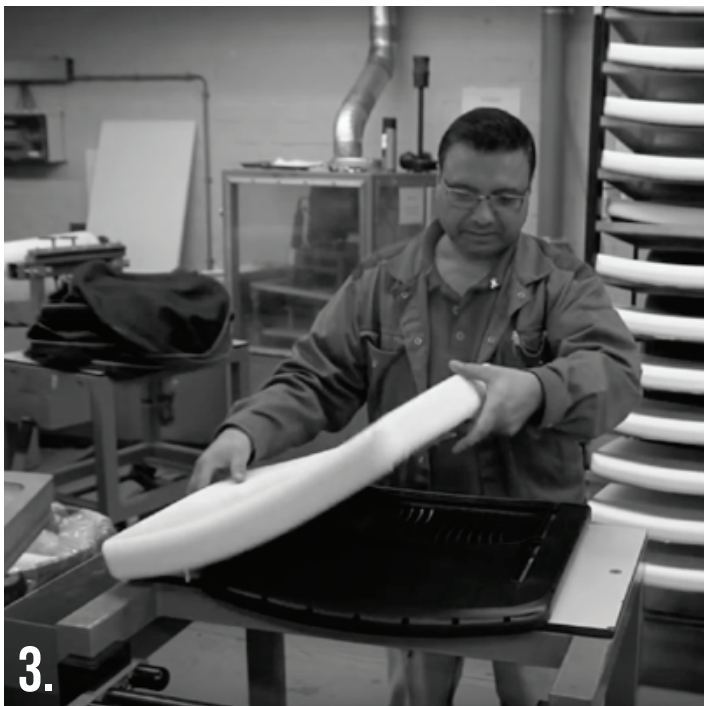
2.



5.



6.



3.7 ARMADO DE ASIENTO

1. Corte de tela.
2. Se cosen las piezas textiles.
3. Se coloca sobre la estructura del asiento.
4. La parte textil se coloca sobre el colchón y la estructura del asiento de manera superficial.
5. Se colocan estos elementos sobre un molde de MDF. Éste molde de MDF es exactamente de la misma forma y tamaño de la estructura.
6. Sobre éstos, se coloca una prensa.
7. Mientras la prensa ejerce presión, el operario coloca la tela sobre todos los elementos. La presión permite que la tela se sujete entre el borde de la espuma y el asiento. Todos los elementos quedan perfectamente asegurados.



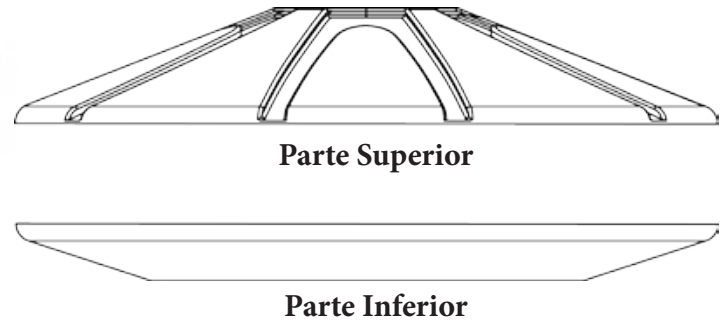
/98

3.8 ELEMENTOS PRODUCIDOS POR TERMOFORMADO

Los elementos que serán producidos por medio de termoformado son: la base de la silla baja y la base para el reposa pies de la silla alta. Antes de tomar ésta decisión, se consideró como primera opción (en el caso de la base para la silla baja) el proceso de rotomoldeo con inserto metálico, pero ya que la producción propuesta es demasiado baja, se debieron buscar procesos que contaran con las mismas características de durabilidad y que además tuvieran un costo razonable de acuerdo con el número de sillas que se producirán. Lo mismo sucedió en el caso del reposa pies, para el cual se consideraron previamente los procesos de inyección y vaciado de metal, y que presentaron exactamente los mismos proble-

mas que el rotomoldeo.

La base para la silla baja fue dividida en dos partes para poder ser producida:



La parte superior es la que será producida por medio de termoformado y la parte inferior será producida por medio de rechazado. (las especificaciones de su producción de encuentran en el siguiente subcapítulo). La base para el reposa pies no presentó mayores dificultades para poder ser producida por medio de termoformado.

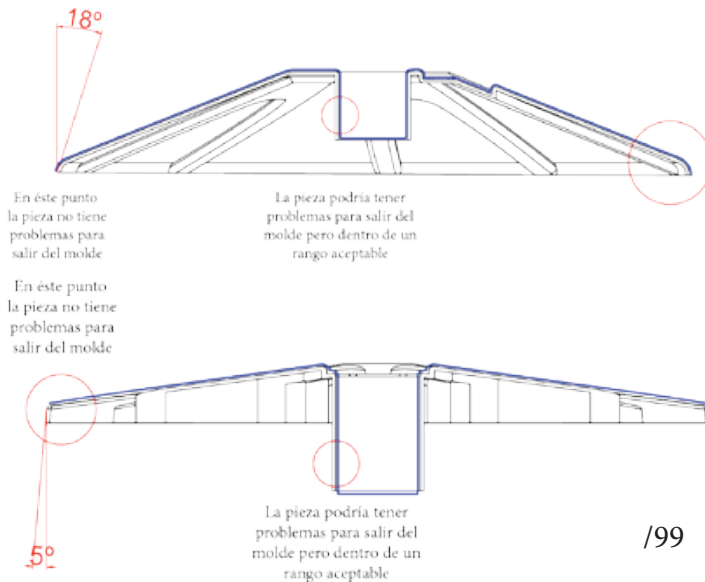
El termoformado es un proceso que consiste en dar forma a una lámina plástica por medio de calor (120 °C a 180 °C) y vacío (600 a 760 mmHg) utilizando un molde o matriz (madera, resina epóxica o aluminio). En el caso de ésta pieza, el molde será producido por router CNC de 3 ejes en MDF, ya que no se necesita que el molde tenga una gran durabilidad, debido a que se producirán solamente 20 piezas.

Un exceso de temperatura puede "fundir" la lámina y la falta de calor o una mala calidad de vacío incurrirá en una pieza defectuosa y sin detalles definidos. A diferencia de otros procesos como la inyección, el soplado y el rotomoldeo, el termoformado parte de una lámina rígida de espesor unifor-

me realizada por el proceso de extrusión, y permite realizar pequeñas producciones por su bajo costo en matricería llegando a ser rentable en altas producciones también.¹⁰ Ésta ventaja fue la principal razón por la que se eligió éste proceso, sobre el rotomoldeo o la inyección.

Una restricción característica de este proceso es que la pieza a termoformar debe ser fácilmente "desmoldable" esto significa que la matriz debe ser más ancha en la base y más angosta en la parte superior. Esto comúnmente se denomina ángulo de desmolde o de salida y generalmente es de 5 grados como mínimo.¹¹

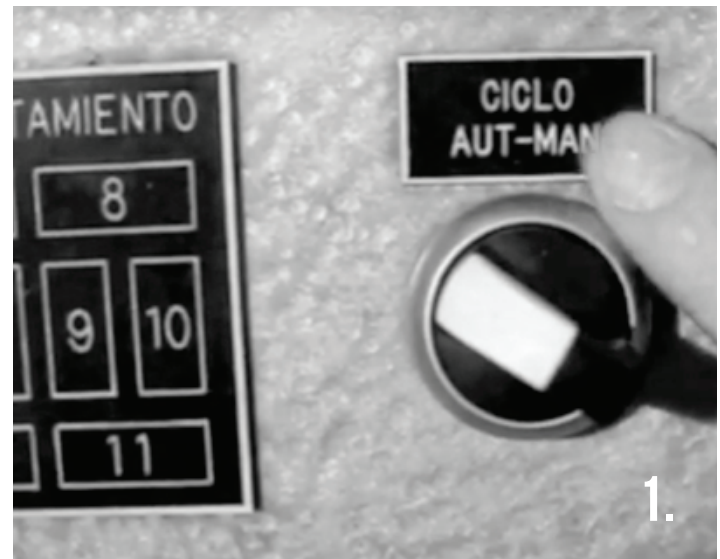
En los siguientes cortes se pueden apreciar los ángulos de salida de ambas piezas. Ninguna presenta dificultades graves de desmoldeo.



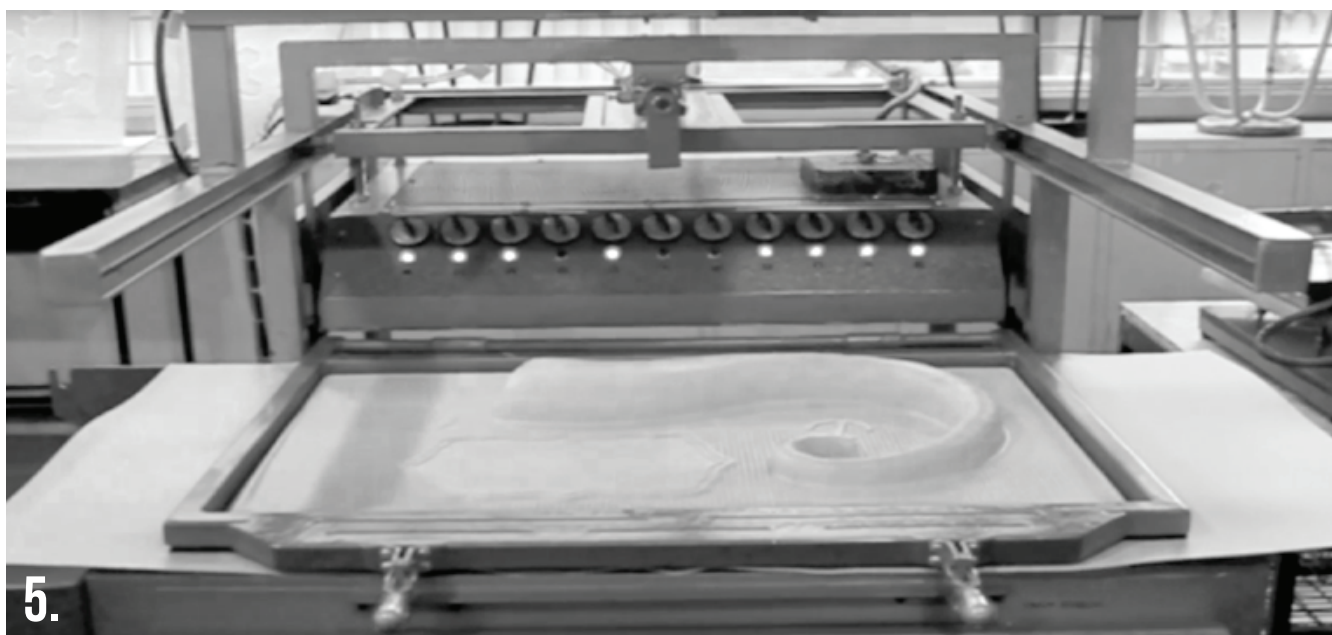
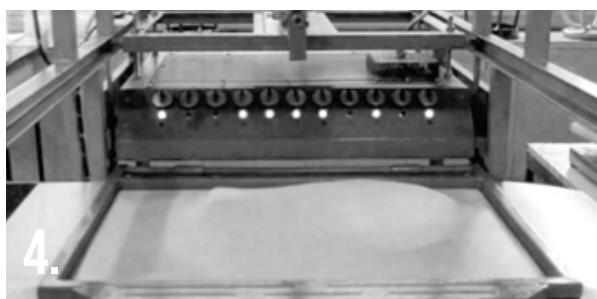
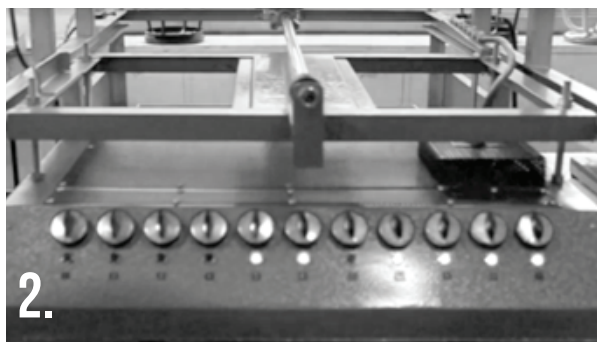
10 <https://es.wikipedia.org/wiki/Termoconformado>

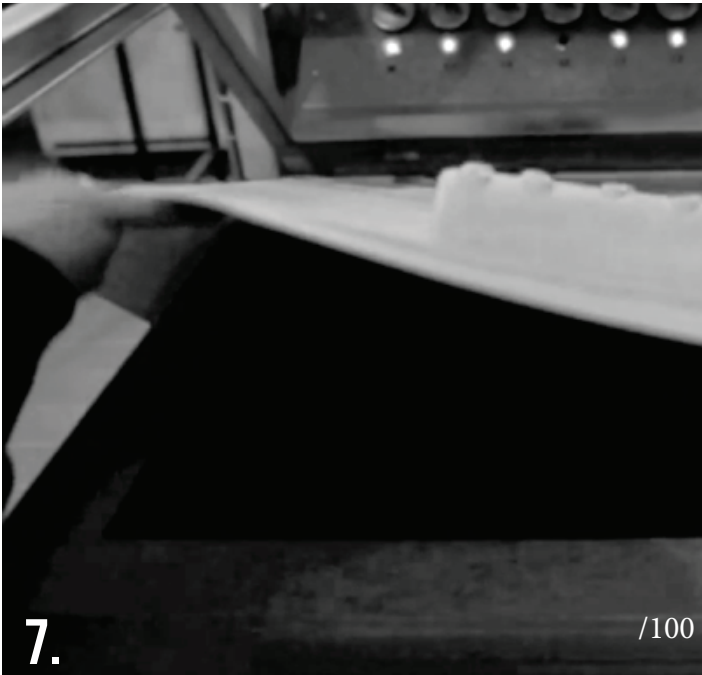
11 <http://www.imocol.com/novedades/el-trabajo-con-fibra-de-vidrio-2>

En los siguientes esquemas se puede observar el proceso de producción de ésta pieza.



1. Calibración de la máquina.
2. Se coloca la lámina sobre la plancha de la termoformadora
3. Se calienta de manera uniforme gracias a las resistencias en la máquina termoformadora.
4. Una vez que la lámina fue calentada (regularmente es cuando la lámina cuelga de manera uniforme) la parte que sostiene al molde sube hacia la lámina calentada. (o baja, dependiendo de la máquina que se esté usando)
5. Se acciona el aire de succión al vacío. Si la lámina adquiere la forma del molde, el proceso termina y se continua al siguiente paso. En caso contrario se deben repetir las operaciones desde el punto 3.
6. Se desmolda.
7. A partir de ésta preforma, se realizan diferentes operaciones para habilitar la pieza como son el cortado y el lijado, hasta llegar a la forma diseñada.





Ambas piezas serán producidas en ABS. El ABS es un plástico caracterizado por ser muy resistente al impacto, tener una buena resistencia al calor, mantener su forma y color originales a pesar de cambios de temperaturas y humedad, resistir bien los agentes químicos y ser ligero. Todas estas características lo hacen una muy buena opción como material para producir las piezas, ya que ambas se someterán a uniones mecánicas ya que todas las piezas producidas con ABS pueden ser unidas con tornillos, tuercas, remaches y uniones de aleaciones de acero.

La temperatura de termoformado tiene un rango de 148.88 a 176.66 °C. Para mejores resultados la temperatura del molde debe estar entre los 65.55 y 190 °C. En algunos casos es necesario secar la hoja antes de termoformar.

Las láminas ABS también cuentan con la medida estándar

de 1.22 x 2.44. Para ambas piezas, se usará la lámina en color negro (normalmente las láminas se pueden encontrar en colores blanco o negro) y de calibre 1/8" o 3 mm aproximadamente. La plancha de la termoformadora que se usará es de 90 x 60 cm, por lo tanto, de una lámina de ABS se pueden obtener 4 láminas para termoformar (y lógicamente también 4 piezas), por lo que se necesitará un total de 10 láminas. Cada una de estas láminas tiene un costo de **\$1625.40**, (según lo cotizado en la empresa Avance, ubicada en Av. Presidente Juárez No.93B, Col. Puente de Vigas en Tlalnepantla, Estado de México) por lo que cada lámina habilitada al tamaño para termoformar tiene un costo aproximado de **\$406.35**.

Las piezas serán producidas en la empresa "Tecnología en Lámina Plástica" ubicada en Calle del Río 2, Col. Fracc. Industrial Alce Blanco en Naucalpan, Edo. de México.

De acuerdo a lo cotizado con esta empresa, el costo del molde para termoformado en MDF para la base de la silla baja es de **\$3,266** y para la base del reposa pies es de **\$2,750**. Cada una de las bajadas sin material incluido es de **\$190**. Si aumentamos a esta cantidad el costo del ABS, el costo de todas las piezas sería de **\$596.35**.

El costo total de cada pieza, con el porcentaje del precio del molde ya incluido es de **\$759.65** en el caso de la base para la silla baja y de **\$733.85** en el caso de la base para el reposa pies.



3.9 ELEMENTOS PRODUCIDOS POR RECHAZADO

La parte inferior de la base para la silla baja se producirá por medio de rechazado. El rechazado de metal es la operación de formado de metal presionándolo contra una forma mientras gira. La naturaleza del proceso limita la producción a artículos simétricos o de sección transversal circular. Este tipo de trabajo se hace sobre un torno rápido, el cual es semejante al torno ordinario para madera excepto que, en lugar de cabeza móvil común, está provisto de algunos medios de sujeción de la pieza contra la forma. Particularmente todas las piezas se forman con la ayuda de una herramienta manual, llamada "orma" que presiona al metal contra la forma.¹²

Se escogió éste método productivo ya que el herramental requerido para el proceso de rechazado cuesta mucho menos que un troquel para embutidos profundos debido a la sim-

plicidad del molde. Los moldes pueden ser maquinados en acero para herramientas o madera. Debido al diseño del herramental, este tiene un tiempo de fabricación menor a un troquel y por lo tanto se pueden estar produciendo piezas más rápido. Otra ventaja es que el diseño de prototipos se puede realizar a un bajo costo al igual que cambios a los moldes, si es que estos pueden ser reutilizados.¹³

Para poder producir ésta parte se usará una preforma circular de lámina de acero al carbón calibre 18. La preforma de ésta pieza es un círculo de 60 cm de diámetro.

El costo de la lámina es de aproximadamente de \$350. El tamaño estándar de la lámina es de 1.22 x 2.44 m, por lo que de una lámina se pueden obtener 7 preformas en total. Cada preforma tendría entonces un costo de material de \$50.

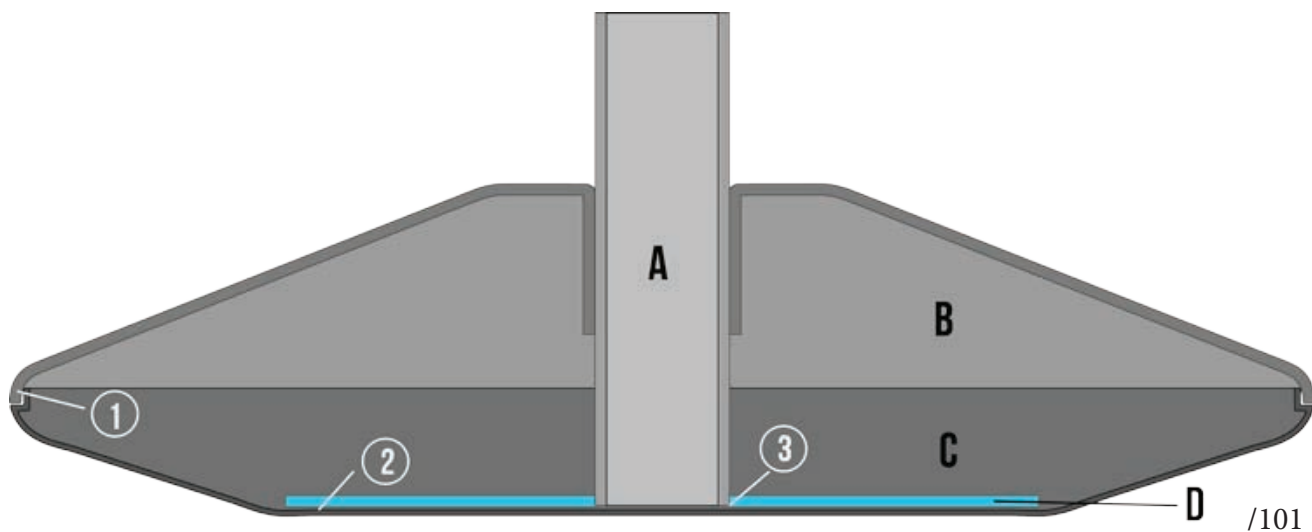
Ésta pieza se producirá en "Taller de Rechazado El Cid" ubicado en Castilla No. 412-A, Col. Niños Héroes en la Ciudad de México. Según lo cotizado en ésta empresa, el costo de rechazado por pieza es de \$70. Si a esto se le aumenta el costo del material, la pieza total tendría un costo de \$120.

