



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN MOBILIARIO
MULTIFUNCIONAL PARA EL AHORRO DE
ESPACIO EN LAS VIVIENDAS**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Vargas de los Santos Héctor

DIRECTORA DE TESIS

Hanna Leslye García Guerra



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



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.

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a mi madre que ha sido mi principal motivación e inspiración, gracias a sus enseñanzas me ha brindado las herramientas para hacer frente a la vida.

Agradezco a mi directora la M.I. Hanna Leslye García Guerra por todos los conocimientos y paciencia ofrecida en el presente trabajo, así como en mi formación académica.

Agradezco a mi pareja sentimental Ana Olivia Moreno por los momentos tan lindos que hemos vivido en esta etapa de mi vida y en las que vendrán.

Agradezco a mi padre por enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia, reforzándolo con su propio ejemplo diario.

Agradezco la asesoría del Dr. Adrián Espinosa Bautista, M.I. Mariano García del Gallego y Dra. Alba Covelo por el tiempo brindado para asesorar mi trabajo.

Agradezco al Dr. Ángel Ramirez y la Lic. Paola Nichte por su apoyo en uno de los momentos más difíciles y motivación para cambiar muchas cosas que no me gustaban en mi vida.

Agradezco al Ing. Andrés Sierra por la oportunidad laboral ofrecida, ha sido un honor desempeñar mi profesión en su empresa.

Agradezco a mis compañeros de trabajo, amigos y familiares por todos los momentos de alegría que he tenido la fortuna de compartir a su lado.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2 DEFINICIÓN DE MOBILIARIO Y MULTIFUNCIONALIDAD.	4
1.3 IMPORTANCIA DE LA IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES EN EL DISEÑO DEL PRODUCTO.....	4
1.4 BENEFICIOS DE REALIZAR UN DISEÑO FUNCIONAL DESDE SU CONCEPCIÓN INICIAL.	6
1.5 FASES EN EL PROCESO DE DISEÑO.	6
1.6 ESTADO DEL ARTE EN MOBILIARIO MULTIFUNCIONAL.	6
1.7. REFLEXIÓN ACERCA DE LOS MOBILIARIOS MULTIFUNCIONALES.	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. DISEÑO PARA MANUFACTURA Y ENSAMBLE.....	11
2.1.1 <i>Método de Boothroyd-Dewhurst.</i>	11
2.1.1.1 Análisis Manual por Método de Boothroyd.	12
2.1.2. <i>Sugerencias y recomendaciones propuestas por el DFMA</i>	14
2.2. TRIZ.....	15
2.2.1. <i>Niveles de Inventiva o Innovación.</i>	16
2.2.2. <i>Contradicciones físicas y técnicas.</i>	17
2.2.2.1. Matriz de contradicciones.....	18
2.2.3. <i>Radar de la evolución de TRIZ.</i>	19
2.3 MATRIZ DE DECISIÓN.	21
2.4. MATERIALES Y PROCESOS ASOCIADOS A LA FABRICACIÓN DE MOBILIARIOS.	23
2.4.1. <i>Madera.</i>	23
2.4.1.1. Madera natural.	23
2.4.1.2. Madera procesada.	24
2.4.2. <i>Acero.</i>	24
2.4.2.1. Trabajo en lámina.	25
2.4.2.1.1. Corte.	25
2.4.2.1.2. Doblado.	26
2.4.2.1.3. Embutido.	26
2.4.2.2. Soldadura de arco eléctrico.....	27
2.4.2.3. Soldadura de oxiacetileno.	27
2.5 SOFTWARE AUXILIAR EN EL DISEÑO Y LA INGENIERÍA.	27
2.5.1 CAD.....	27
2.5.2 CAE.....	28
2.5.2.1. Método de análisis por Elemento Finito.	28
2.5.2.2 SolidWorks.	29
2.6 ERGONOMÍA.	30
2.6.1 <i>Antropometría.</i>	30
2.6.2 <i>Dimensiones para el espacio para dormir.</i>	32
2.6.3 <i>Dimensiones para el escritorio en el dormitorio.</i>	33
2.7. MUESTRA REPRESENTATIVA EN POBLACIONES FINITAS	33
2.8. IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE TOLERANCIAS Y AJUSTES EN EL DISEÑO	35
2.8.1. <i>Tolerancias.</i>	35
2.8.2. <i>Ajustes.</i>	36
2.8.2.1. Ajuste con juego.	36
2.8.2.2. Ajuste con apriete.....	36