Para poder rechazar se tuvo que realizar una inversión inicial para poder producir el molde. Éste también fue producido en "Tecnología en Lámina Plástica" ubicada en Calle del Río 2, Col. Fracc. Industrial Alce Blanco en Naucalpan, Edo. de México. por el mismo método y en el mismo material que los moldes para termoformar. El molde tuvo un costo de **\$1578**.

Si sumamos el costo de material más el porcentaje del costo de molde por pieza, obtenemos que ésta pieza tiene un costo total de **\$198.9**.

12 <http://www.cedinor.com.mx/repulsado.html>

13 <https://sites.google.com/site/rechazadoyembutidodemetales/>



3.10 ENSAMBLE FINAL DE LA BASE PARA SILLA BAJA

Una vez que se obtienen las dos partes, se necesitan unir para poder dar por terminada la base para la silla baja.

Éstas dos piezas serán adheridas con pegamento estructural. Hoy en día uno de los mejores adhesivos para metales que se encuentra en el mercado es el MP 55420 del fabricante ASI. La fuerza de tensión que desarrolla sobre superficies de aceros inoxidable de la serie 400 (ferríticos) y la serie 300 (austeníticos, aceros no magnéticos) alcanza el orden de las 3,500 psi (290 Kp/cm²). También es posible unir metales con plásticos sin ningún problema.

En el corte podemos observar todas las partes por las que ésta compuesta la base de la silla baja; las partes se encuentran en orden alfabético y las uniones están numeradas.

Éstas se describen a continuación:

A) Tubo Estructural A

Es el tubo que también se acopla a la base del asiento. Provee de

estructura a la pieza. Éste tubo se solda con la placa interior (3). Ésto es lo primero que se debe hacer.

B) Parte superior (termoformado)

Después de que la estructura interior (A+D) se encuentra completamente armada y soldada a la pieza C, se adhiere con pegamento estructural a la parte C. (1)

C) Parte inferior (rechazado)

Se suelda a la estructura interior formada por las piezas (A+D). Posteriormente se adhiere a la parte B con pegamento estructural.

D) Placa interior 1/8"

Ésta pieza provee de peso a la base para que pueda cumplir con su función principal: balancearse con facilidad.

Ésta pieza es soldada tanto a la pieza C (2) como a la pieza A (3).

Posteriormente, la pieza se somete a un proceso de inmersión para lograr adhesivar caucho al metal y obtener que la pieza tenga una alta resistencia al desgaste.



/102

3.11 ELEMENTOS TUBULARES

En las dos sillas existen dos elementos producidos en tubo de acero al carbón.

El primero es la estructura principal de la silla baja. Éste elemento requiere de un sólo proceso para ser producida: corte. Se trata de un tubo de 2" de ancho, cédula 40 (3.9 mm de espesor) y 32 cm de largo.

El otro elemento tubular es la estructura de soporte para pies. El elemento se puede describir en términos generales como un aro cromado que sostiene a la estructura troquelada. Juntas, forman la estructura de soporte para pies.

Se trata de un tubo de ½", soldado en sus extremos. El perímetro de dicho círculo es de 119.66 cm, que es por lo tanto, la medida de tubular que se necesitará para formarlo. Se cortará el tramo de 120 cm, para facilitar su cortado.

El precio del tubo de 2" es de \$1200 y cada tubo cuenta con 6 m de largo. Esto quiere decir que de cada tubo se podrán

obtener 18 tramos con un desperdicio de material de 14 cm por tubo (96% de aprovechamiento de material). Por lo tanto, cada tramo de tubo tiene un costo de \$67.

El precio de un tubo de ½" es de \$58. Si consideramos que éste también cuenta con un largo de 6m, de él se pueden obtener en total 5 aros (recordemos que su perímetro es de 120 cm). Por consiguiente, cada tramo de tubo tiene un costo de \$11.6.

El tubo de ½" requiere de más procesos antes de estar listo. El siguiente proceso en lista es el barrenado. Se barrenará el tubo con una broca de ¼" en todos los puntos en donde será unido por un remache a la parte troquelada. Posteriormente se someterá a un proceso de doblado hasta que tome la forma de un círculo. En la siguiente página se ilustra éste proceso para su mejor apreciación.

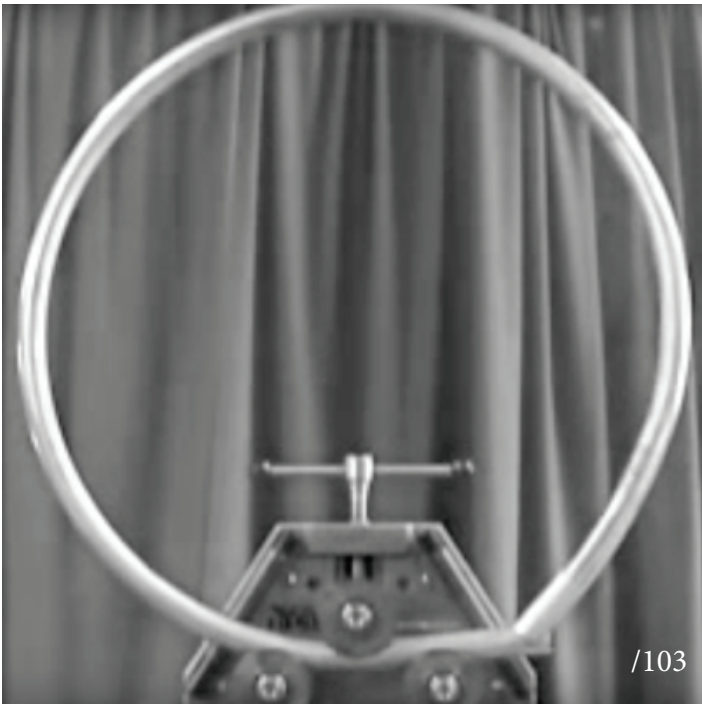
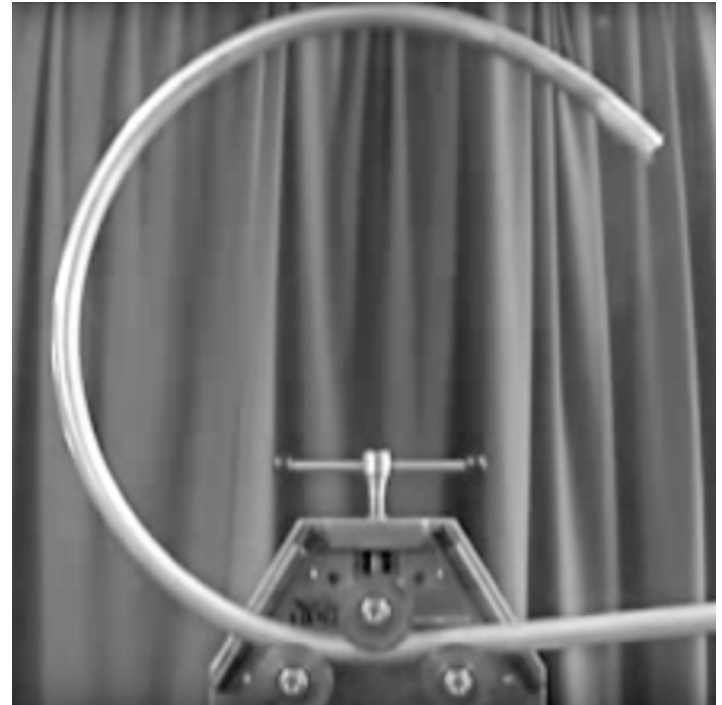
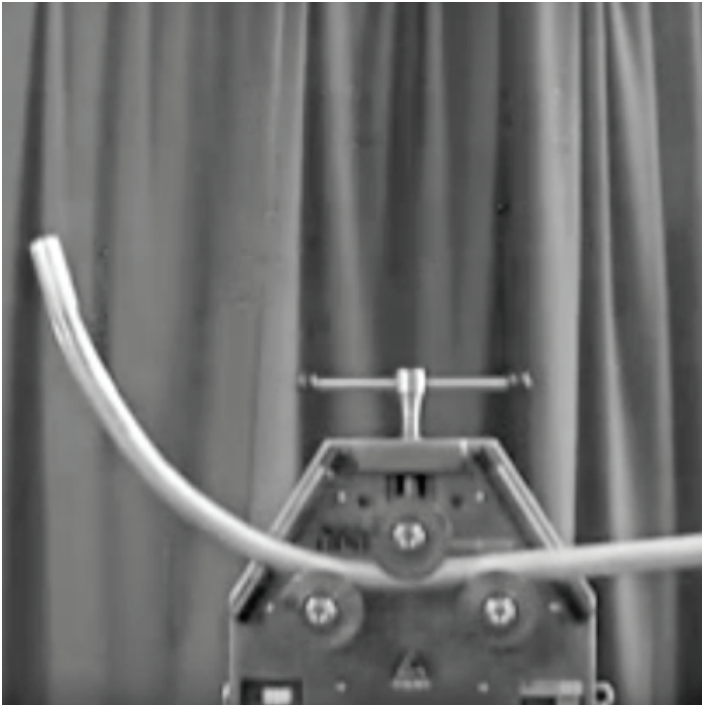
Finalmente, los dos elementos tubulares se someten a un proceso de cromado.

El cromado es la técnica de depositar mediante galvanoplastia una fina capa de cromo sobre un objeto de otro metal o de plástico. Será de gran utilidad para nuestro diseño, ya que el cromado además de ser decorativo, le proporciona a la pieza resistencia frente a la corrosión, facilita la limpieza e incrementa su dureza superficial.

Como todo proceso, el cromado es barato en producciones altas, pero para el *volumen de producción* que se tendrá, el costo es de +\$150 por tubo e 2" y de +\$200 por el aro.

Se cromará en la empresa "Cromadora México" ubicada en Eje Central Lázaro Cárdenas 1105 en la Colonia Portales Sur de la Ciudad de México.

Una vez aumentando el costo del cromado, el costo total del tubo de 2" es de **\$217** y el del aro de ½" para el descansa pies es de **\$241.60**



/103

Especificaciones de la máquina Eagle CP30-PR Roll Bending Machine

- Mild Steel Capacity (inches): 2-3/8 (x .062)
- Nominal PIPE Capacity: 1-1/2" (hasta cédula 40)
- Square Mild Steel Capacity (inches): 1-1/2 (x .120)
- Solid Bar Mild Steel Capacity (inches): 1-1/4
- C Channel Mild Steel Capacity (inches): 2 x 1
 - Minimum OD (inches): 3/4
- Max Bending Speed: 12 feet per minute, 12/24 optional
 - Driven Rolls: 2
- Bending Style: roll bending
 - Size: 30mm shafts
 - Max Degree of Bend: 360
- Control Method: foot pedal controls
- Repeatability Control: LED readout
 - Bending Roll Adjustment: manual
 - Maximum OD (inches): 2-3/8
 - Weight (pounds): 558
- Dimensions (LxWxH): 36 x 29 x 42



3.12 COSTOS DE PRODUCCIÓN

ELEMENTOS DE FIBRA DE VIDRIO

	%MOLDE	% CERA	% SEPARADOR	% RESINA	% MONÓMERO	% FIBRA	% PIGMENTO	% MANO DE OBRA	TOTAL
	\$75	\$2	\$1.5	\$34	\$6.8	\$14	\$7	\$150	\$290.3
	\$50	\$2	\$1.5	\$36	\$7.1	\$19	\$7	\$100	\$222.6

PIEZAS TOTALES:

40

PRECIOS GENERALES MATERIALES

CANTIDAD	UNIDAD	CONT.	PRODUCTO	SUBTOTAL	TOTAL
(1)	Lata	250 gr.	Cera desmoldante	\$200	\$200
(1)	Spray	300 ml.	Separador líquido	\$150	\$150
(3)	Bote	20 l	Resina poliéster	\$1218	\$3654
(1)	Lata	4 l	Monómero	\$694	\$694
* (34)	Kg.	1 Kg.	Fibra de vidrio	\$55	\$1848
(1)	Bote	300 gr.	Pigmento	\$500	\$500

PRECIOS MOLDES


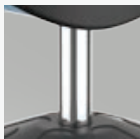

PARTE	PRECIO
Est. Asiento Silla Alta	\$1500
Est. Asiento Silla Baja	\$1000
Parte Superior Base	\$800
Parte Inferior Base	\$750
Estructura para pies	\$900

*Peso aproximado de un rollo (.96x40m)

3.13 COSTOS DE PRODUCCIÓN

SILLA BAJA



	PIEZA	MATERIAL	SUBTOTAL
	Textil	Leatherette Negro/Gris	\$20
	Colchón	Memory Foam	\$40
	Estructura	Fibra de vidrio	\$222.6
	Tubo	Tubo 2" C. 40 crom.	\$217
	Parte superior	Termoformado	\$759.65
	Parte inferior	Rechazado	\$198.9
	Extras	Tornillería	\$7

+\$180




**COSTO DE
ENSAMBLE**

\$1,645.15

TOTAL

3.11 COSTOS DE PRODUCCIÓN SILLA ALTA



	PIEZA	MATERIAL	SUBTOTAL
	Textil	Leatherette Negro/Gris	\$20
	Colchón	Memory Foam	\$40
	Estructura	Fibra de vidrio	\$290.3
	Mecanismo	Pieza Comercial	\$670
	Extras	Tornillería	\$8
	Pistón	Pieza Comercial	\$230
	Estructura pies	Termoformado	\$733.85
	Aro	Acero al carbón	\$241.60
	Extras	Tornillería	\$6
	Base Estrella	Pieza Comercial	\$250
	Rodamientos	Pieza Comercial	\$1050

//Se debe recordar que éstas tablas aplican para el volumen de producción estimado de 20 piezas totales de cada silla.

+\$150

COSTO DE ENSAMBLE

\$3,689.75

TOTAL

3.12 COSTOS DE PRODUCCIÓN CALCULOS FINALES

De acuerdo con los cálculos, si se quisiera producir el lote de 20 sillas, se necesitaría una primera inversión de :

$$(1,645.15 \times 20) + (3689.75 \times 20) = 32,903 + 73,795$$

\$106,698

Para poder obtener una ganancia del 40%, los costos de producción deben ser cobrados en:

\$149,377.2

Calculamos además las horas de trabajo basándonos en el salario promedio en México de un diseñador industrial. Se estableció entonces un salario de \$8000 al mes por diseñadora, los cuales se dividieron entre 20 días (5 días a la semana) y a su vez esa cantidad entre 8 horas diarias.

Sueldo promedio mensual	\$8000
Sueldo por día	\$400
Sueldo por hora	\$50

A esta cantidad se le sumó el 20% de gastos indirectos (renta, luz, equipo de trabajo, internet) y el 30% de utilidades al costo por hora.

Sueldo por hora	\$50
20% gastos indirectos	\$10
30% utilidades	\$15
Costo total por hora	\$75



Para conocer el total de horas trabajadas en el proyecto se establecieron los siguientes rangos:

Jornada de 5 horas diarias, 40 horas a la semana (160 horas al mes) por 6 meses que duró el proyecto en total :

960 horas trabajadas

Si el costo total de hora se estableció en \$75, el sueldo de cada diseñadora sería de:

\$72,000

Al ser un equipo de dos personas, el costo del proyecto ejecutivo total sería de:

\$144,000

Para poder obtener el costo total del proyecto, se sumarán los costos de producción, el costo del proyecto ejecutivo y los costos de prototipaje (basado en lo que se gastó realmente al fabricar los simuladores de éste proyecto).

Costo de producción	\$149,377.2
Costo de proyecto ejecutivo	\$144,000
Costo de prototipaje	\$7,600

Costo total del proyecto \$300,977

**Los gastos de distribución no están incluidos en éste cálculo. Costos válidos y calculados al 1° de septiembre de 2016.*

04 ESTÉTICA

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La estética de los objetos se estableció después de analizar los valores que se deseaban expresar según el Moodboard de Objetos (*Ver págs. 180-181*). Los materiales y colores se determinaron de acuerdo al Moodboard de Jetta 2016 (*Ver págs. 178-179*).

La configuración también se determinó según el análisis del usuario, el uso del objeto y la disponibilidad de los materiales así como su durabilidad.

Simetría y Familia

Las sillas fueron configuradas para pertenecer a una familia de mobiliario auxiliar para la planta por lo tanto debían corresponder en color y formas.

La silla alta se determinó como necesaria para el área de *punteadoras* y la silla baja para las tareas que se realizan en cuclillas. La silla alta utiliza piezas comerciales, en la base y el mecanismo de rodilla y en el caso de la silla baja se configuró la base para la inclinación superior correspondiera con la silla alta.

Ambas sillas son simétricas y están compuestas por el mismo asiento, que se compone de líneas convexas en la parte superior, ambas cuentan con un elemento central que las estructura.



/104

4.2 MOODBOARDS

Como referencia para la configuración estética del objeto tomamos el modelo **Jetta 2016**, por sus rasgos estéticos y la representación de los valores Volkswagen, de acuerdo a esto se describieron los valores que se observaron en el Jetta 2016 y se asociaron para ser representados en el objeto; de acuerdo a esto se establecieron las siguientes relaciones:

Jetta 2016	Objeto
Innovador	Vanguardista
Seguro	Práctico / Confiable
Alta Calidad	Durable

Vanguardista porque el diseño del nuevo Jetta usa curvas continuas alargadas que lo hacen moderno pero también un clásico, al igual que cada uno de sus elementos como el diseño de sus faros de halógeno y rines de aluminio.

Práctico porque así representa la innovación que usa Volkswagen en sus procesos al hacerlos más eficientes y automáticos. También porque el Jetta 2016 considera un tablero con controles en el volante y en la parte de central del tablero con una pantalla táctil que lo hacen accesible y controla diferentes funciones y dispositivos.

Confiable porque se debe percibir seguro para su uso, todos los autos deben pasar normas de seguridad para los pasajeros y Volkswagen se preocupa por eso y siempre hace hincapié en sus sistemas novedosos de seguridad, también se caracteriza por el confort de los interiores al manejar, y sus textiles que combinan diferentes texturas.

Alta Calidad es una característica de Volkswagen, sus procesos y garantías hacen que el producto final sea perfecto para el comprador, en el caso de los objetos deberán representar la alta calidad por sus acabados y materiales los cuales también deberán ser durables porque el objeto deberá funcionar tres turnos seis días a la semana, por lo tanto deberá ser fácil de dar mantenimiento y resistente al entorno y al uso. Sus acabados o su apariencia deberá identificarse con la marca y/o los procesos que utiliza la marca.

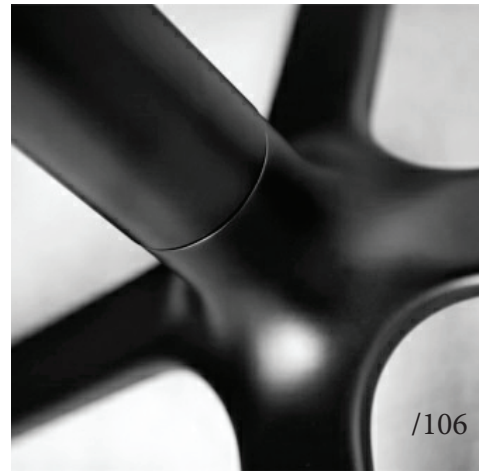


Después de reconocer los valores estéticos en los elementos del Jetta 2016, se hizo un segundo moodboard de detalles de objetos que se relacionaran con los valores identificados:

Vanguardista

Práctico / Confiable

Durable



4.3 ASIENTO

Líneas

La silla baja al igual que la alta tienen el mismo asiento, el cual fue configurado por los resultados encontrados en las pruebas (Ver Segunda Etapa, capítulo "Pruebas").

Las líneas del asiento van de un plano a otro, por lo tanto expresan dinamismo y movimiento.

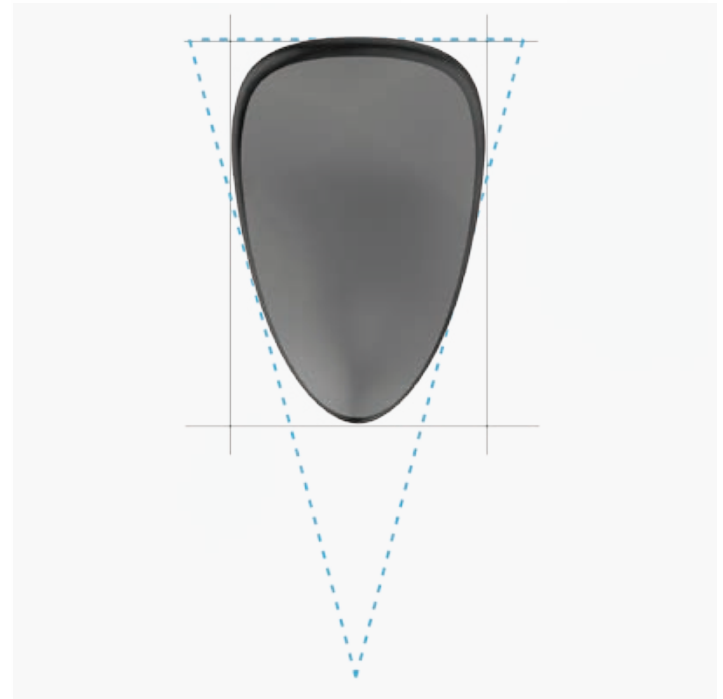
El asiento tiene dos texturas que acentúan los planos y lo relacionan con la tapicería de un auto, en la parte derecha superior tiene una etiqueta con las iniciales de la marca, para remarcar la calidad y pertenencia de Volkswagen.

La estructura del asiento siguió la forma del asiento, y la función para la silla alta o la baja según el caso.



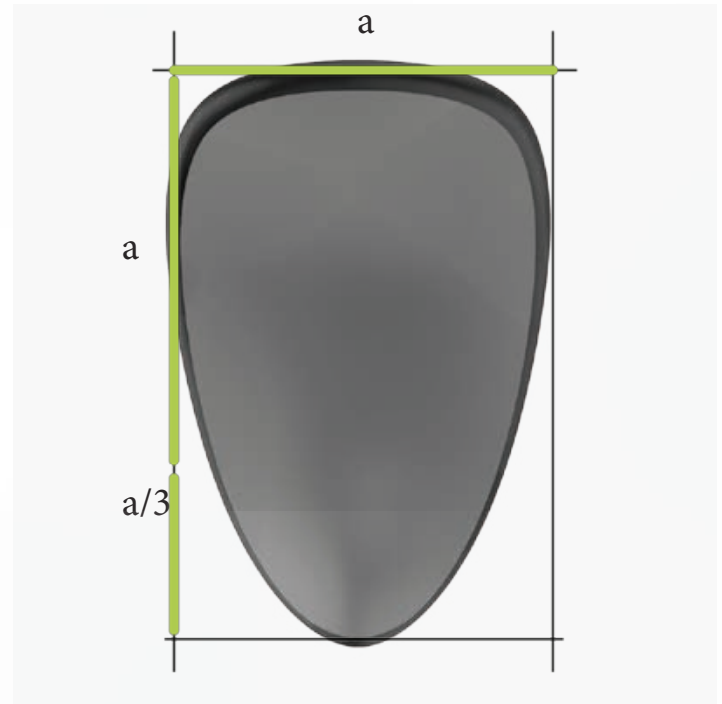
Volumetría

En la vista superior el asiento está configurado por una envolvente principal en forma de triángulo isósceles.



Proporción

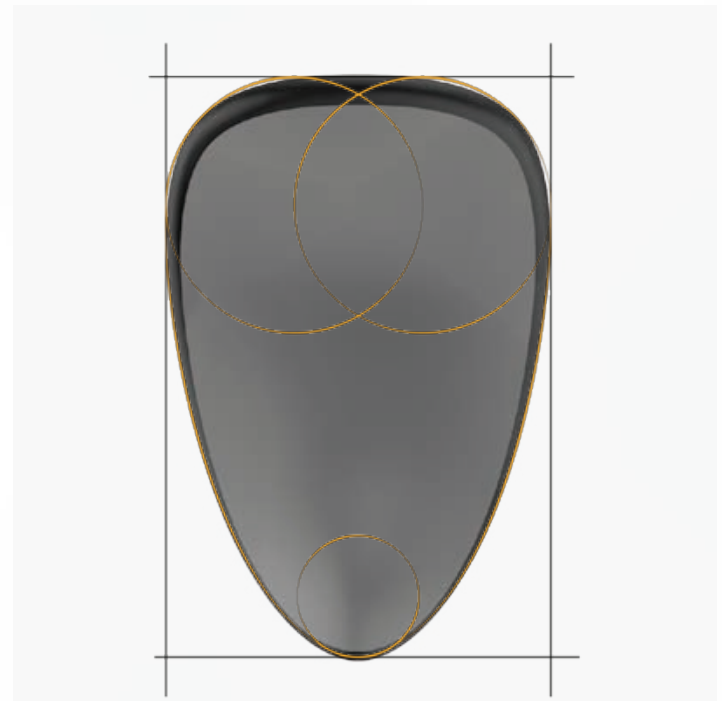
El asiento tiene una proporción de 1 a 1 1/3.



Composición

Su borde está generado por una línea continua cerrada, lo que le da carácter de ser amigable y suave.

Esta forma se creó a partir de los resultados de las pruebas, haciendo más ancho el apoyo lumbar y más angosta la parte frontal.



4.3 SILLA BAJA

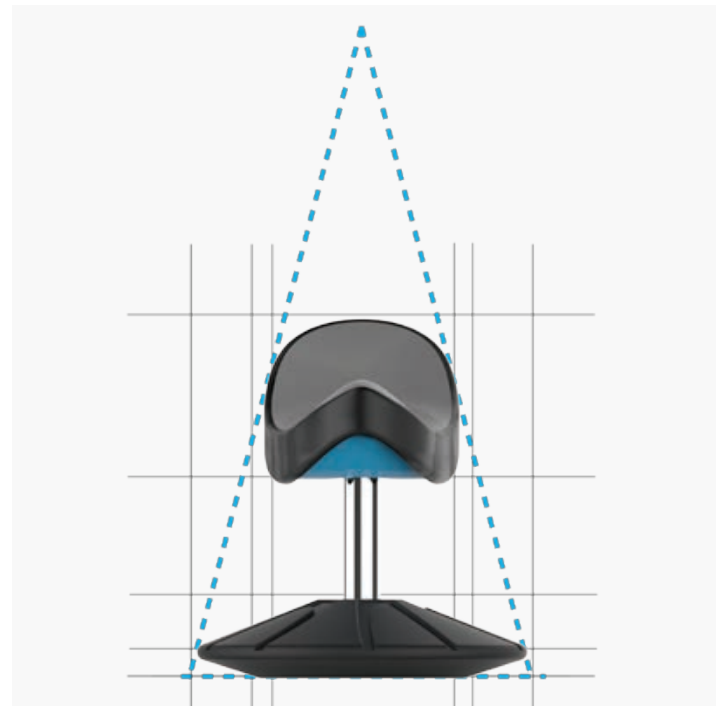
Líneas

La silla baja se distingue por las líneas descendentes de la base que le dan carácter de que el objeto se puede inclinar o mover, si estas líneas fueran perpendiculares al piso o tuvieran un ángulo más ligero el objeto aparentaría ser estable y estático.



Volumetría

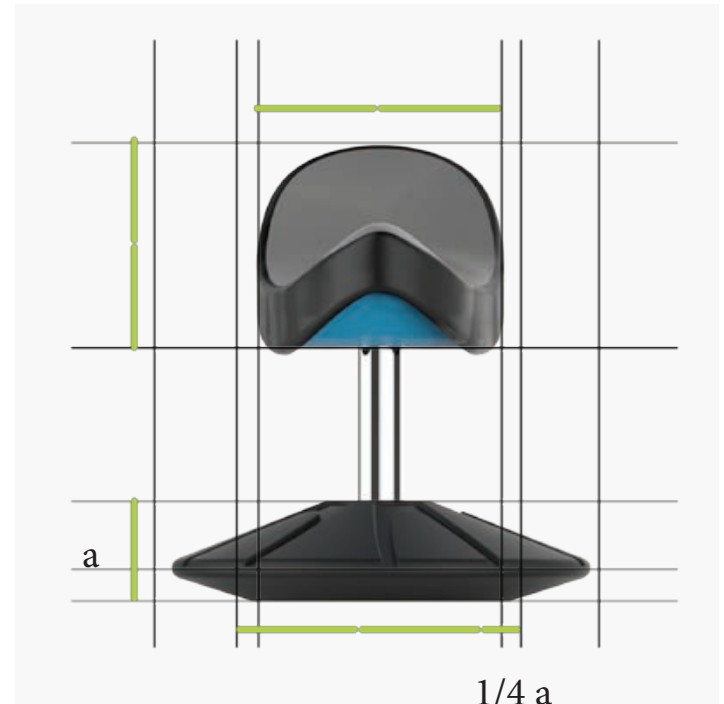
La envolvente principal en la vista frontal de la silla es la de un triángulo isósceles, lo que le da apariencia de estabilidad,



Proporción

Existe un modulo principal, que es la altura de la base se duplica o se divide según sea el caso.

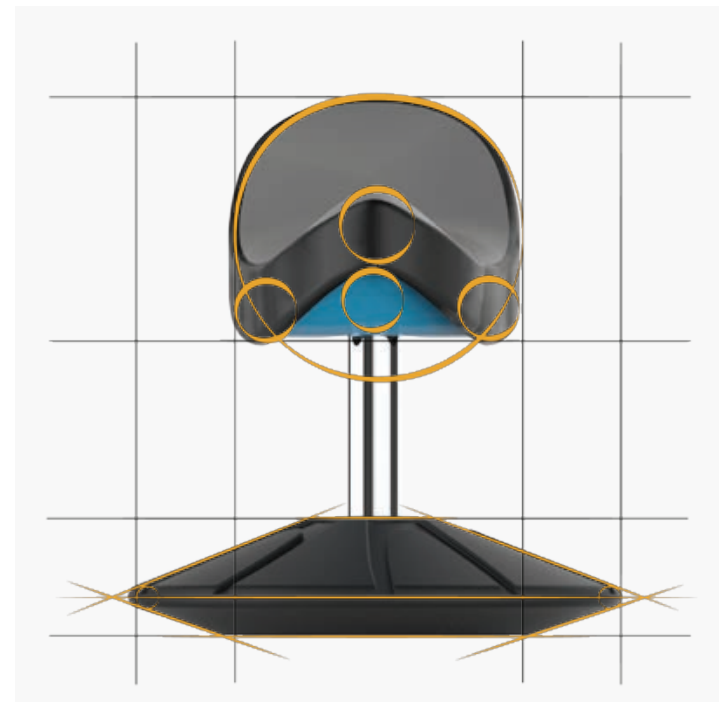
La medida a se repite visualmente, dos veces en el asiento y en la base mas 1/4 de la medida.



Composición

El asiento está configurado con curvas que cambian en su sentido, sin embargo en la vista frontal se puede observar que estas curvas al intersecarse a la mitad cerrando círculos.

La estructura está compuesta por dos líneas verticales y la base por dos trapecios que tienen un radio en cada vértice, dándole así un carácter de seguridad.



4.4 SILLA ALTA

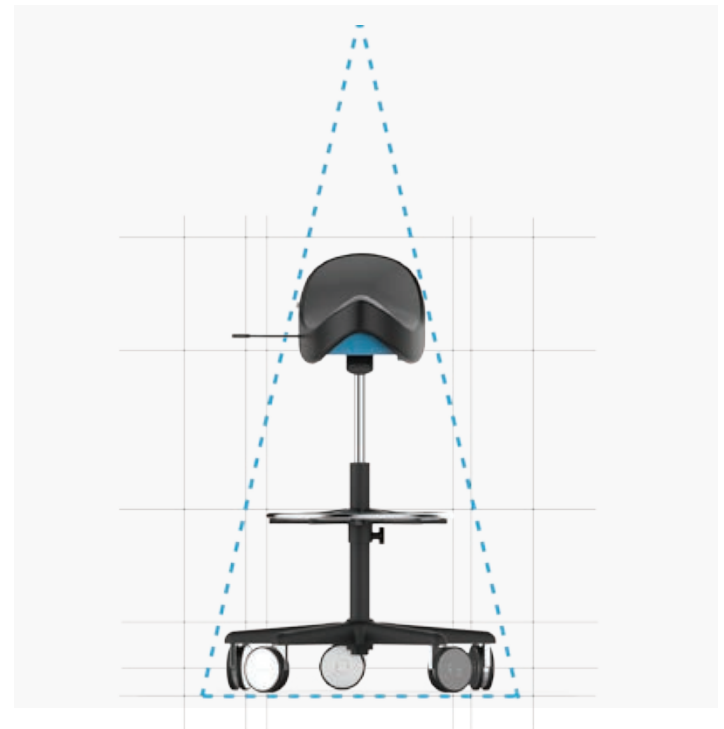
Líneas

La silla alta tiene una altura que puede ser modificable, así como la altura del descansa pies también. Las líneas más importantes de la silla son las de la base y la central del descansa pies, le dan un ritmo a la forma y también generan que visualmente sea estable.



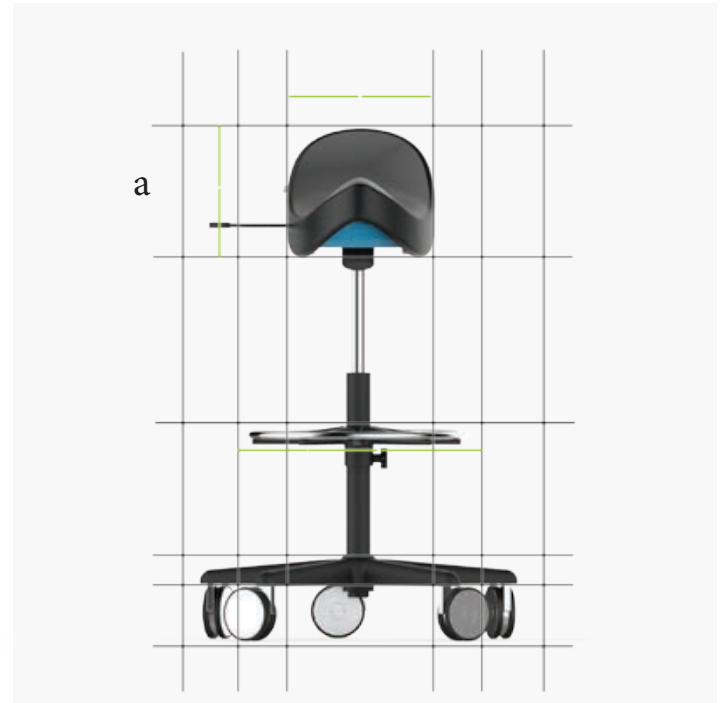
Volumetría

Al igual que el asiento y la silla baja la envolvente que se genera al proyectar las líneas es un triángulo isósceles.



Proporción

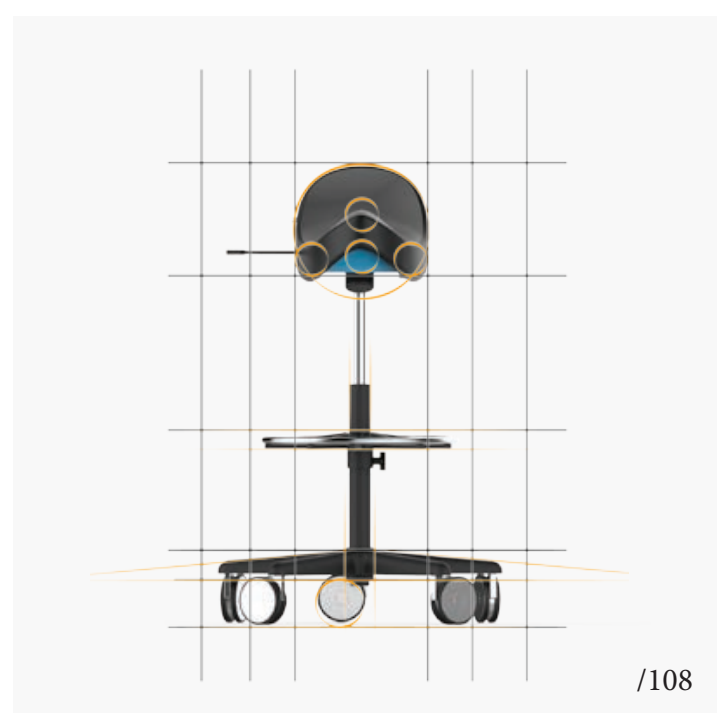
La silla tiene una configuración rectangular. La medida "a" se repite dos veces en la silla: la vista frontal del asiento y del reposa pies a la estrella de la silla. La medida entre el asiento y la estrella es $1\frac{1}{2}$ la medida "a". La distancia total de la base con las ruedas mide exactamente la mitad de la distancia "a"



Composición

Las formas principales que generan a la silla son círculos y líneas, en el caso de la base las líneas son descendientes al igual que la silla pequeña, esto ayuda a correlacionar las sillas como familia.

El elemento central, el descansa pies, ayuda a darle estabilidad y continuidad visual.



4.5 RITMO

Base de la Silla Baja

La base de la silla baja tomó como referencia la forma de un rin, por lo que se abstraizó la V de Volkswagen en una forma con líneas suaves y continuas, y se repitió radialmente cinco veces.

Recarga Pies

La silla alta cuenta con un recarga pies que diseñamos para asociar el objeto con la base de la silla baja tomamos la misma forma de la V de Volkswagen y se repitió radialmente cinco veces, tiene un acabado cromo brillante que lo asocia con un rin de auto.



4.6 COLORES Y TEXTURAS

La decisión de los colores tomó en cuenta: los valores que se deseaban reflejar en los objetos, la disponibilidad de colores de las piezas comerciales, la practicidad del color en cuanto a mantenimiento y la integración de las dos sillas como familia.

Azul *Think Blue*

El color azul se relaciona con la marca Volkswagen representa la excelencia, la fiabilidad y clase, tomado la tonalidad de la campaña *Think Blue*¹⁰, acabado brillante. Se asocia con la marca, y contrasta con el negro y gris del asiento.

Negro mate

Inspira prestigio, poder y vanguardia, contrasta con el azul brillante y le da carácter de masculinidad.