2.8.2.3. Ajuste indeterminado.	37
2.8.3. <i>Unidad de tolerancia ISO.</i>	37
2.8.4. <i>Sistema de Ajustes ISO.</i>	38
2.8.5. <i>Ajustes ISO preferentes.</i>	39
CAPÍTULO 3. DISEÑO CONCEPTUAL.	40
3.1 INTRODUCCIÓN.	40
3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS.	40
3.2.1. <i>Determinación del espacio muestral a consultar.</i>	40
3.2.3. <i>Formato de la encuesta.</i>	41
3.2.4 <i>Análisis de resultados.</i>	43
3.2.4.1 Primera sección del cuestionario.....	43
3.2.4.2 Segunda sección del cuestionario	44
3.2.4.3 Tercera sección del cuestionario.	45
3.2.4.4 Cuarta sección del cuestionario.....	45
3.2.4.4.1 Primera pregunta de la sección.	46
3.2.4.4.2 Segunda pregunta de la sección.....	47
3.2.4.4.3 Tercera pregunta de la sección.	48
3.2.4.5 Quinta sección del cuestionario.....	49
3.2.4.6 Sexta sección del cuestionario.....	50
3.3. REDEFINICIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA Y EL ERROR ESTÁNDAR.	51
3.4. GENERACIÓN DE CONCEPTOS DE DISEÑO.	51
3.4.1. <i>Primer concepto de diseño.</i>	51
3.4.2 <i>Segundo concepto de diseño.</i>	53
3.4.3. <i>Tercer concepto de diseño.</i>	55
3.5. SELECCIÓN DE CONCEPTO DE DISEÑO.....	57
3.5.1. <i>Criterios para establecer la importancia en la Matriz de Decisión.</i>	58
3.5.2. <i>Modelo estándar de comparación.</i>	59
3.5.3. <i>Matriz de filtración.</i>	60
3.5.4. <i>Evaluación de los conceptos de diseño</i>	60
3.5.4.1. Evaluación del concepto de referencia.....	61
3.5.4.2. Evaluación del primer concepto.....	61
3.5.4.3 Evaluación del segundo concepto.	62
3.5.4.4. Evaluación del tercer concepto.	62
3.5.5. <i>Selección del concepto y comparación con los conceptos restantes.</i>	63
3.5.6. <i>Ventajas y desventajas del concepto seleccionado.</i>	63
CAPÍTULO 4. DISEÑO DE CONFIGURACIÓN.	65
4.1. INTRODUCCIÓN.	65
4.2. IDENTIFICACIÓN DE SUBSISTEMAS DEL DISEÑO.	65
4.2.1. <i>Subsistema de marco inferior.</i>	65
4.2.2. <i>Subsistema asociado a la cama plegable.</i>	66
4.2.3 <i>Subsistema asociado a las repisas superiores.</i>	68
4.2.4. <i>Subsistema de puertas plegables móviles.</i>	69
4.3. MEDIOS DE UNIÓN EN LOS SUBSISTEMAS.	70
4.4. PROBLEMAS PRELIMINARES EN LA UNIÓN DE LOS SUBSISTEMAS.	70
4.5. ENSAMBLE Y CONSTITUCIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA.	71
4.6. ANÁLISIS MANUAL DE ENSAMBLE.....	73
4.7. ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO DEL SISTEMA.	74
4.8 REDISEÑO DE COMPONENTES.	75
4.8.1 <i>Rediseño en subsistema de puertas móviles</i>	76
4.8.2. <i>Rediseño en subsistema de cama plegable</i>	77
4.8.3. <i>Rediseño en subsistema de marco</i>	79

4.9 ANÁLISIS DE BOOTHROYD AL REDISEÑO DE COMPONENTES.....	80
4.10 PROBLEMAS GENERADOS Y PARÁMETROS RELACIONADOS.....	82
4.11 UTILIZACIÓN DE TRIZ EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS GENERADOS.....	83
4.12 RADAR DE LA EVOLUCIÓN DE TRIZ.....	84
4.12.1. <i>Segmentación del espacio</i>	84
4.12.2 <i>Segmentación del objeto</i>	84
4.12.3 <i>Redes y fibras</i>	85
4.12.4 <i>Dinamización</i>	85
4.12.5. <i>Reducción de la complejidad del sistema</i>	85
4.12.6. <i>Controlabilidad</i>	85
4.12.7 <i>Decremento de la intervención humana</i>	85
4.12.8 <i>Enfoque de la compra del cliente</i>	86
4.12.9 <i>Metodología de diseño</i>	86
4.12.10 <i>Densidad</i>	86
4.12.11 <i>Uso de espectro visible</i>	87
4.12.11. <i>No linealidad</i>	87
4.13 INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL RADAR DE TRIZ.....	87
CAPITULO 5. DISEÑO DE DETALLE.....	89
5.1 INTRODUCCIÓN.....	89
5.2 MATERIALES, PROCESOS DE MANUFACTURA Y ENSAMBLES EN CADA SUBSISTEMA.....	89
5.2.1 <i>Subsistema del marco de la cama</i>	89
5.2.1.1 Ensamble del subsistema.....	89
5.2.2. <i>Subsistema de repisas</i>	90
5.2.2.1. Ensamble del subsistema.....	91
5.2.3. <i>Subsistema de cama plegable</i>	91
5.2.3.1. Proceso de ensamble del subsistema.....	92
5.2.4. <i>Subsistema de puertas móviles</i>	97
5.2.4.1. Proceso de ensamble del subsistema.....	98
5.2.5. <i>Medios de unión</i>	101
5.3 ENSAMBLE ENTRE SUBSISTEMAS.....	102
5.4. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO EN EL DISEÑO.....	107
5.5. APLICACIÓN DE AJUSTES EN EL DISEÑO.....	116
CONCLUSIONES.....	119
TRABAJO A FUTURO.....	120
BIBLIOGRAFIA.....	121
ANEXO.....	126

OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un mobiliario que tenga la capacidad de desarrollar varias funciones, buscando cubrir las necesidades de todo aquel usuario que desee aprovechar de mejor manera el espacio en alguna parte de su hogar.

INTRODUCCIÓN.

El crecimiento poblacional ha generado cambios radicales para las grandes zonas urbanas, que se han tenido que adecuar para poder dar cabida a un número cada vez más creciente de habitantes. Según el Fondo de Población de las Naciones Unidas se prevé que para el año 2030, la población perteneciente a las zonas urbanas será de aproximadamente 5.000 millones de personas ^[20]. Aspectos como el abasto a los servicios básicos, la movilidad, el transporte público, carencias de empleo y las características de la vivienda son algunos de los aspectos que más adecuación requerirán para permitir que un número cada más considerable de personas puedan subsistir en todas las grandes urbes.

Ante el reto de adaptar hábitos y productos a reducciones cada vez más considerables en el espacio disponible de nuevos tipos de inmuebles, ha tomado cada vez más relevancia la capacidad de ofrecer productos que puedan ofrecer mayor versatilidad en cuanto a sus funciones. Para muchos usuarios esto puede representar una alternativa valiosa debido a que es posible ocupar dos tipos diferentes de mobiliario en un mismo espacio y con ello es posible ahorrar el espacio que sería necesario para dos mobiliarios por separado.