Negro Mate del Textil con Trama de Puntos

Contrasta con el gris del asiento y el azul de la base, remarcando la forma del asiento, tiene una trama de puntos lo cual remite a la tapicería de los automóviles.

Gris Oscuro

Parte superior del asiento, frío, neutro y equilibrado, refleja durabilidad.

Cromo Brillante

En la estructura de ambas sillas se utilizó un acabado de cromo brillante que se asocia con elegancia, alta tecnología industrial y moderno.

AZUL THINK BLUE
R 28 G 179 B 244

NEGRO MATE
R 0 G 0 B 0

LEATHERETTE NEGRO MATE
R 7 G 12 B 17

LEATHERETTE GRIS
R 104 G 105 B 104

CROMO
Cromo Brillante

/110

4.7 CARÁCTER

Vanguardista

El acabado cromado de la estructura con la combinación del color negro le da una apariencia de modernidad.

La parte inferior del asiento utiliza un azul que contrasta con el negro lo cual le da la posibilidad de personalizar la silla y adaptarla a diferentes ambientes al utilizar diferentes colores y acabados.

Práctico

La posibilidad de mover las sillas fácilmente con una mano hace que su uso sea intuitivo y simple.

Confiable

La envolvente principal es un triángulo en ambas sillas lo que le da estabilidad visual.

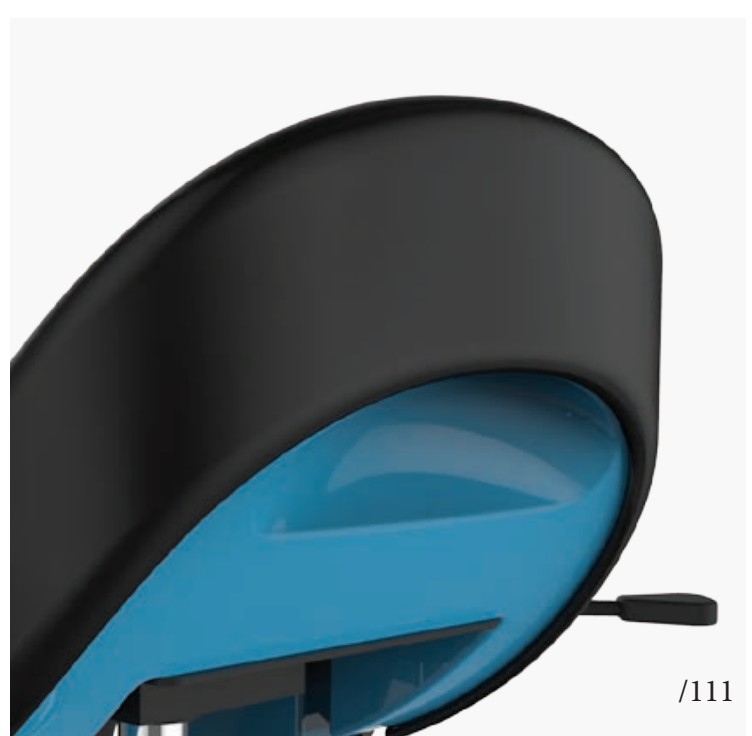
Los bordes de la silla son redondeados y las texturas son suaves lo que evita que el usuario pueda lastimarse.

El acabado cromo de las estructuras da la apariencia de limpieza y elegante.

Durable

Los materiales fueron seleccionados para funcionar dentro de la fábrica en diferentes condiciones, son a prueba de agua.

El color de las bases es negro por lo tanto, es difícil que se note suciedad.



ESCENARIO

En las siguientes páginas podremos observar cómo funciona el diseño de ambas sillas dentro de un ambiente industrial.

NO
FUMAR

Extintidor









CONCLUSIONES

Finalmente, logramos diseñar dos objetos que se correlacionaran configurativamente y funcionaran correctamente para las problemáticas encontradas. Esto fue el resultado de investigar, comparar, probar e identificar todas las variables involucradas en el problema principal. Por lo tanto, es posible concluir que el diseño final cumple con lo anteriormente establecido en el perfil de diseño de producto: desarrollo de dos sillas, de dos alturas diferentes que **mejoren la productividad** de los operadores mexicanos, en la fábrica de Volkswagen en Puebla, a partir de la disminución de la fatiga durante la jornada laboral.

La **infografía** realizada en la clase de Pensamiento Estratégico ayudó a abrir caminos y **ampliar el panorama** sobre el problema, lo cual nos dio la oportunidad de re direccionar el proyecto y solucionarlo de la mejor manera posible.

Gracias a la investigación, análisis y observación se concluyó que la **ergonomía** fue el más importante de los cuatro factores rectores (Producción, Función, Ergonomía y Estética). Como resultado, el diseño final logra favorecer la disminución del trabajo estático en posturas críticas, facilita el cambio de postura del cuerpo y contempla la movilidad y la adaptación mediante la regulación de altura, en el caso de la silla alta.

También, el diseño evolucionó conforme a la identificación de los puntos críticos encontrados, una vez identificados se convirtieron en aspectos o partes del diseño final de las sillas y se modificaron o adaptaron hasta cubrir lo establecido en el perfil de diseño de producto y lograr un equilibrio con los factores condicionantes.

Al diseñar a detalle, tuvimos dificultades al hacer que los dos objetos se correlacionaran y que se percibieran los valores descritos e interpretados, finalmente tomamos la decisión de **tomar lo disponible en el mercado**, configurar y escoger las soluciones más coherentes con la ponderación. El uso de las piezas comerciales facilita la producción, tiempo e inversión del proyecto y que además, por su configuración el proyecto es escalable a mayores *volúmenes de producción* y diferentes sectores.

La segunda etapa de diseño no habría sido posible sin la primera. A pesar de que el proyecto giró 360°, esto nos permitió ver el camino con diferentes posibilidades para poder llegar al resultado final, tomando en cuenta todas las consideraciones de la primera etapa y las encontradas durante la segunda.

Una de las principales innovaciones de las sillas es la **adaptabilidad**, la configuración permite cambiar y personalizar los materiales por lo que pueden existir en diferentes sectores integrándose sólo con sus acabados.

La **configuración del asiento** es la principal innovación, además en el caso de la silla baja el ángulo de 18 grados de su base le permite a los operadores inclinarse y en el caso de la silla alta el operador se puede desplazar sobre ella sin presionar las extremidades inferiores fortaleciendo los músculos de espalda y abdomen así como mejorando la postura.

Por otro lado, consideramos que elegimos una solución y podrían haber existido otras que también resuelvan adecuadamente el problema, lo que hace de ésta tesis una posible base para el desarrollo de proyectos futuros.



DISEÑO PROSPECTIVO

La palabra prospectiva es un adjetivo que menciona aquello vinculado con el futuro. Como sustantivo, este término que tiene su origen en el latín *prospicere* se refiere a las investigaciones y exploraciones que se llevan a cabo con la intención de anticipar lo que está por venir en una cierta materia. ¹¹

Durante el proceso creativo se llegó a la conclusión que éste diseño podría funcionar en muchos contextos diferentes además del automotriz.





Esto se debe a que la función de ambas sillas es muy útil en cualquier ambiente, sobre todo la silla alta, que puede ser utilizada para cualquier actividad en la que también se utilice un escritorio o una mesa.

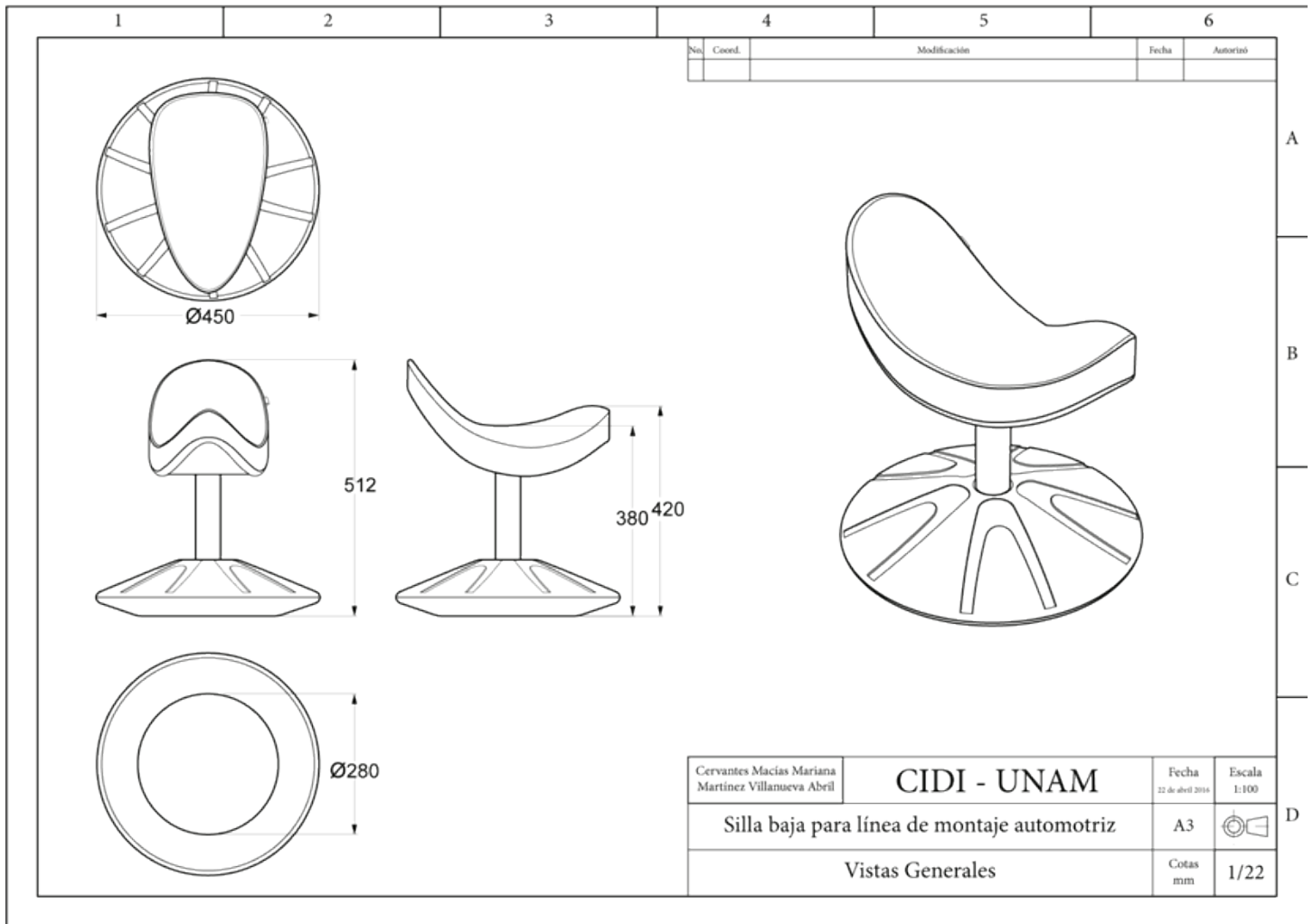
Es por esto que en éste capítulo se proponen diferentes modificaciones del diseño para que funcione en diferentes ambientes. Como se puede observar, la silla sería de especial utilidad en la oficina, la casa, tareas domésticas e incluso como silla para barra.

Además se propone combinar las características de las dos sillas para crear un diseño completamente diferente y también sumamente funcional.



Cervantes Macías Martínez
Máquinas Villanueva Abad
Silla baja

PLANOS TÉCNICOS

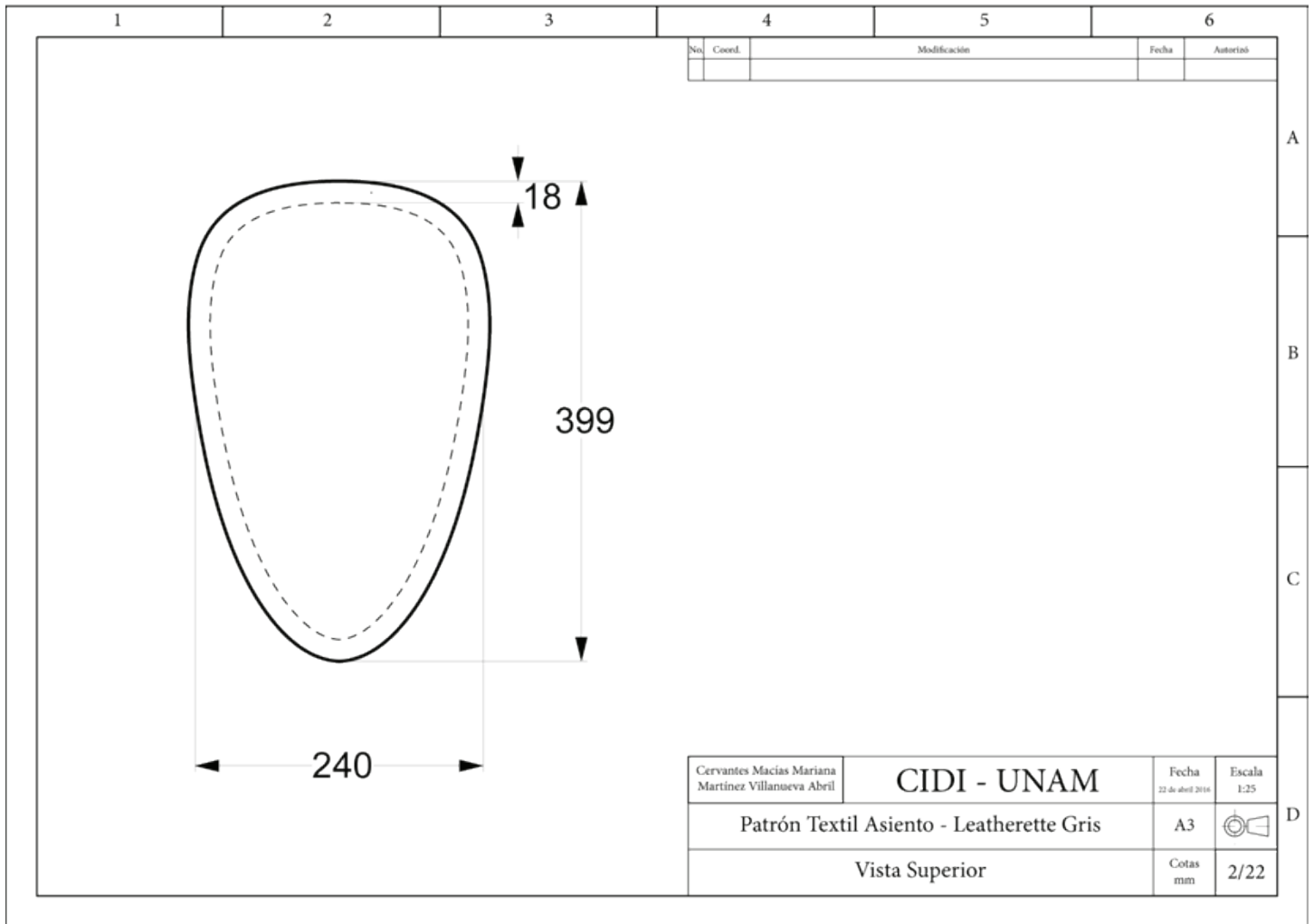


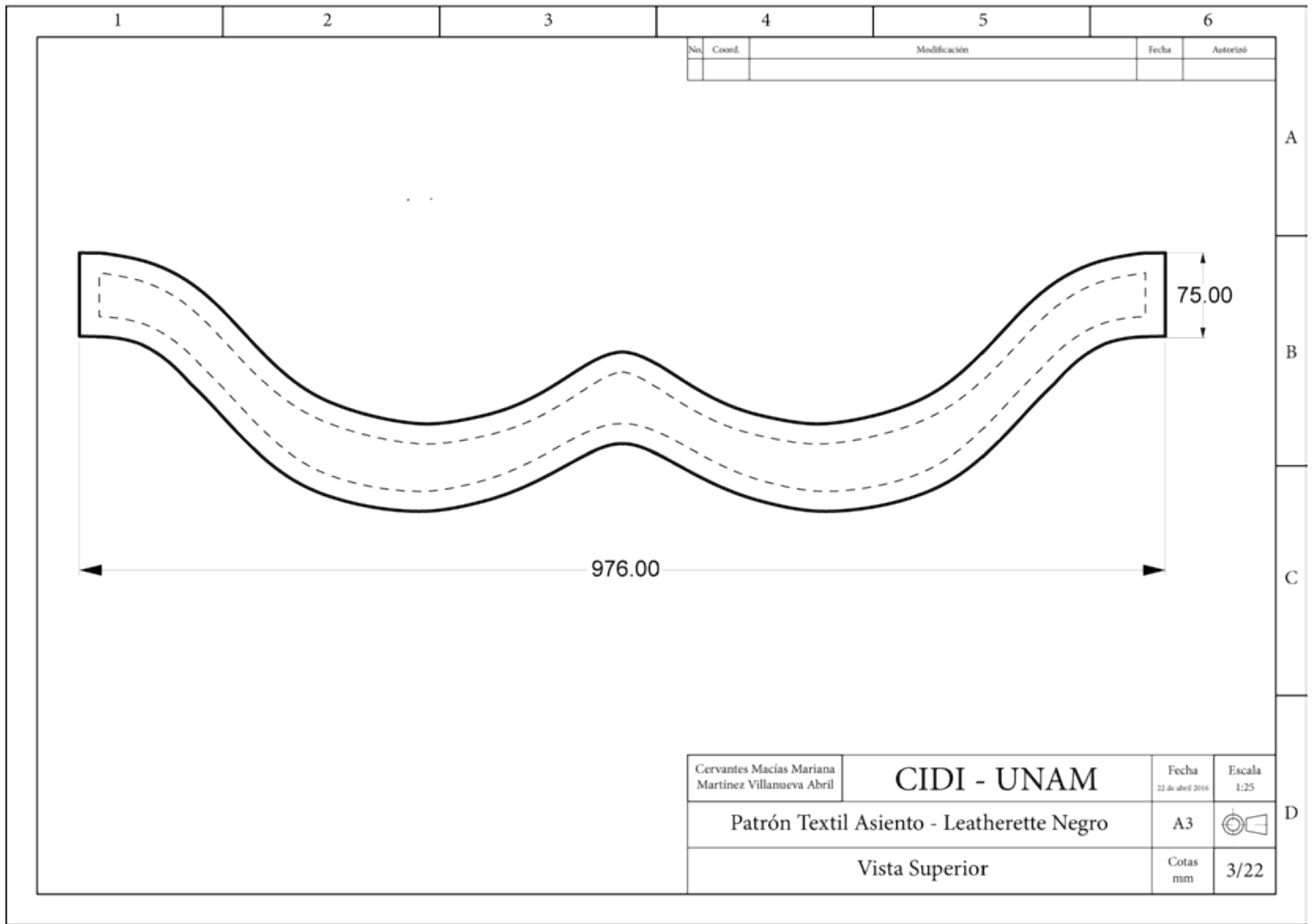
A

B

C

D





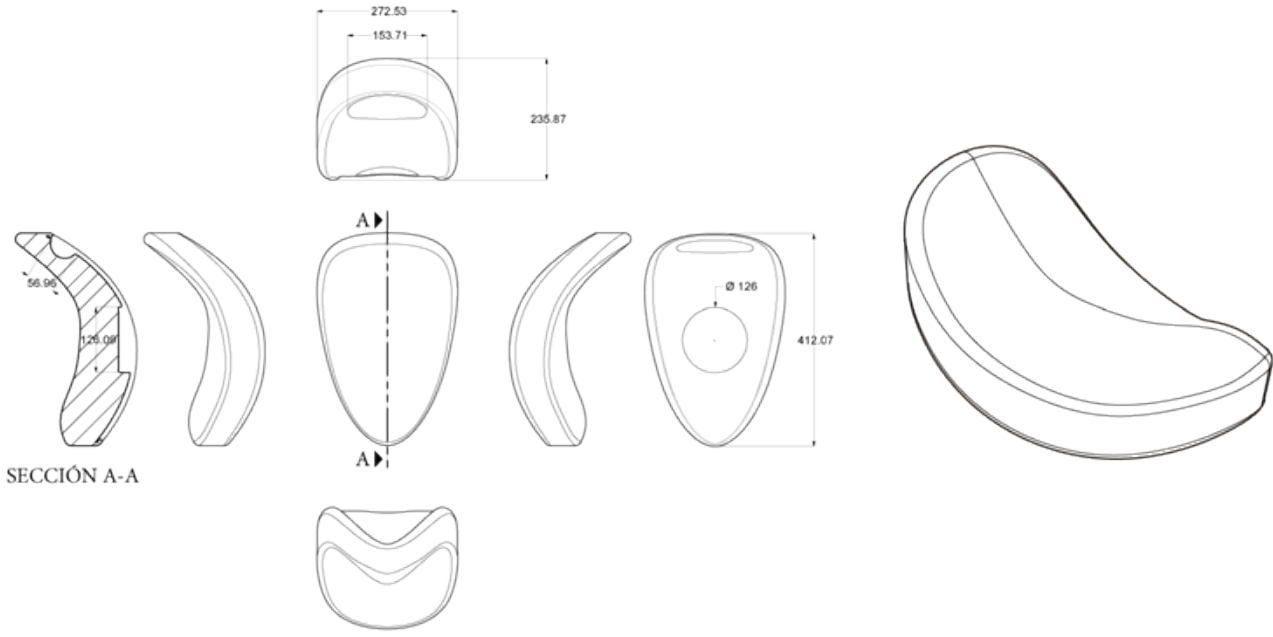
A

B

C

D

No.	Coord.	Modificación	Fecha	Autoría



SECCIÓN A-A

Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2016	Escala 1:15
Cuerpo del Asiento en Memory Foam		A3	
Vistas Generales		Cotas mm	4/22

A
B
C
D

1

2

3

4

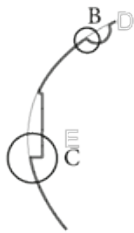
5

6

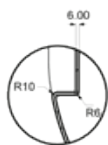
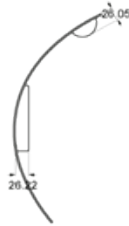
No.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó



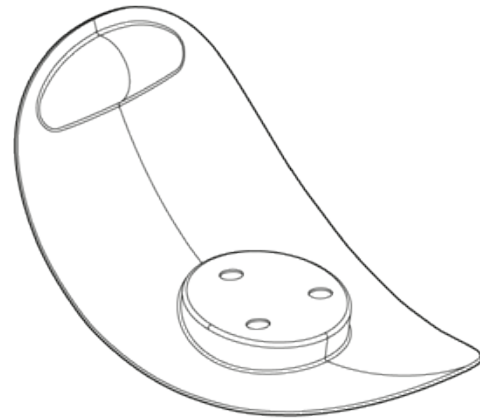
DETALLE B
ESCALA 2:5



SECCIÓN A-A



DETALLE C
ESCALA 2:5



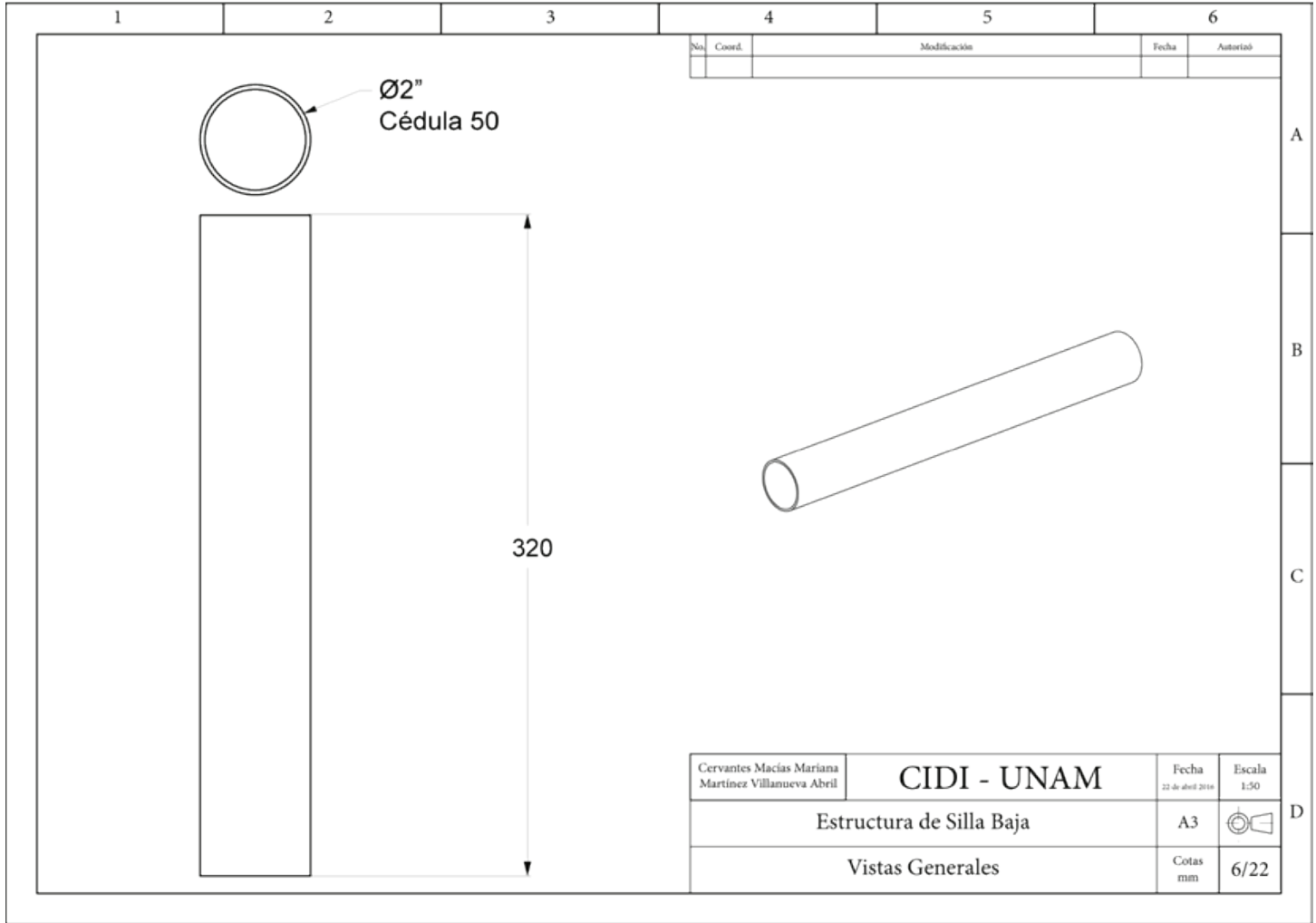
Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2016	Escala 1:15
Estructura del Asiento		A3	
Vistas Generales		Cotas mm	5/22

A

B

C

D



No.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorías

Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2018	Escala 1:50
Estructura de Silla Baja		A3	
Vistas Generales		Cotas mm	6/22

1

2

3

4

5

6

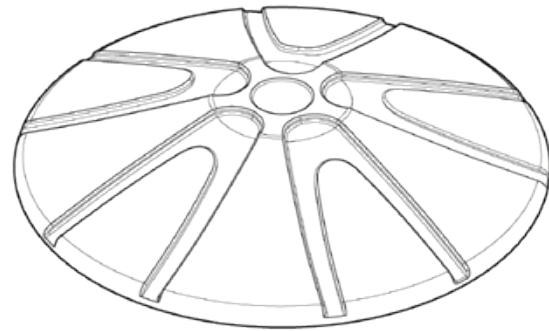
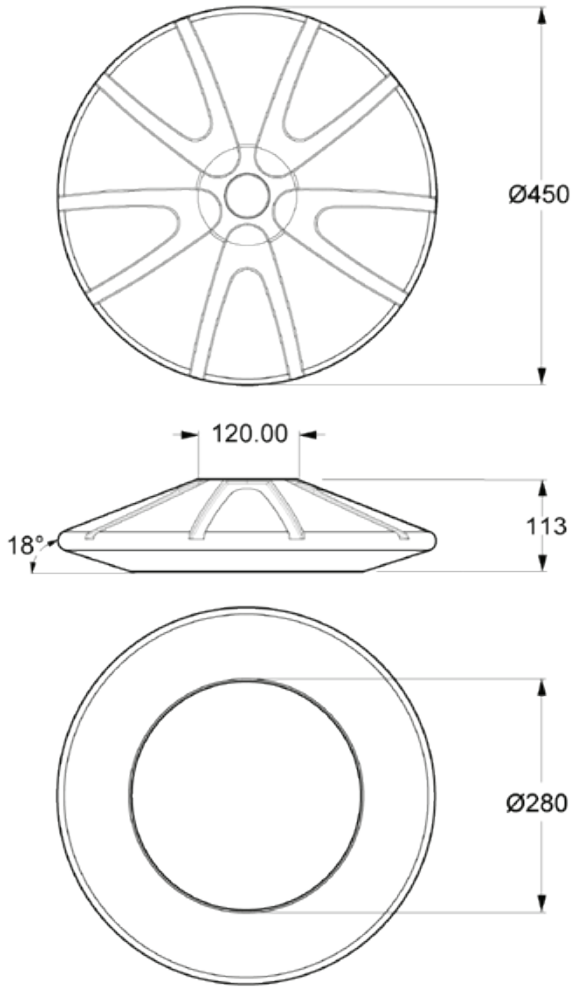
No.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizó

A

B

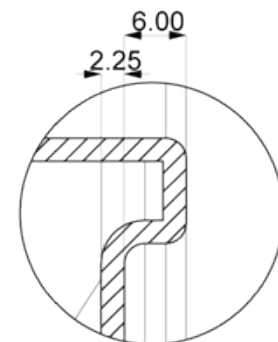
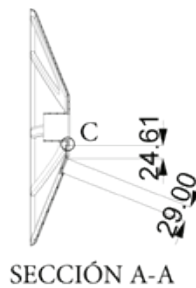
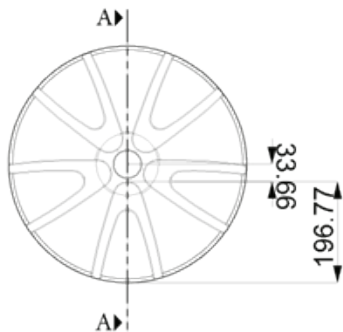
C

D



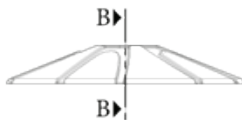
Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2016	Escala 1:15
Base Silla Baja		A3	
Vistas Generales		Cotas mm	7/22