Considerado lo anterior resulta evidente que este tipo de productos se encuentran abiertos a incorporar propuestas que ayuden a mejorar muchos aspectos existentes. Es por ello que la presente tesis busca la aplicación de los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera de ingeniería mecánica para el desarrollo de un mobiliario que incorpore más de una función y que cubra las necesidades de los usuarios que busquen optimizar el espacio de algún área de su inmueble.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

1.1 Planteamiento del problema.

El crecimiento poblacional en las grandes urbes es un fenómeno social que cada vez exige mayor atención por parte de gobiernos y organismos de todo el mundo, debido a las problemáticas sociales que genera. Uno de los aspectos en donde más ha repercutido el crecimiento poblacional en las grandes metrópolis es en el tipo de vivienda, ya que para poder albergar a un número cada vez más creciente de habitantes han tenido que existir adecuaciones a las características de las viviendas de forma progresiva. La principal adecuación ha sido la construcción de viviendas con espacios cada vez más reducidos, ello ha supuesto un cambio en el estilo de vida de los habitantes de las metrópolis y provocando estudios por parte de organismos y gobiernos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la vivienda debe fomentar la salud física y mental de sus habitantes, proporcionar seguridad psíquica, vínculos físicos con su comunidad y su cultura, además de un medio para expresar su individualidad. Sin embargo, la misma organización ha manifestado su preocupación debido a que una gran parte de la población mundial no puede habitar en viviendas que brinden dichas condiciones; algunos de los factores que han desencadenado esto son la pobreza, el insuficiente desarrollo económico, el crecimiento de la población, la migración, la falta de acceso equitativo a tierra y alojamiento [20].

Así mismo los gobiernos de las grandes metrópolis han tenido que destinar esfuerzos para asegurar que las viviendas no ofrezcan dimensiones inadecuadas para sus habitantes. En el caso de la Ciudad de México, el 8 de febrero de 2011 fue publicada de manera oficial por la antigua Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal, la “Norma Técnica Complementaria Para El Proyecto Arquitectónico” [21]. En este documento oficial se establecen las dimensiones mínimas con las que debe de contar una vivienda habitable (área, lado y altura), dichas dimensiones deben de ser las siguientes (Tabla 1.1).

TIPO DE EDIFICACIÓN	LOCAL	Área mínima 'En m ² ' o indicador mínimo	Lado mínimo (En metros)	Altura mínima (En metros)	Obs.
HABITACIONAL					
VIVIENDA UNIFAMILIAR VIVIENDA PLURIFAMILIAR	Recámara principal	7.00	2.40	2.30	
	Recámaras adicionales, alcoba, cuarto de servicio y otros espacios habitables	6.00	2.20	2.30	
	Sala o estancia	7.30	2.60	2.30	
	Comedor	6.30	2.40	2.30	
	Sala-comedor	13.00	2.60	2.30	
	Cocina	3.00	1.50	2.30	
	Cocineta integrada a estancia o a comedor	-	2.00	2.30	(a)
	Cuarto de lavado	1.68	1.40	2.10	
	Baños y sanitarios	-	-	2.10	(b)
	Estancia o espacio único habitable	25.00	2.60	2.30	

Tabla 1.1. Dimensiones mínimas para cada uno de los sectores de una vivienda unifamiliar o plurifamiliar para la Ciudad de México [21].

Sin embargo, a pesar de contar con este tipo de normativa para regularizar las dimensiones de las viviendas existen datos que revelan una tendencia en la reducción de las dimensiones promedio en las viviendas; uno de ellos es el proporcionado por Mexican Housing Overview, el cual revela de 2000 a 2004 el área promedio en las viviendas de interés social tuvo una reducción de 52.6 [m²] a 45.3 [m²] [22].

No solamente la reducción de espacio en las viviendas ha sido el único dato que preocupa, el número promedio de habitantes en viviendas es otro parámetro que deja en evidencia la disfuncionalidad que se presenta en muchas viviendas. Muestra de ello es que según “La encuesta Nacional de Hogares 2015” realizada por el INEGI, el 11.9% de los hogares en México se encuentran en una condición de hacinamiento; dicha condición se produce cuando el promedio de habitantes por cuarto en una vivienda es igual o mayor a 2.5 [23].

Ante esta clase de retos se ha tenido que generar una transición en el estilo de vida de las personas; dicha transición implica que las personas deban de prescindir de actividades dentro de su hogar o que tengan que realizar éstas de forma inadecuada y por lo tanto con menor comodidad. Una de las alternativas ante dicha problemática es el desarrollo de mobiliarios o equipos que tengan la posibilidad de utilizar dos o más funciones sin la necesidad de adquirirlos de manera independiente y tener que asignarles un espacio de manera separada. Este tipo de mobiliarios ofrecen una función primaria la cual desempeñan la mayor parte del tiempo normalmente y adicionalmente ofrece otra función que se conocen como función secundaria y para disponer de ella se requiere que el usuario interactúe con el sistema.

1.2 Definición de mobiliario y multifuncionalidad.

Se define como mobiliario a cualquier bien tangible que pueda ser alojado en un inmueble y que permita a la persona que habita en dicho inmueble cumplir una necesidad básica o facilitar la realización de una actividad.

Se define como multifuncionalidad a la capacidad o propiedad presente en un ente, la cual le permite realizar dos o más funciones distintas.

1.3 Importancia de la identificación de necesidades en el diseño del producto.

La importancia del diseño del producto radica en que la medida del éxito por parte de una empresa dependerá de la capacidad que ésta tenga para ofrecer bienes que sean atractivos para un mercado de consumo y dichos bienes puedan satisfacer las necesidades de los usuarios de mejor manera. Un diseño exitoso se verá traducido en un beneficio para el sector de usuarios consumidores del producto y paralelamente existirá un beneficio también para la compañía encargada del diseño y producción de éste, ya que el producto ofrecido será adquirido de forma más frecuente por parte de los usuarios [1] [7].