No.	Coord.	Modificación	Fecha	Autorizad



DETALLE C
ESCALA 2:1

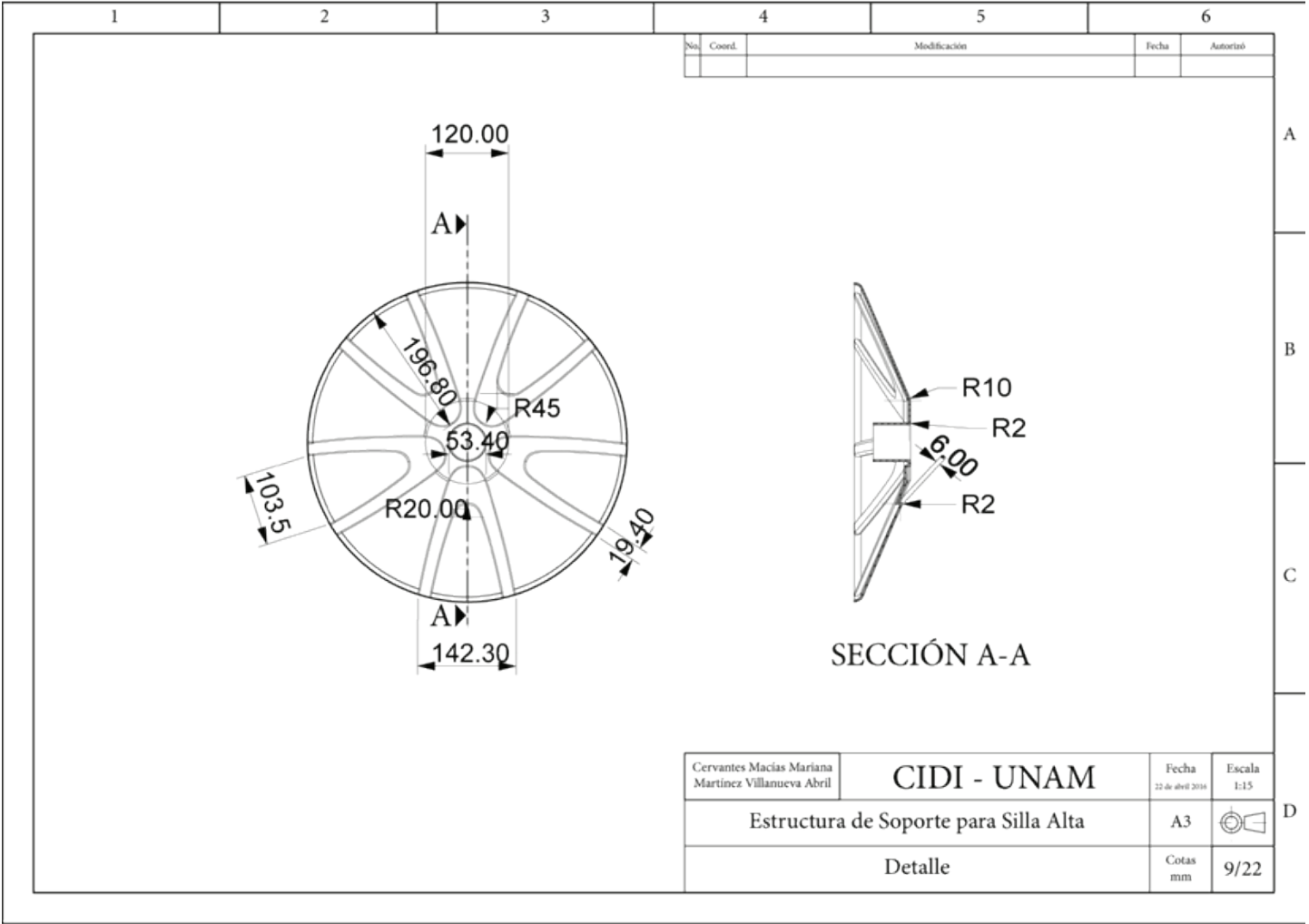
R12.00

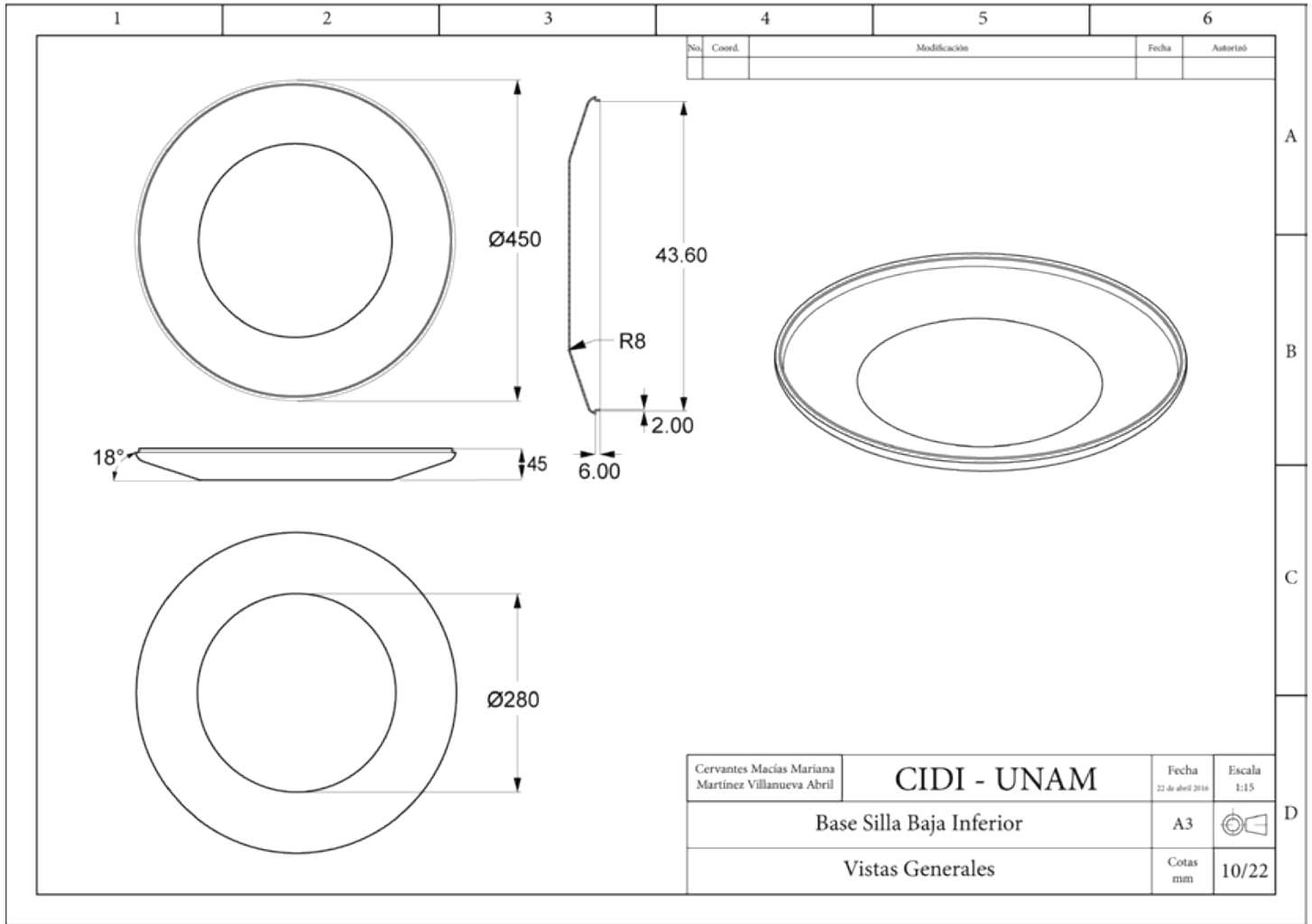


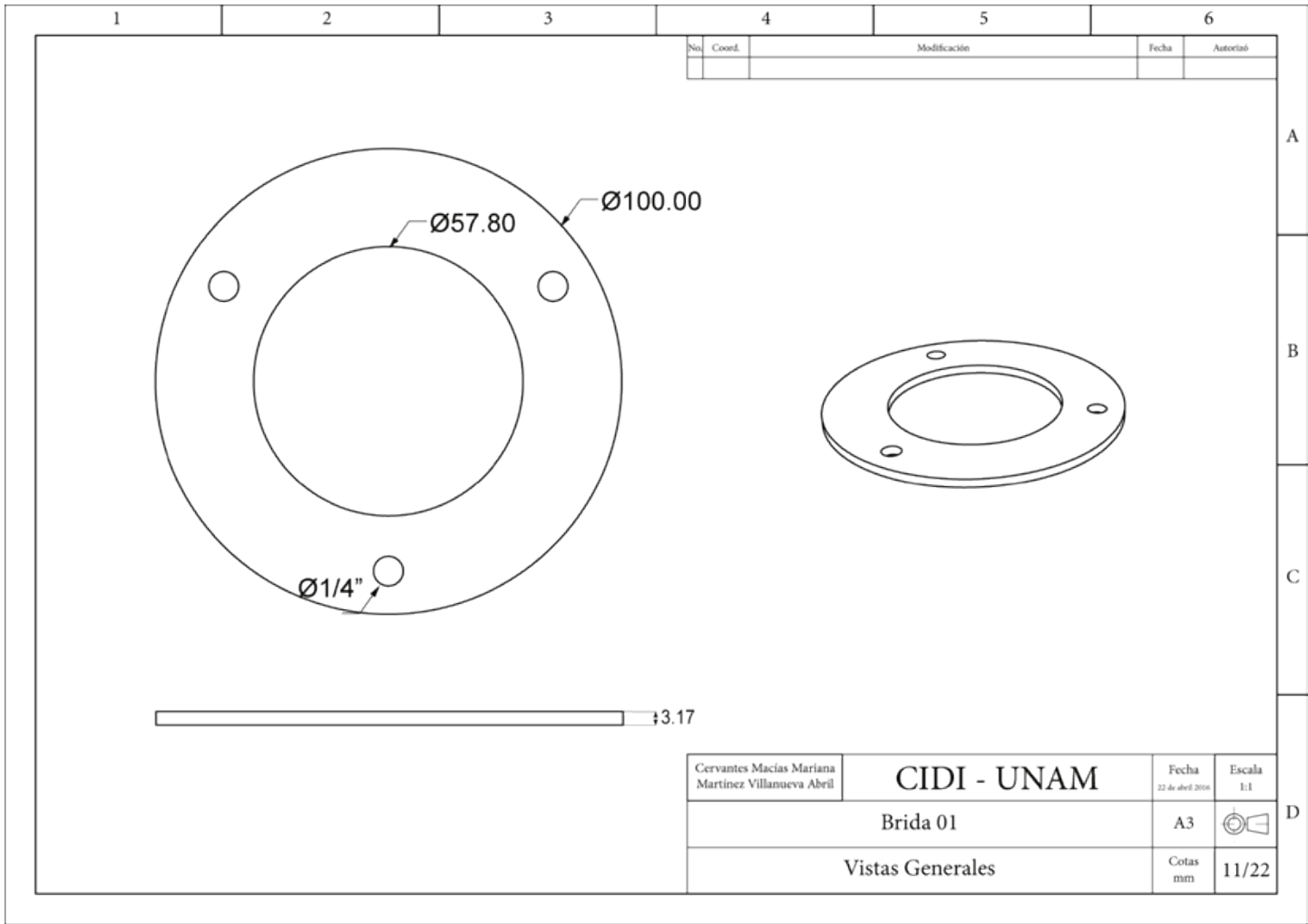
81.98
Ø50.80

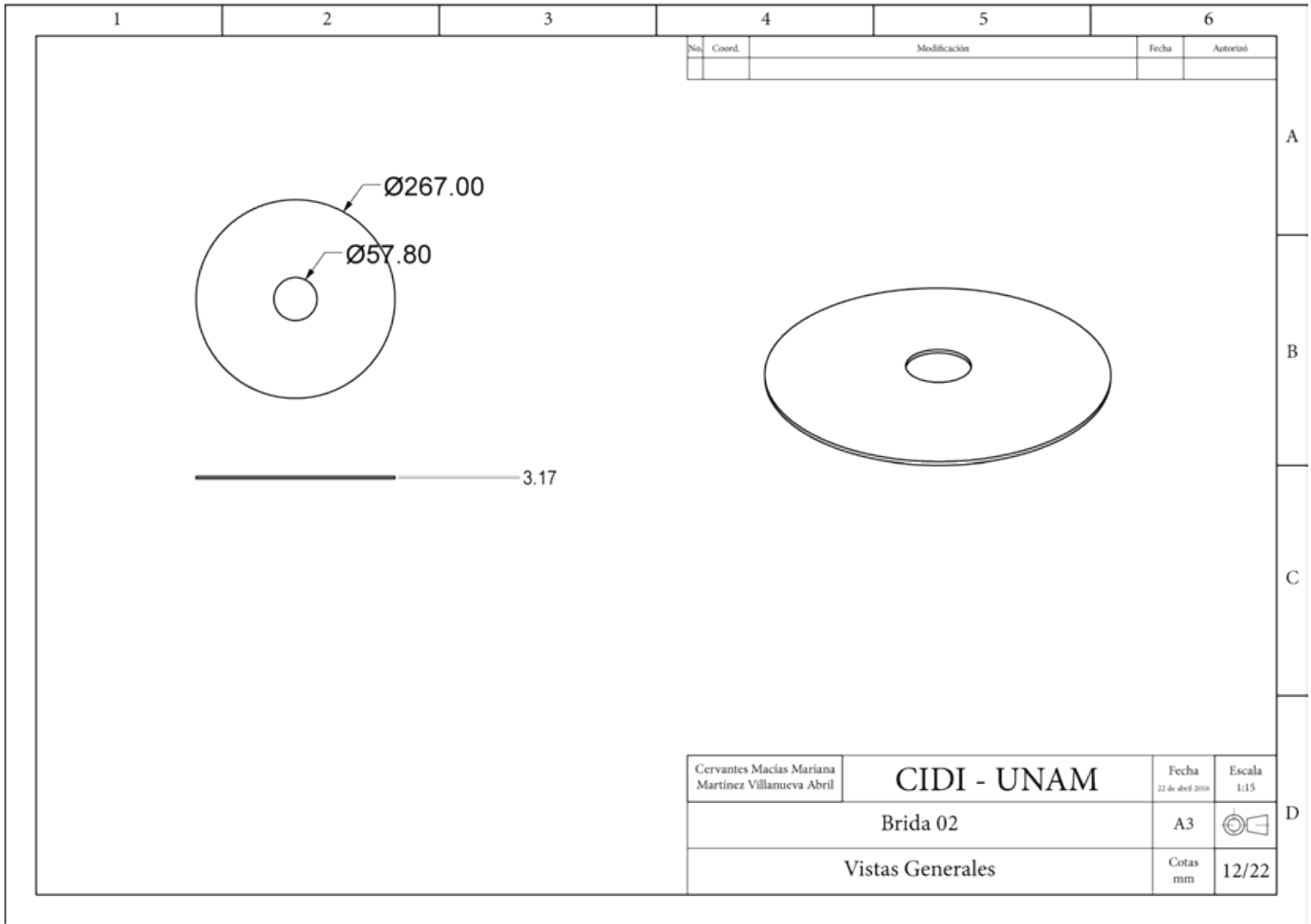
SECCIÓN B-B

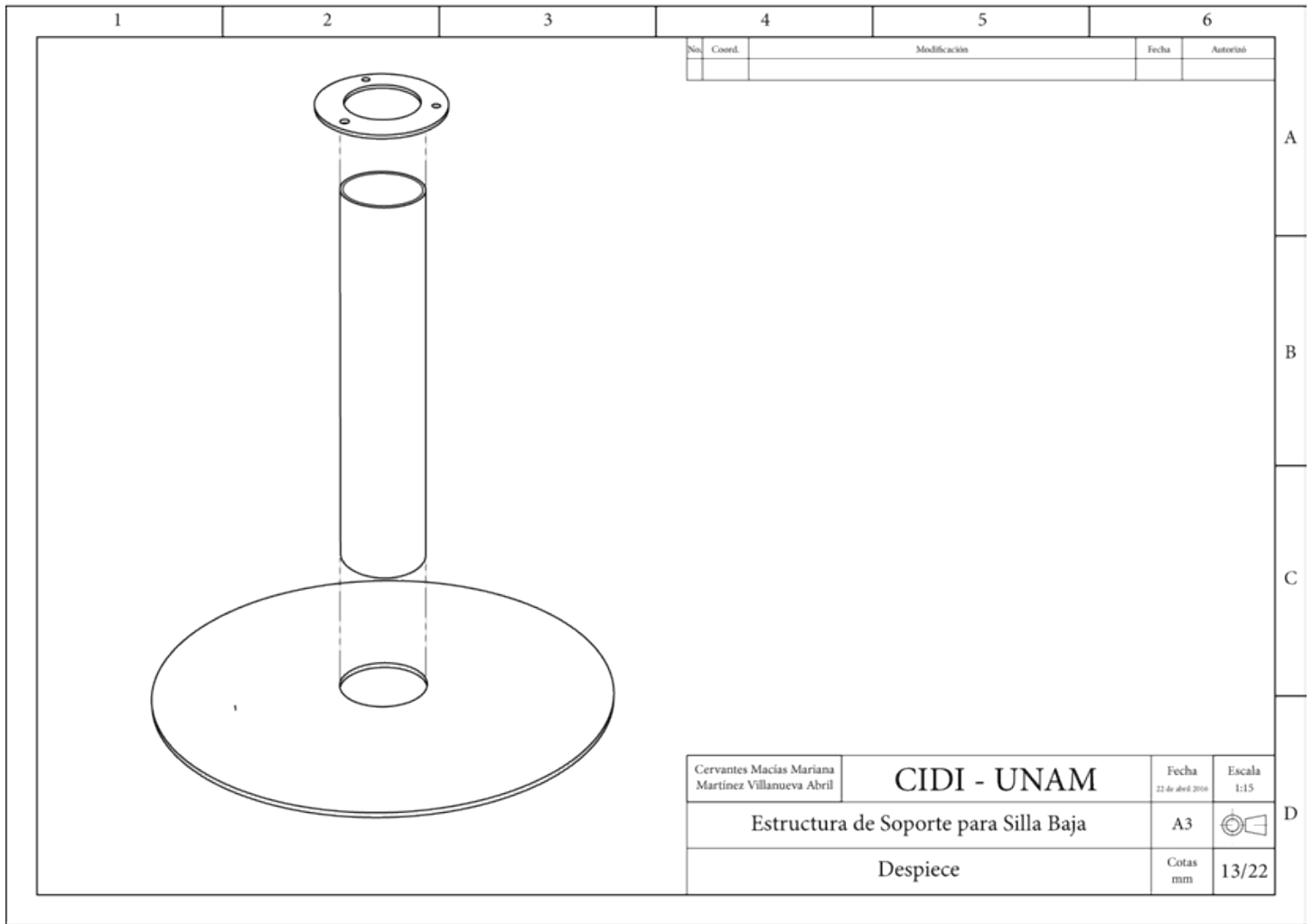
Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2018	Escala 1:15
Base Silla Baja Superior		A3	
Vistas Generales		Cotas mm	8/22









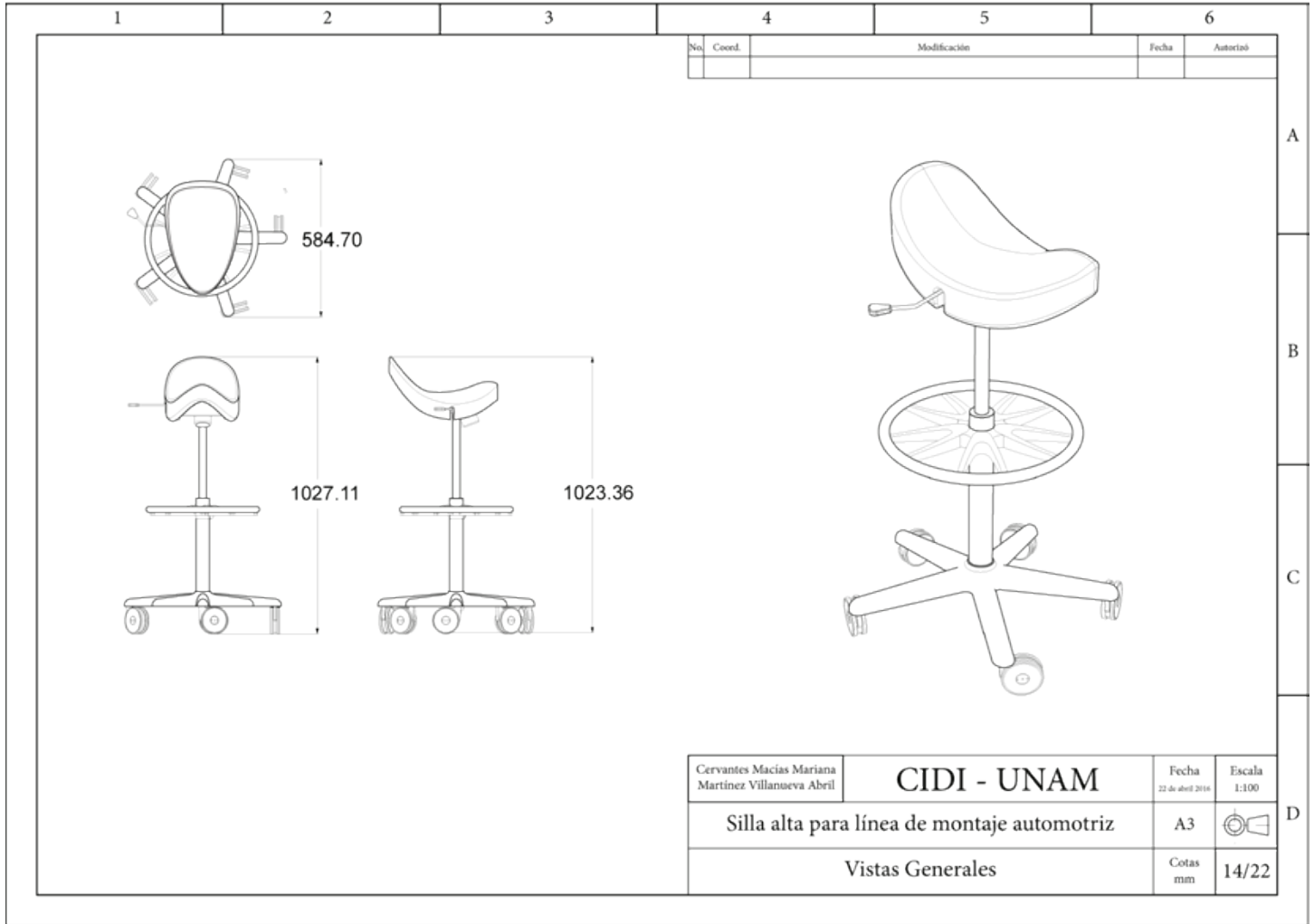


A

B

C

D



A

B

C

D

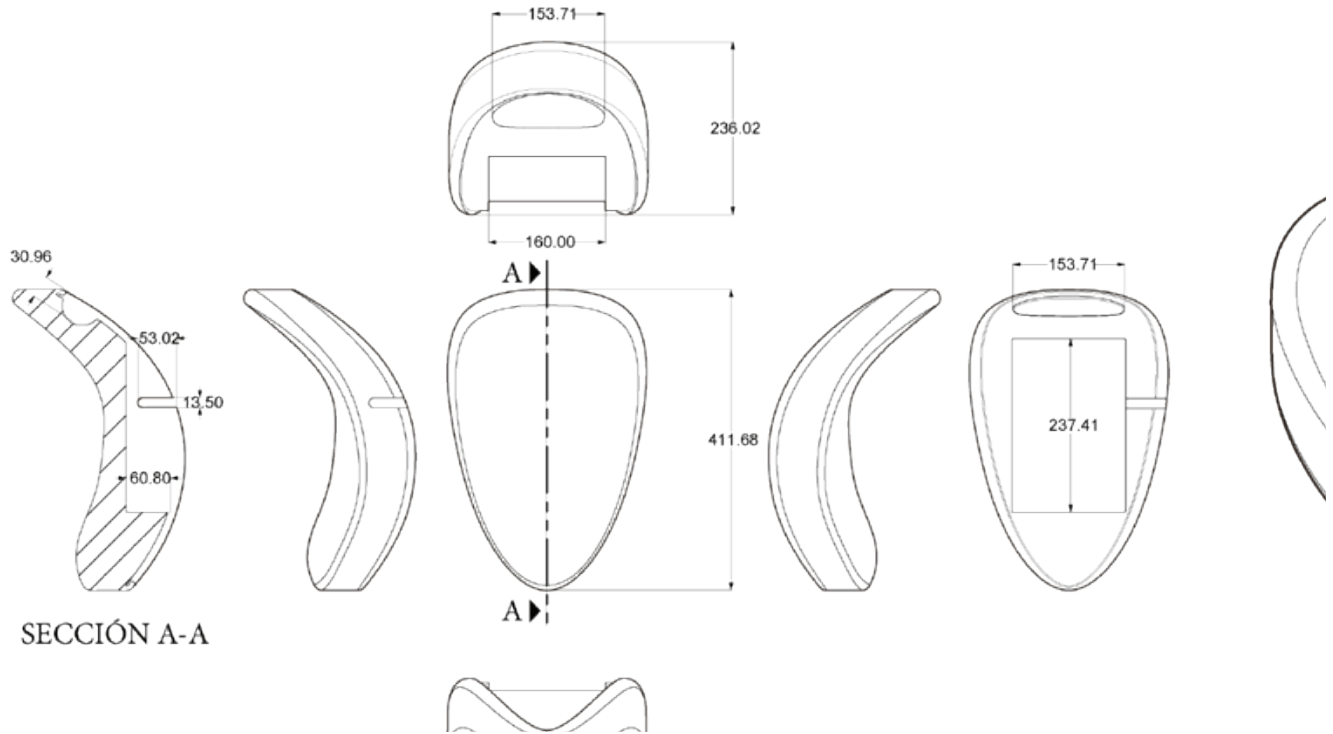
1

2

3

4

No.	Coord.



SECCIÓN A-A

1

2

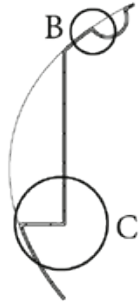
3

4

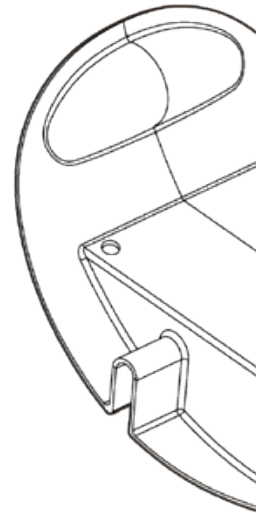
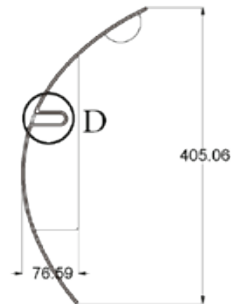
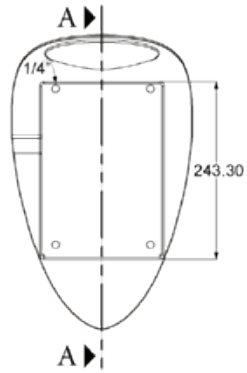
No.	Coord.	M

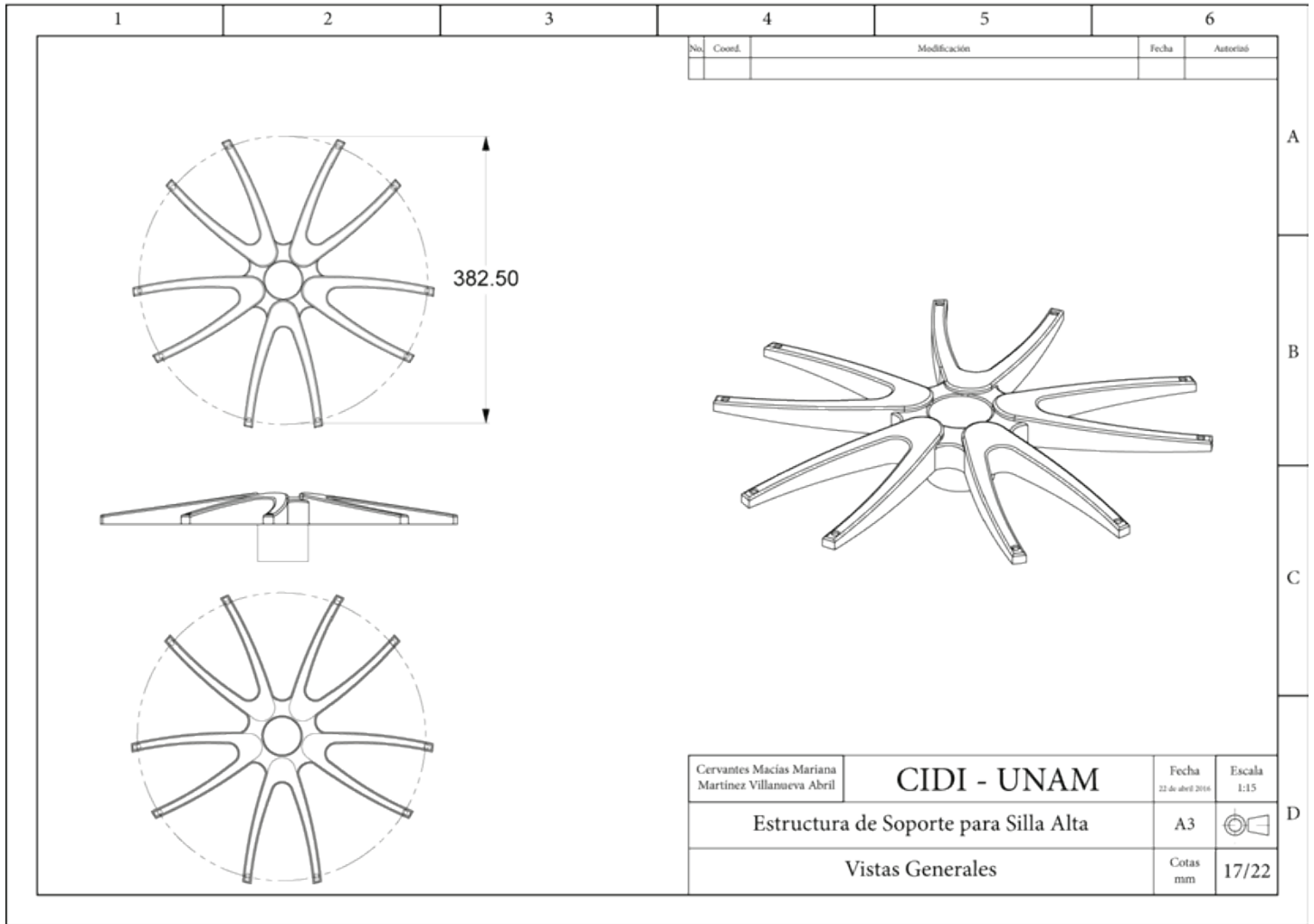


DETALLE B
ESCALA 2:5



SECCIÓN A-A



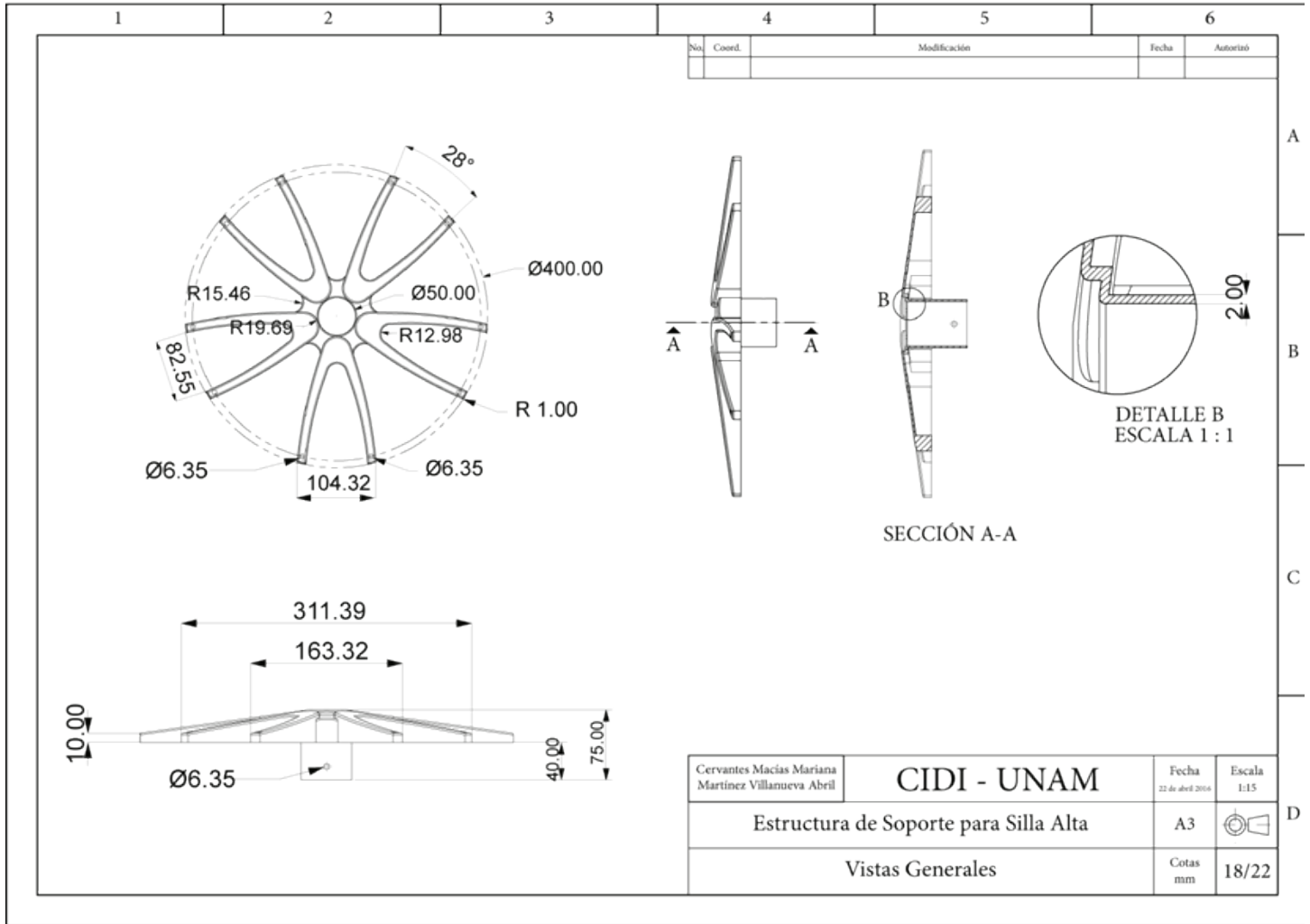


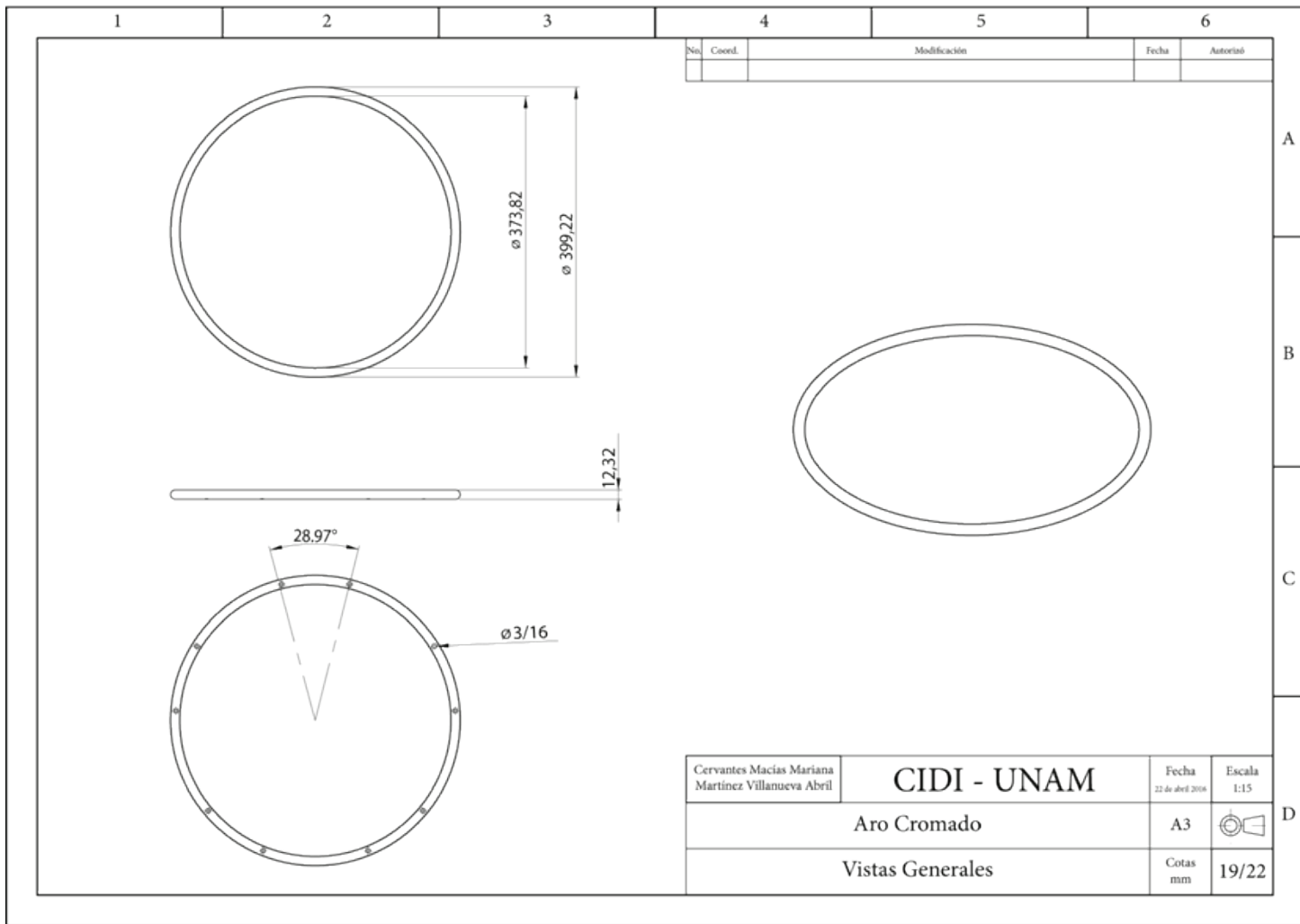
A

B

C

D



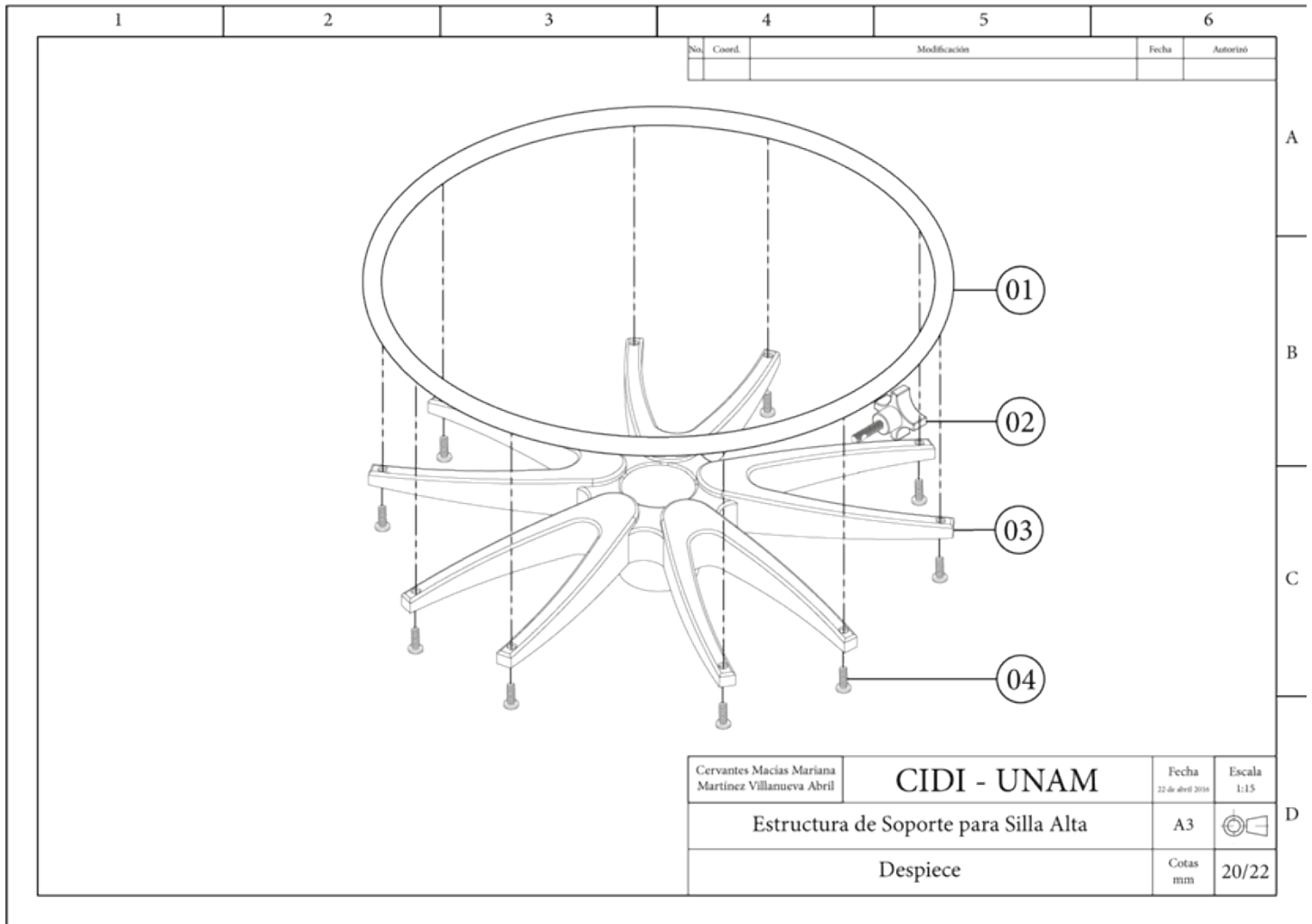


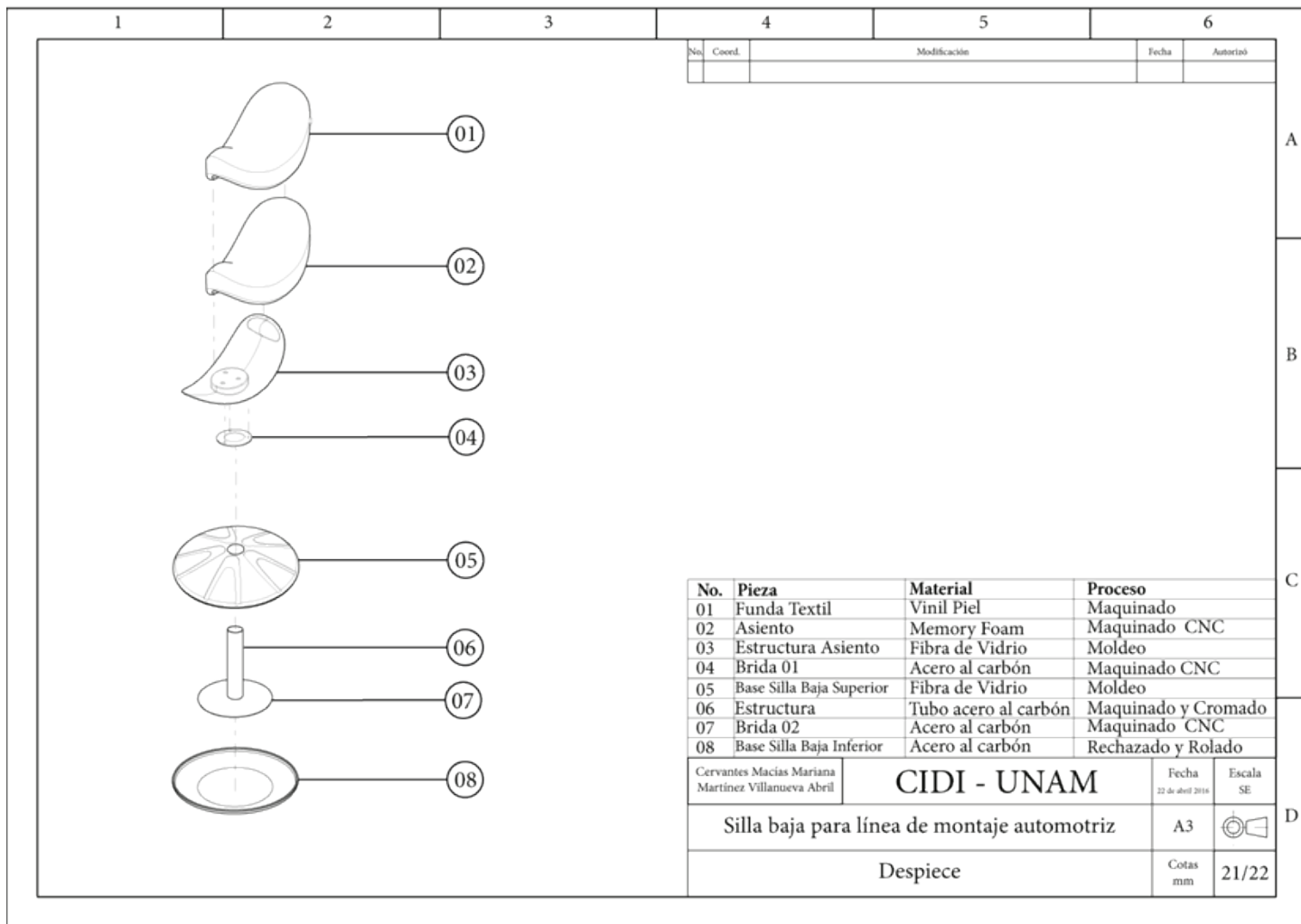
A

B

C

D





A

B

C

D

1	2	3	4	5	6
			No.	Coord.	Modificación
			Fecha	Autorizó	
			A		
			B		
			C		
			D		

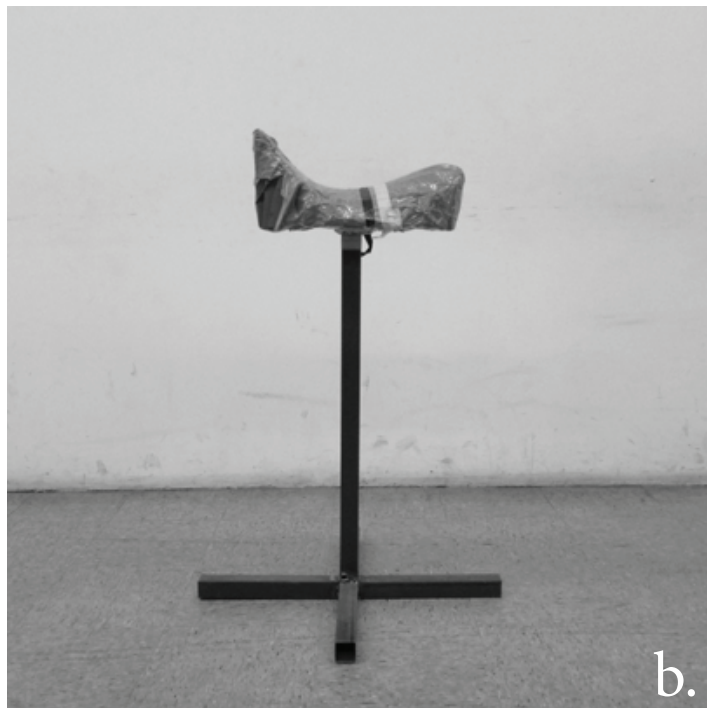
No.	Pieza	Material	Proceso
01	Funda Textil	Vinil Piel	Maquinado
02	Asiento	Memory Foam	Maquinado CNC
03	Estructura Asiento	Fibra de Vidrio	Moldeo
06	Aro Cromado	Acero al Carbón	Doblado,Soldado, Cromado
07	Estructura de Soporte	Fibra de Vidrio	Moldeo
A	Mecanismo Rodilla	Ergostyle	Mecanismo ejecutivo de rodilla con solera
B	Pistón Neumático	Dysicom	Pistón cromado(est. 43.5-68cm)
C	Base Estrella	Dysicom	Modelo Base Monarca
D	Rodamientos	Hammer Caster	Modelo DAB 50 mm
E	Perilla	Phillips	¼" x 1 ¼"
F	Tornillería	Phillips	¼" x 1"

Cervantes Macías Mariana Martínez Villanueva Abril	CIDI - UNAM	Fecha 22 de abril 2016	Escala SE
Silla alta para línea de montaje automatriz		A3	
Despiece		Cotas mm	22/22

ANEXOS



a.



b.



c.



d.