En el contexto actual es evidente la importancia que ha adquirido el realizar un diseño exitoso para cualquier producto de consumo humano; siempre será deseable que un diseño sea exitoso desde la parte conceptual, ya que esto ayudará a evitar inconvenientes en las posteriores etapas del diseño.

Una de las principales problemáticas en lo que respecta al diseño del producto, es la poca comprensión y conocimiento que el ingeniero de diseño tiene con respecto a las necesidades reales y subjetivas del cliente. Existe evidencia de muchos productos que no correspondieron a las expectativas de éxito que sus propios desarrolladores preveían; aunque esto se le puede atribuir a falta de mercadotecnia o publicidad del producto en cuestión, en la mayoría de los casos se debe a la falta de entendimiento de las necesidades subjetivas de la mayor parte de los usuarios del mercado, por parte del personal encargado en el diseño del producto.

Uno de los ejemplos más claros fue el de Segway Inc, compañía que en el año 2001 lanzó el “Segway Personal Transporter” que consiste en un vehículo de transporte ligero de dos ruedas y que permite ser controlado a través del autobalanceo del usuario (Fig. 1.1). En su momento el personal encargado del diseño en dicha compañía estimaba que el producto sería un rotundo éxito en el mercado, pudiendo incluso a revolucionar el transporte humano. Con el paso de los años el producto no cumplió con las expectativas de éxito que la compañía tenía, la mayoría del público manifestó de forma generalizada que el vehículo les parecía demasiado costoso, además de considerarlo peligroso y difícil de controlar. Estos aspectos no fueron consultados de forma adecuada por la compañía hasta que el producto salió al mercado, lo cual redujo en el incumplimiento de las expectativas que se habían generado respecto al producto [23] [24].



Fig. 1.1 El Segway ha sido un producto que no ha cumplido con las expectativas previstas [45].

Como este caso se pueden encontrar varios en el mercado y el común denominador de todos ellos es que las compañías no supieron conocer las necesidades subjetivas y reales que los clientes. Así como en el otro extremo, veremos que los productos más exitosos ofrecidos en el mercado, se debe a que en todo momento fueron diseñados con el objetivo de cubrir las necesidades reales de los clientes.

1.4 Beneficios de realizar un diseño funcional desde su concepción inicial.

Entre los principales beneficios de realizar un diseño exitoso desde su concepción se encuentran los siguientes ^[1]:

- Realizar productos o servicios que puedan ser funcionales para el cliente, que cubran las necesidades de forma integral, generar satisfacción en ellos y deseos de volver adquirir el producto.
- Menor complejidad en los requerimientos de los materiales, en los procesos de fabricación y ensamble inherentes a la creación del producto; lo que reditúa una reducción de los costos y tiempo de producción del mismo.
- Mayor certidumbre y seguimiento ante las posibles innovaciones que el producto pueda ofrecer en un futuro.
- Evitar rechazos del producto por incumplir las normas básicas de regulación y funcionalidad, con lo que se evitan pérdidas económicas y de tiempos.

1.5 Fases en el proceso de diseño.

Existen muchas propuestas respecto a las fases que deben de integrar el proceso de diseño. Una de las más usadas propone dividir éste en tres fases principales, las cuales son las siguientes ^[1]:

- En la fase de diseño conceptual se realiza una consulta respecto a las necesidades que se espera sean cubiertas por el producto, se crean conceptos que satisfagan dichas exigencias y se selecciona aquel concepto que lo realice de mejor manera. Un concepto consiste en una descripción de las características, geometría y alcances ofrecidos por un producto.
- En la fase de diseño de configuración se realiza una delimitación de las partes que conforman el producto en componentes, se establecen las especificaciones que deberán estar presentes en el producto, se profundiza en la descripción geométrica del producto y se comienza a realizar la planificación de los procesos de manufactura para producir el producto.
- En la fase de diseño de detalle se establecen de manera integral y precisa cada una de las especificaciones de los componentes, incluyendo los materiales y tolerancias de éstos, se diseña la herramienta asociada a la fabricación de cada componente y una planificación específica para los procesos ensamble del diseño.

1.6 Estado del arte en mobiliario multifuncional.

Los mobiliarios multifuncionales tienen el objetivo de ofrecer dos o más funciones, con esto se evita la necesidad de adquirir dos muebles distintos y ocupar un espacio menor al que ocuparían dos muebles de manera individual. La característica

principal de éstos es que son diseñados para cumplir con una función primaria y con una adecuación realizada por parte del usuario son capaces de ofrecer una función secundaria.

Un tipo de mobiliario multifuncional muy utilizado y conocido es aquel que ofrece como función secundaria el almacenaje y la función principal que generalmente se ofrece es la de cama o sofá. La apariencia de este tipo de mobiliarios es a simple vista un diseño muy parecido a la de cualquier mobiliario convencional ofrecido en el mercado y para poder abrir el compartimiento que sirve como almacén se requiere levantar la superficie de mayor área del mobiliario. Por ejemplo, en un mobiliario cuya función principal sea la de funcionar como sofá, para disponer de la función secundaria de almacenaje es necesario que el usuario deba levantar la superficie que sirve como asiento y de esta manera tendrá acceso al arcón (Fig. 1.1.).



Fig. 1.1. Ejemplo de sofá-cama con arcón [46].

Otra categoría de mobiliario multifuncional es el que tiene la función de ser abatible, un ejemplo de esta categoría se muestra en la siguiente imagen (Fig. 1.2.) y su principal característica es que a partir de una función primaria ofrecida por el mobiliario es posible disponer de la función secundaria mediante la acción de levantar o de jalar una superficie [16] [17]. En este tipo de mobiliario es muy común que la acción primaria sea la funcionar como cama, mientras que la función secundaria muestra una gran cantidad de alternativas; entre ellas pueden ser escritorio, sofá, mesa de comedor, librero, etc.



Fig. 1.2. Cama abatible que permite convertirse en sofá [47].