FOTOS DE SIMULADORES

- a. Simulador de Percepción de Asiento y Respaldo
- b. Simulador de Asiento para Montar
- c. Simulador de Silla Baja, Concepto A
- d. Simulador de Silla Alta, Concepto A
- e. Simulador de Silla Alta, Concepto B

Se realizaron diferentes pruebas con nueve usuarios durante la primera etapa de la tesis, en la segunda etapa se realizaron pruebas con ocho usuarios.







FOTOS DE SIMULADOR DE SILLA ALTA CONCEPTO B

Finalmente, se escogió el Concepto B de Silla Alta, después de las observaciones encontradas en las pruebas de la Segunda Etapa.

ÍNDICE DE IMÁGENES

Pág.	No.	Nombre	Fuente / Créditos
7	1	Silla Alta	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
12	2	Análisis de Factores	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
13	3	Visita VW	www.facebook.com/Visita-Volkswagen-de-M%C3%A9xico-178561928839181/?fref=ts
14	4	Analogos y Homologos	www.backapp.eu
15	5	Sketch	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
17	6	Escenario 1	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
18	7	Propuestas a Color	Fondo :
27	8	Ekso GT	www.eksobionics.com
33	9	Wolfsburg Parking Tower	www.volkswagen.co.uk/about-us/company/factories/wolfsburg
36	10	Volkswagen Puebla	www.posta.com.mx/automotriz/invertira-volkswagen-mil-mdd-para-ampliar-planta-en-puebla
38	11	Chairless Chair	www.wired.com/2015/03/exoskeleton-acts-like-wearable-chair
38	12	WAD	www.corporate.honda.com/innovation/walk-assist
38	13	Hulc	www.lockheedmartin.com/us/products/exoskeleton/hulc.html
38	14	Fortis	www.lockheedmartin.com/us/products/exoskeleton/FORTIS.html
38	15	Zero G4	www.lockheedmartin.com/us/products/exoskeleton/FORTIS.html
38	16	Ekso GT	www.eksobionics.com
38	17	3D Ekso	www.eksobionics.com
38	18	HAL 5	www.cyberdyne.jp/english/products/HAL
38	19	XO2	www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us
38	20	Lifesuit	www.theyshallwalk.org
38	21	Lopes	www.utwente.nl/ctw/bw/RESEARCH/PROJECTS/LOPES/INDEX.HTML
38	22	Rewalk	www.rewalk.com
46	23	Infografía	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
47	24	Infografía Salud	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
49	25	Infografía Empleo	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
51	26	Infografía Seguridad	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
52	27	Infografía Propuesta	Abril Martínez / Mariana Cervantes, Seminario de Diseño Estratégico, 2015
54	28	Volkswagen Puebla	www.posta.com.mx/automotriz/invertira-volkswagen-mil-mdd-para-ampliar-planta-en-puebla
60-62	29	Volkswagen Wolfsburg	www.youtube.com/watch?v=JhPtVOGR_vA

Pág.	No.	Nombre	Fuente / Créditos
70	30	Ekso 3D	www.eksobionics.com/
72	31	Ponderación de Factores	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
74	32	Esferas de Relación	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
76	33	Simulador de asiento para montar	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
78	34	Simulador de percepción de asiento y respaldo	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
80	35	Simulador de asiento para montar	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
82	36	Simulador de percepción de estructura	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
84	37	Sketch Primeras Propuestas	Primeras Propuestas, 2015
86	38	Propuesta A1	Visualización de Propuesta A1, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
88	39	Propuesta A2	Visualización de Propuesta A2, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
90	40	Propuesta B	Visualización de Propuesta B, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
91	41	Kneeling Chair	www.varierfurniture.com
96	42	Garden Rocker	www.vertexproducts.com
96	43	Rolling Seat	www.vertexproducts.com
96	44	One Leg	www.oneleg.dk
96	45	Trepied Walkstool	www.auvieuxcampeur.fr
96	46	Muv-Man	www.aeris.de/en/muvman
96	47	Mogo - Seat	www.focaluprightfurniture.com/products
96	48	Move Light	www.varierfurniture.com
96	49	Back App	www.backapp.eu
106	50	PDP - Fábrica	www.hyig.com/factory.html#prettyPhoto/3/
110	51	Estudio de Movimientos	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
111-112	52	Factores que intervienen en el objeto	Seminario de Diseño Estratégico, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
113	53	Tabla Morfológica	Seminario de Diseño Estratégico, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
114	54	Resultados Gráficos	Seminario de Diseño Estratégico, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2015
116	55	Sketch Propuestas	Propuestas Segunda Etapa, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
118	56	Silla Baja Concepto A	Propuestas Silla Baja Concepto A, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
120	57	Silla Baja Concepto B	Propuestas Silla Baja Concepto B, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
122	58	Silla Alta Concepto A	Propuestas Silla Alta Concepto A, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016

Pág.	No.	Nombre	Fuente / Créditos
124	59	Silla Alta Concepto B	Propuestas Silla Alta Concepto B, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
126	60	Pruebas, 2016	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
128	61	Pruebas Silla Baja Concepto A	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
130	62	Pruebas Silla Alta Concepto A	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
132	63	Pruebas Silla Alta Concepto B	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
133	64	Resultados Silla Baja	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
134	65	Resultados Silla Alta	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
135	66	Diseño Final	Fondo: www.dip9.aaschool.ac.uk/new-factory-background/
138	67	Descripción General	Visualización de detalle Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
140	68	Elementos Silla Baja	Visualización de Silla Baja, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
142	69	Elementos Silla Alta	Visualización de Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
144	70	Memoria Descriptiva	Fondo: www.livedoor.blogimg.jp/admirecat/imgs/8/0/803ffce5.jpg
148	71	Asiento	Visualización de Asiento Perspectiva, 2016
150	72	Asiento	Visualización de Asiento vista trasera, 2016
152	73	Ergonomía	Visualización de Silla Baja, 2016
154	74	Ergonomía	Visualización de Silla Alta, 2016
155-157	75	Tablas Antropométricas	Chaurand, Rosalío, Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana, México, Cuba, Colombia, Chile, Guadalajara, Jal. , Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2001
160	76	Función	Visualización de Silla Baja, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
161-162	77	Secuencia de Uso	Visualización de Silla Baja, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
164	78	Función	Visualización de Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
165-166	79	Secuencia de Uso	Visualización de Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
168	80	Producción	www.youtube.com/user/AhrendOffice
169	81	Despiece	Visualización de Silla Baja, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
171	82	Despiece	Visualización de Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
174	83	Mecanismo de Rodilla	www.ergostyle.com
174	84	Pistón Neumático	www.disycom.com.mx
174	85	Base Estrella	www.disycom.com.mx
174	86	Rodamientos	www.hammer-caster.co.jp
174	87	Perilla	www.lacasadel tornillo.com.mx
174	88	Pija	www.lacasadel tornillo.com.mx
174	89	Tornillo	www.lacasadel tornillo.com.mx

Pág.	No.	Nombre	Fuente / Créditos
174	91	Remache	www.lacasadelatornillo.com.mx
175-176	92	Textiles	www.configuratuvmx
177	93	Memory Foam Render	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
178	94	Memory Foam	www.youtube.com/user/eszyman
179	95	Fibra de Vidrio Render	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
180	96	Fibra de Vidrio Esquemas	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
181-182	97	Armado de Asiento	www.youtube.com/user/AhrendOffice
183	98	Termoformado Piezas	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
184	99	Termoformado Esquemas	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
185-186	100	Termoformado	https://www.youtube.com/watch?v=2qwir7LugvE
188	101	Rechazado Esquema	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
189	102	Elementos tubulares	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
190	103	Doblado de Tubo	www.youtube.com/user/raycarell?spfreload=5
196	104	Render Estética	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
198	105	Moodboard Jetta 2016	www.vw.com.mx/es/models/jetta/caracteristicas.html
200	106	Moodboard Valores Estéticos	www.hay.dk/files/thumb-2-AAC51-with-gaslif-steelcut-trio-153-catalogue_2015-12-9_10-36-28.jpg
200	108	Moodboard Valores Estéticos	www.avso.org/wp-content/uploads/files/5/9/6/cool-office-chair-design-of-kibici-for-globe-zero-4-0-596.jpg
203-204	107	Estética	Visualización de Silla Baja, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
205-206	108	Estética	Visualización de Silla Alta, Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
208	109	Ritmo	www.vw.com.mx/es/models/jetta/caracteristicas.html
210	110	Esquema colores	www.vw.com.mx/es/models/jetta/caracteristicas.html
212	111	Renders carácter	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
214-216	112	Escenario 1-8	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
217	113	Render Conclusiones	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
221	114	Diseño Prospectivo 1-8	Fondos: http://www.viaseating.com/product-detail/muvman/
227	115	Sketch Planos	Fondo: http://urdu-mag.com/blog/2015/03/amazing-free-photoshop-psd-mockups-for-designers/
263-266	116	Simuladores	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016
278	117	Foto equipo	Abril Martínez / Mariana Cervantes , 2016

- **Accionador o actuador.**

Elemento o dispositivo encargado de convertir la energía mecánica en un movimiento.

- **Active Sitting o Dynamic Sitting**

Se produce cuando el asiento permite o alienta al ocupante sentado a moverse. También se refiere a estar en movimiento. Una de las formas es la mecedora común que permite en movimiento vaivén de hacia adelante y hacia atrás. En el campo de la ergonomía, el concepto de estar activo está ganando reconocimiento, sobre todo entre las personas cuyo trabajo consiste en estar sentado mucho tiempo.

- **Cifosis**

(del griego κύφος, "convexo", y el sufijo sis, que indica "estado, proceso") es la curvatura fisiológica de la columna vertebral en la región dorsal.

- **Cresta Iliaca**

Es el nombre que recibe el borde superior del ala del ilion que se extiende hasta el margen de la pelvis mayor. La cresta iliaca es palpable tanto en un hombre como en una mujer en toda su extensión, de forma general convexa y levemente curva o sinuosa con concavidad interna en el frente y hacia afuera por detrás.

- **Infografía**

Representación visual o diagrama de textos escritos que en cierta manera resume o explica; en ella intervienen diversos tipos de gráficos y signos no lingüísticos y lingüísticos (pictogramas, ideogramas y logogramas) formando descripciones, secuencias expositivas, argumentativas o narrativas e incluso interpretaciones.

- **Interacción**

Acción, relación o influencia recíproca entre dos o más personas o cosas

- **Just in Time**

Es un sistema de organización de la producción para las fábricas, de origen japonés. Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma, no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales.

- **Lordosis**

Curvatura fisiológica de la columna en la región cervical o lumbar. La columna presenta cuatro curvaturas fisiológicas (o "normales"): dos

curvaturas hacia afuera, en la columna dorsal (al nivel de las costillas) y en la columna sacra, denominadas cifosis y dos curvaturas lordóticas (hacia adentro de la columna): la lordosis lumbar y la cervical. Las curvas escolióticas (curvatura hacia los lados) siempre se consideran patológicas ("anormales").

- **Outsourcing**

La práctica de tener cierto trabajo por fuera de una compañía en vez de tener un departamento o empleo al interior de la empresa. La producción de piezas se puede hacer por fuera en una compañía(s) especializadas.

- **Pivotar**

Girar sobre un pivote o punto.

- **Punteadora**

Máquina para efectuar soldaduras eléctricas por resistencia; debe su denominación al tipo de unión que lleva a cabo (por puntos). Es adecuada para la unión de chapas delgadas y se adopta universalmente para el montaje de las carrocerías de los automóviles.

Una punteadora está compuesta por una parte fija, que comprende el transformador y la instalación de regulación eléctrica, y por una parte móvil, consistente en dos puntas conductoras que, al acercarse entre sí, aprietan las dos chapas que se han de soldar.

- **Rotomoldeo**

Es un proceso de conformado de productos plásticos en el cual se introduce un polímero en estado líquido o polvo dentro de un molde y éste, al girar en dos ejes perpendiculares entre sí, se adhiere a la superficie del molde, creando piezas huecas.

- **Sedente**

Que está o se representa sentado.

- **Think Blue**

Es la iniciativa de Volkswagen diseñada para crear productos sustentables con innovaciones tecnológicas eco-amigables, y promover acciones en la comunidad en pro del medio ambiente.

- **Volumen de Producción**

Es la función que indica la máxima cantidad de producto que es posible obtener, con todas y cada una de las combinaciones de factores de producción.

GLOSARIO

- Cromadora México

Taller de reparación de automóviles

Dirección: Lázaro Cárdenas 1105, Portales Nte, Ciudad de México.

Teléfono: 55 6650 3026

- Disycom

Tienda de muebles

Dirección: Cerrada 2 de amaret No 21, San Bartolo Ameyalco, Ciudad de México.

Teléfono :55 5912 8099

- Ergostyle | Ergonomía en Muebles de Oficina

Tienda de muebles

Dirección: Reforma 15B Col. 5 de Mayo Tecámac, Edo. De México

Teléfono: 55 4990 4973

- Foamemo

Distribuidores de Memory Foam

Shangai, China

<https://foamemo.en.alibaba.com/>

susan@foamemo.com

- Hammer Caster

Fabricación de rodamientos

Tokio, Japón

<http://hammer-caster.co.jp/da-series/>

tokio@hammer-caster.co.jp

- Poliformas Plásticas

Materiales plásticos y resinas

Dirección: Calz Ermita Iztapalapa 490, Iztapalapa, Ciudad de México.

Teléfono: 55 5785 0430

- TORSA La Casa del Tornillo

Tienda de materiales para la construcción

Dirección: Av Observatorio 227, Cove, 01120 Ciudad de México.

Teléfono: 55 3096 3660

DIRECTORIO DE PROVEEDORES

BIBLIOGRAFÍA

- Avila Chaurand, Rosalío, **Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana**, México, Cuba, Colombia, Chile, Guadalajara, Jal. , Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía, 2001
- Brian M. Kleiner (Author), Hal W. Hendrick (Editor), Brian Kleiner (Editor) **Macroergonomics; Theory, Methods, and Applications**; Mahwah, New Jersey; L. Erlbaum Associates, 2002
- Casadesús, M; Heras, I; Merino, J. ,**Calidad práctica. Una guía para no perderse en el mundo de la calidad**. Prentice-Hall, 2005
- Coordinadores de esta edición Javier Bascuas Hernández, José M. Álvarez Zarate Ergonomía, **20 preguntas básicas para aplicar la Ergonomía en la Empresa**, Madrid, Mapfre, 2001
- Ed. by John r. Wilson and e. Nigel Corlett, **Evaluation of human work** , A practical Ergonomics Methodology, London, Taylor & Francis, 1990
- Flores, Cecilia, **Ergonomía para el Diseño**, México, Designio, 2001
- Kroemer, K. H. E., Ergonomics : **How to design for Ease and Efficiency**, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall Regents, 2001
- Ulrich, Karl T., **Product design and development** , New York : McGraw-Hill Higher Education, 2008
- Vink, Peter, **Comfort and design**, Principles and Good Practice, Boca Raton, CRC Press, 2005

MESOGRAFÍA

- s/ autor. (2014). HAL Robot. septiembre 2015, de Wikipedia Sitio web: [https://en.wikipedia.org/wiki/HAL_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/HAL_(robot))
- Cyberdyne. (2015). Cyberdyne. septiembre 2015, de Cyberdyne JP Sitio web: <http://www.cyberdyne.jp/>
- Dragos George. (2012). How Hybrid Assistive Limb (HAL) Exoskeleton Suit Works. 2015, de Smashing Robotics Sitio web: <http://www.smashingrobotics.com/how-hybrid-assistive-limb-hal-exoskeleton-suit-works/>
- T. Bock, T. Linner and W. Ikeda. (2012). Exoskeleton and Humanoid Robotic Technology in Construction and Built Environment. septiembre 2015, de Technische Universität München Sitio web: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/25773.pdf>
- Sarcos. (2015). XOS. septiembre 2015, de Sarcos Sitio web: http://www.sarcos.com/?page_id=1360
- Timothy Brown. (2012). xOS 2 Exoskeleton. septiembre 2014, de University of Rhode Island Sitio web: http://www.ele.uri.edu/Courses/bme281/F12/TimothyB_2.pdf
- s/a. (2012). Powered exoskeleton. septiembre 2015, de Wikipedia Sitio web: https://en.wikipedia.org/wiki/Powered_exoskeleton
- Christopher Frumento . (2010). History and Future of Rehabilitation Robotics . septiembre 2015, de WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE Sitio web: http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-031010-112312/unrestricted/HRRIQP_Final.pdf
- Aaron M. Dollar. (2008). Lower Extremity Exoskeletons and Active Orthoses. octubre 2015, de IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS Sitio web: http://excedrin.media.mit.edu/wp-content/uploads/sites/3/2013/07/Dollar-2008_Lower-Extremity-Exoskeletons-and-Active-Orthoses-Challenges-and-State-of-the-Art.pdf
- Forbes. (2014). Chairless Chair. octubre 2015, de forbes Sitio web: <http://www.forbes.com/sites/amitchowdhry/2014/08/24/the-chairless-chair-lets-you-sit-any>
- Ekso. (2011). Exoskeleton Load Handling System and Method of Use. octubre 2015, de Ekso Sitio web: <https://patents.google.com/patent/US20130303950A1/en>
- 3d systems. (2014). 3D Systems Prints First Hybrid Robotic Exoskeleton Enabling Amanda Boxel To Walk Tall. 2015, de 3d systems Sitio web: http://www.3dsystems.com/sites/www.3dsystems.com/files/2_18_2014_3d_systems_partners_with_ekso_bionics_to_3d_print_robotic-hybrid_exoskeleton_8.37.48_am.pdf
- BackAPP. (2015). Back App products. enero 2016, de Back App Europe AB Sitio web: <http://backapp.eu/en/products/>
- Ergostyle. (2015). Mecanismos. marzo 2016, de Ergostyle Sitio web: <http://www.ergostyle.com.mx/35-mecanismos>
- Disycom. (2015). Sillas para Oficina. marzo 2016, de Disycom Sitio web: <https://disycom.com.mx/>
- Foam Association. (2016). Joint Industry Foam Standards And Guidelines. abril 2016, de Polyurethane Foam Association Sitio web: <http://www.pfa.org/jifsg/jifsgs4.html>
- s/a. (2016). Manufactura en Fibra de Vidrio. abril 2016, de Afibra de México Sitio web: <http://www.afibra.com/es/servicios/manufactura-fibra-vidrio.html>
- Volkswagen México. Historia de Volkswagen. septiembre 2015. Sitio web: <http://www.vw.com.mx/es/mundo-volkswagen/historia.html>
- OECD. (2015). Salud. septiembre 2015, de OECD Sitio web: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/topics/health/>
- OECD. (2015). Trabajo. septiembre 2015, de OECD Sitio web: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/topics/work-life-balance-es/>
- Washington Post (2014). How Much Time is Okay to Spend Sitting. enero 2016. www.washingtonpost.com/news/wonk/wp/2015/06/02/medical-researchers-have-figured-out-how-much-time-is-okay-to-spend-sitting-each-day/
- Safe Workers (2015). Standing for Long Periods. 2016. <http://www.safeworkers.co.uk/standing-for-long-periods.html>
- CCOHS (2015) Prevention. 2016. www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ppe/foot_com.html



"Por mi raza hablará el espíritu"

2016