Otro tipo de mobiliario multifuncional es aquel que funciona mediante el plegado de las partes que componen su estructura, este plegado se da a través de delimitaciones lineales que son preestablecidos, mantienen una unión y sobre los cuales es posible doblar para obtener la compactación del mobiliario o desdoblar para obtener la función primaria; mediante la compactación a través de sus pliegues (forma pasiva) se logra que este ocupe menos espacio que el ocupado cuando se encuentra desdoblado (forma activa) ^[16] ^[17]. Un ejemplo de este tipo de mobiliario son las sillas plegables (Fig. 4.3.) cuyo estado activo sirve como asiento para usuarios y en su forma pasiva es posible plegarla de forma vertical para que adopte la forma de una lámina delgada, con cual es posible almacenarla en un espacio reducido.



Fig. 1.3. Silla Plegable con diseño de ticket^[48].

El mobiliario “box” es aquel que se encuentra constituido por un número determinado de piezas, éstas pueden montarse o desmontarse libremente ya que no cuentan con ensamblajes fijos entre sí y el usuario es quien decide la ubicación que tendrá cada componente del mobiliario o la funcionalidad del mismo, algo que distingue a este tipo de sistemas es que requiere un alto grado de manipulación por parte del usuario y por lo tanto permite una mayor gama de disposiciones posibles ^[16] ^[17]. Un ejemplo de este tipo mobiliario es un sofá-cama desmontable (Fig.1.4.) que en su forma pasiva adopta la forma de un prisma rectangular, desmontando

cada uno de los bloques acojinados que lo conforman es posible formar la estructura de una cama o de un sofá.



Fig. 1.4. Sofá-cama desmontable [49]

Otro tipo de mobiliario multifuncional es aquel que funciona mediante el deslizamiento de alguna parte de su estructura, el deslizamiento permite que el sistema se expanda cuando él usuario lo requiera (forma activa) y se pueda contraer cuando se requiera el ahorro de espacio (forma pasiva) [17]. Un ejemplo es el de una mesa auxiliar deslizable incorporada en un mobiliario para cocina (Fig. 1.5).



Fig. 1.5 Mobiliario para cocina que se expande mediante el deslizamiento de una mesa [50].

1.7. Reflexión acerca de los mobiliarios multifuncionales.

Existe una gran variedad de mobiliarios que representan una alternativa para el ahorro de espacio, la investigación referente a ellos sugiere que en un futuro cercano existan más alternativas. La aceptación que cada uno tenga dependerá no solamente de las funciones ofrecidas, del grado de estética o los materiales de los

que estará conformado; sino además dependerá de otros factores como las costumbres de los usuarios, el entorno en que habitan, su capacidad adquisitiva.

Un ejemplo de ello es el mobiliario Box, el cual demanda un mayor grado de orden por parte del usuario para integrarlo a su propia cotidianidad de manera adecuada; por tal motivo habrá usuarios de ciertas regiones o sectores poblacionales que muestren una mayor aceptación a este tipo de sistema que otros usuarios. Lo mismo influye en el poder adquisitivo, ya que regiones con situación económica menos favorable el costo será un factor fundamental y restrictivo en caso de que éste sea demasiado elevado.

Por el motivo anterior se vuelve vital conocer las costumbres, la situación de las viviendas, percepción y conocimiento de los mobiliarios, poder adquisitivo y otros aspectos que nos proporcionen certeza acerca de los factores que serían decisivos en el éxito del mobiliario en una región o sector de la población en particular.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Diseño para Manufactura y Ensamble.

El Diseño para Manufactura y Ensamble (DFMA por sus siglas en inglés) es una metodología que aplicada adecuadamente en el diseño permite optimizar y mejorar considerablemente la calidad de éste; su importancia radica en la estrecha e inevitable relación que guarda el proceso de diseño y el proceso de manufactura para dar paso al desarrollo de cualquier producto lanzado al mercado [2].

En la medida que un diseño haya sido bien analizado desde su concepción más básica y corregidas sus deficiencias de manera oportuna reeditará en una reducción de los costos de fabricación y gastos de tiempo innecesarios en los procesos de fabricación. Por el contrario, si el diseño no fue bien planeado en sus etapas iniciales y las posibles disfuncionalidades del mismo fueron ignoradas provocará que se terminen requiriendo materiales costosos o difíciles de conseguir, que el diseño integre una gran cantidad de componentes, que los ensambles resulten muy complejos, requerir de acabados muy específicos, tolerancias muy difíciles de conseguir, etc. Lo anterior provocará que al final del diseño o en el proceso de fabricación se encuentren un gran número de obstáculos y costos adicionales para poder producirlo a grandes cantidades; esto inevitablemente llevará a un punto en donde será necesario proponer rediseños que permitan la corrección de errores que se fueron generando y acumulando en el proceso mismo.

El Diseño para Manufactura y Ensamble es una conjunción de dos metodologías que guardan una estrecha relación; por una parte, el Diseño para Manufactura (DFM) se define como una metodología que, a partir de principios y reglas definidos, tiene el objetivo de que el proceso de diseño sea orientado hacia facilitar la fabricación de cada una de las partes que componen un producto. Mientras que el Diseño para Ensamble (DFA) es la metodología que propone una serie de principios y reglas, las cuales buscan que el proceso de diseño sea orientado hacia facilitar el ensamble cada una de las partes que componen un producto [2].

2.1.1 Método de Boothroyd-Dewhurst.

Esta metodología se empezó a desarrollar en la década de los sesenta por Geoffrey Boothroyd quien se encontraba fuertemente motivado en estudios referentes a los procesos de ensamble para el desarrollo de productos; gracias a la colaboración de Peter Dewhurst pudo ser materializado un método que propone una estimación de tiempos aproximados para la manipulación e inserción de cada uno de los componentes que intervienen en un diseño. Los tiempos estimados de manipulación e inserción tienen a su vez códigos asociados, todo lo anterior terminó siendo establecido en tablas que fueron elaboradas por Boothroyd y Dewhurst [2].

El método de Boothroyd y Dewhurst permite obtener certeza acerca de la eficiencia y calidad del diseño, ambos son mayores a medida que los tiempos de manipulación

e inserción disminuyan o que logren reducirse los componentes que integran el diseño.

Para que el análisis pueda ser posible se debe desensamblar completamente el sistema hasta que solamente queden las piezas individuales, una vez desensambladas todas las piezas se analiza la facilidad para manipular cada una de ellas anotando el código de manipulación y su tiempo aproximado con base en sus características geométricas; posteriormente se vuelve a ensamblar cada uno de los componentes, registrando el código y tiempo aproximado relacionado a la inserción.

Existen dos tipos de análisis, los cuales son el manual y el automático. En el análisis manual la evaluación de cada una de las piezas es pensada para que el encargado del ensamble sea una persona; mientras que en el ensamble automático el análisis y puntaje de cada una de las piezas es pensado para que el ensamble total sea realizado por un sistema automatizado.

Independientemente de cualquiera de los dos tipos de análisis, ambos comparten la característica de plantearse la posibilidad de prescindir de “las piezas no esenciales del ensamble”, esto mediante la eliminación total de la pieza o de su combinación con alguna otra pieza del ensamble. Para reconocer cuando es factible prescindir de una pieza en particular existen tres preguntas que al ser contestadas en conjunto en forma negativa nos revelan la factibilidad de ser eliminadas del ensamblaje total, dichas preguntas son:

- ¿Es necesario que la pieza se mueva de forma relativa a las otras piezas previamente ensambladas?
- ¿Es necesario que la pieza deba ser de un material distinto?
- ¿Es necesario que la pieza deba estar separada para permitir el ensamble o desdeñable de otras piezas del sistema?

Sin embargo, a pesar de que la pieza sea factible de eliminarse, en ocasiones esto no es posible llevarlo a la práctica; ya sea por la complejidad de manufacturar ciertas combinaciones de piezas, por conveniencias para el diseño, requerimientos especiales, etc. Aunque esta etapa nos permite evidenciar la factibilidad para eliminar determinadas piezas, el diseñador tiene la última decisión de hacerlo sustentado en su experiencia personal, conveniencia o consideraciones especiales en el diseño.

2.1.1.1 Análisis Manual por Método de Boothroyd.

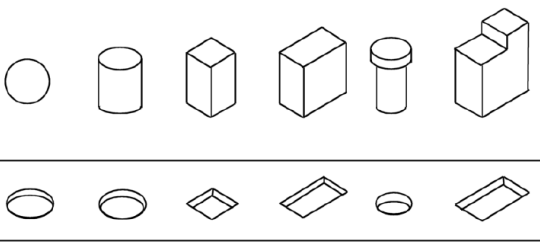
El método referido al ensamble manual tiene como principal característica que su evaluación está referida al análisis respecto al eje de inserción, tanto a lo largo como alrededor del eje de inserción [2].

Antes de realizar la evaluación referente a la manipulación de los componentes se tiene que identificar el eje de inserción de cada componente, el eje de inserción

como su nombre lo dice será la trayectoria que deba seguir la pieza para ser intercalada en el sistema.

Por una parte, los grados que son necesarios para poder orientar una pieza para que sea insertada nuevamente alrededor de su propio eje de inserción, se le conocen como ángulo β . A su vez los grados necesarios para poder orientar una pieza para que sea correctamente insertada nuevamente a lo largo de su eje de inserción, recibe el nombre de ángulo α .

Los valores de algunas geometrías comunes se encuentran plasmadas en la tabla 2.1, como se puede apreciar entre más compleja es la geometría de una pieza tienden a ser mayores ambos ángulos. Por ejemplo, para un cuerpo esférico, en el cual no existe ningún orden específico para ser insertado con respecto a alguno de los dos ejes de inserción, contará con ambos ángulos con valor de 0° .



α	0	180	180	90	360	360
β	0	0	90	180	0	360

Tabla 2.1 Ángulos α y β para diversas geometrías en los componentes de diseño [2].

Posteriormente recabada la información acerca de los ángulos referentes a la pieza, son utilizados para la obtención del código de dos números y el tiempo estimado de manipulación. En este método existen tiempos de manipulación mayores cuando se trata de piezas grandes y pesadas, ya que éstas suelen requerir de ayuda para ser sujetadas o manipuladas; también en el caso de piezas que sean muy pequeñas al requerir de pinzas especial o especial precisión para ser manipuladas adecuadamente. En la siguiente tabla 2.2 se pueden apreciar los códigos de dos dígitos y los tiempos estimados para la manipulación manual.

MANUAL HANDLING-ESTIMATED TIMES (s)

Parts are easy to grasp and manipulate					Parts present handling difficulties (1)					
Thickness > 2 mm					Thickness ≤ 2 mm					
Size > 15 mm	6 mm ≤ size > 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size > 15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98
1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7
3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4

Key: One hand

Parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools

- $(\alpha + \beta) < 360^\circ$
- $360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$
- $540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$
- $(\alpha + \beta) = 720^\circ$

Tabla 2.2 Tiempo estimado para la manipulación manual en las piezas [2].

Posteriormente que se ha determinado el código numérico de dos números y el tiempo estimable a la manipulación; se obtiene un nuevo código numérico de dos dígitos y su correspondiente tiempo aproximado con respecto a la inserción manual del ensamble, a continuación, se muestra la tabla con los códigos numéricos y tiempos estimados en la inserción manual (Tabla 2.3).

MANUAL INSERTION-ESTIMATED TIMES (s)

		Alter assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3)				
		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		
Key:		No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	
		0	1	2	3	6	7	8	9	
Addition of any part (1) where neither the part itself nor any other part is finally secured immediately Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
	Due to obstructed access or restricted vision (2)	1	4	5	5	6	8	9	9	10
	Due to obstructed access and restricted vision (2)	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

		No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fits, circlips, spire nuts, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion				Screw tightening immediately after insertion				
		Easy to align and position with no resistance to insertion (4)	Not easy to align or position during assembly and/or resistance to insertion (5)	Plastic bending or torsion		Riveting or similar operation		Easy to align and position with no torsional resistance (4)	Not easy to align or position and/or torsional resistance (5)			
No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)			Easy to align and position during assembly (4)	Not easy to align or position during assembly							
Key:		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		Addition of any part (1) where the part is being finally secured immediately Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	3	2	5	4	5	6	7	8	9
Due to obstructed access or restricted vision (2)	4		4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5
Due to obstructed access and restricted vision (2)	5		6	9	8	9	10	11	12	13	10	12

Tabla 2.3 Tiempos estimados para la inserción manual en las piezas [2].

2.1.2. Sugerencias y recomendaciones propuestas por el DFMA

Con el objetivo de mejorar los procesos de ensamble, Boothroyd propone una serie de recomendaciones que aplicadas en el proceso de diseño de los componentes de cualquier sistema pueden hacer más fácil el proceso de ensamble, las principales propuestas son las siguientes:

- Resulta altamente recomendable diseñar componentes que cuenten con una completa simetría respecto al eje de inserción y a lo largo de éste. Realizar esto facilita los procesos de orientación, ya que no es necesario que la persona o sistema encargado del ensamble tenga que orientar la pieza de una forma específica, con lo cual los tiempos de ensamble se minimizan.
- En caso de que no sea posible dar una simetría total en la pieza, se recomienda evidenciar su asimetría, con el objetivo de que sea más fácil

para la persona o sistema encargado del ensamble identificar la orientación correcta para la inserción.

- La mayoría de las piezas antes de ser manipuladas, se encuentran en depósitos junto con piezas del mismo tipo, se recomienda que el diseño de las piezas evite que se aniden o atoren con otras piezas del mismo tipo.
- Eliminar o reducir los componentes que puedan adherirse entre sí, carezcan de rigidez, tengan dimensiones muy grandes o pequeñas; todas ellas son características que complican la manipulación de la persona o la máquina.
- El diseño de los componentes debe ser intentando evitar problemas como falta de estabilidad o atascamiento al momento de realizar la inserción.
- Es recomendable el uso de chaflanes o redondeo de las esquinas rectas de los componentes, esto con el objetivo de reducir la resistencia a la inserción en los ensambles.
- Estandarizar componentes y procesos de fabricación que reditúen una reducción de costos.
- Siempre y cuando no se afecte la funcionalidad del sistema, asignar ajustes menos estrechos y de esta manera evitar esfuerzos adicionales para que la inserción pueda ser posible.
- Qué los ensambles sean realizados en línea recta de forma vertical y descendente, evitando que tenga que orientarse la pieza en varias direcciones.
- Diseñar componentes que no requieran ser orientados de manera progresiva o continúa a lo largo del proceso de ensamble, es decir que una vez orientados puedan ser soltados.
- Evitar las uniones mecánicas que requieran mayor tiempo o complejidad de ensamble.

2.2. TRIZ.

TRIZ es la abreviatura de Tiejoriya Riesheniya Izobrietatielskij Zadach, cuya traducción en español es Teoría de Resolución de Problemas Inventivos; la teoría cuenta con una metodología algorítmica que es usada para la resolución de problemas técnicos. TRIZ en su concepción más genuina es un conjunto de herramientas, estrategias, modelos, técnicas, algoritmos formulados para incentivar el talento creativo y proponer principios de solución a problemas tecnológicos o de invención. Por este motivo TRIZ no solamente proporciona un conjunto de recursos que encaminan hacia la generación de principios de solución a problemas tecnológicos, sino que además permite la generación de productos novedosos y fomentar el desarrollo de la creatividad del equipo de trabajo en cuestión; esto trae grandes beneficios para las empresas, ya que permite la optimización de los procesos productivos existentes en la misma, mayor capacidad de los integrantes

ante los retos inherentes a la empresa y productos que cubran de mejor manera las necesidades de los clientes [3].

En la década de los cuarentas, el ingeniero ruso Genrikh Altshuller trabajaba en un departamento de patentes y su función principal consistía en proporcionar la patente que fuera requerida y de forma secundaria proponer principios de solución para los problemas del solicitante. Para el cumplimiento de su labor Altshuller tuvo que revisar miles de patentes y después de un tiempo concluyó que existían principios de solución o invención que daban solución a diversos problemas técnicos y estos se repetían en muchas de las patentes; Altshuller decidió realizar una clasificación entre los principios de solución que identificó y los parámetros que intervenían en los problemas técnicos.

Entre todas las herramientas proporcionadas por TRIZ estas son algunas de las que más se adecuan al diseño del producto:

- Niveles de inventiva o innovación.
- Contradicciones físicas y contradicciones técnicas.
- Análisis de recursos.
- Idealidad del sistema.
- Radar de evolución.

Para el diseño del mobiliario habrá un enfoque principalmente en las contradicciones técnicas y en el radar de la evolución.

2.2.1. Niveles de Inventiva o Innovación.

La teoría propone una clasificación de cada invento o producto desarrollado de acuerdo a un nivel de innovación y para ello se proponen cinco niveles posibles [3].

El nivel uno implica simples y pequeñas mejoras en el aspecto técnico del sistema, por lo que este problema puede ser resuelto por cualquier persona que cuente con una cercanía adecuada al problema y que tenga conocimientos básicos respecto a éste.

El nivel dos implica una invención en donde se realiza la resolución de una contradicción técnica, por esto se requiere tener un conocimiento relacionado con los sectores que intervienen para el desarrollo de la invención de una forma más profunda que en el nivel anterior.

El nivel tres implica la resolución de una contradicción física, por esto mismo es necesario el conocimiento de áreas ajenas al desarrollo de la invención, como podría ser de las ciencias exactas (Física, Química, Biología).

El nivel cuatro implica la implementación o surgimiento de una nueva tecnología o paradigma de funcionamiento, con lo cual ahora se concibe un sistema o proceso totalmente novedoso. Es necesario tener un conocimiento amplio sobre las diversas ciencias, porque la resolución puede abarcar fuera de los límites de ésta.

El nivel cinco implica simple y sencillamente un descubrimiento, el cual es considerado puramente una invención pionera o el descubrimiento de una nueva sustancia; por lo que genera a su paso un antes y un después. Para llegar a este nivel es necesario un conocimiento fuera de los límites de la ciencia y la resolución también está fuera de los mismos límites.

2.2.2. Contradicciones físicas y técnicas.

Las contradicciones físicas y técnicas son la parte central de TRIZ, ya que de éstas se pueden extraer los principios de solución para una gran cantidad de problemas en el ámbito ingenieril o inclusive en otros ámbitos como en el administrativo.

Una contradicción técnica surge cuando en el afán de mejorar cualquier atributo o característica en un sistema tecnológico se da el empeoramiento o deterioro en otro atributo del mismo sistema. Para la resolución de dichas contradicciones se proponen principios de solución, los cuales se encuentran fundamentados en la revisión de aproximadamente 200,000 patentes que en su tiempo fueron motivo de revisión por parte de Altshuller, quién de manera analítica desarrolló una matriz que relaciona el parámetro de beneficio y el parámetro de empeoramiento y en función de dicha relación muestra principios de solución que al implementarse en el sistema permiten mejorarlo.

En total existen 39 parámetros de mejora o empeoramiento para cualquier sistema, a su vez Altshuller englobo un total de 40 principios inventivos o de solución. Cabe aclarar que no siempre estos principios inventivos pueden ayudar íntegramente en la resolución del problema, pero si es posible conocer rutas viables que pueden servir de guía en la resolución del problema o proponer aspectos de mejora [3].

En la tabla 2.4 se muestran los parámetros de mejora o empeoramiento, mientras que en la tabla 2.5 se muestran los principios de solución que es posible interpretar para la resolución de problemas [3].

1	Peso de un objeto en movimiento	21	Potencia
2	Peso de un objeto sin movimiento	22	Desperdicio de energía
3	Longitud de un objeto móvil	23	Desperdicio de sustancia
4	Longitud de un objeto sin movimiento	24	Pérdida de información
5	Área de un objeto en movimiento	25	Desperdicio de tiempo
6	Área de un objeto sin movimiento	26	Cantidad de sustancia
7	Volumen de un objeto en movimiento	27	Confiabilidad
8	Volumen de un objeto sin movimiento	28	Precisión de mediciones
9	Velocidad	29	Precisión de manufactura
10	Fuerza	30	Factores perjudiciales actuando en objeto
11	Presión/Esfuerzo	31	Efectos secundarios dañinos
12	Forma	32	Manufacturabilidad
13	Estabilidad del Objeto	33	Conveniencia de uso
14	Resistencia	34	Reparabilidad
15	Durabilidad de un objeto en movimiento	35	Adaptabilidad
16	Durabilidad de un objeto sin movimiento	36	Complejidad de un mecanismo
17	Temperatura	37	Complejidad de control
18	Brillo	38	Nivel de automatización
19	Energía gastado por objeto en movimiento	39	Productividad
20	Energía gastado por objeto sin movimiento		

Tabla 2.4 Parámetros de mejora o empeoramiento utilizados en TRIZ [3].

1	Segmentación	21	Velocidad
2	Separación ó Extracción	22	Convertir Daño en Beneficio
3	Calidad Local	23	Retroalimentación
4	Asimetría	24	Intermediación
5	Consolidación ó combinación	25	Autoservicio
6	Universalidad	26	Copia
7	Anidación	27	Desechar
8	Contrapeso	28	Sustitución de sistemas mecánicos
9	Reacción preliminar	29	Uso de sistema hidráulico o neumático
10	Acción preliminar	30	Uso de membranas o películas
11	Amortiguamiento anticipado	31	Porosidad
12	Equipotencialidad	32	Cambio de color
13	Inversión	33	Homogenidad
14	Esferoidalidad	34	Restauración y recuperación de partes
15	Dinamismo	35	Cambio de propiedades
16	Parcialidad o excesividad	36	Transición de Fase
17	Nueva dimensión	37	Expansión Térmica
18	Vibración Mecánica	38	Facilitar la Oxidación
19	Acción Periódica	39	Ambiente inerte
20	Continuidad de Acción Útil	40	Materiales Compuestos

Tabla 2.5 Principios de Solución propuestos por TRIZ [3].

Por otra parte, las contradicciones físicas van a surgir cuando existe un conflicto excluyente entre una misma característica física del sistema; es decir que existe una característica “a” la cual resulta conveniente cambiar o mejorar, sin embargo, al hacer esto se produce colateralmente un resultado indeseado que entra en conflicto consigo misma. Para la resolución de una contradicción física se hace uso de 4 principios físicos que son los siguientes:

- Principio de separación en el tiempo.
- Principio de separación en el espacio.
- Principio de separación en la escala.
- Principio de separación por la condición.

2.2.2.1. Matriz de contradicciones.

A través de la aplicación de la matriz de contradicciones es posible obtener principios de solución a conflictos técnicos, la utilización de la matriz se fundamenta en la identificación del parámetro de mejora deseada en nuestro sistema y su comparativa con el parámetro que resulta deteriorado de forma paralela a la mejora anterior.

Para que dicha comparativa pueda ser posible se ha formulado una matriz conocida como “Matriz de las contradicciones”; en esta matriz los 40 parámetros de mejora se encontraran distribuidos en la parte izquierda ocupando las filas de la matriz y las 39 contradicciones técnicas o parámetros de empeoramiento se encuentran numerados en la parte superior, ocupando el espacio de las columnas de la matriz, dentro de cada celda de la matriz existe una serie de números los cuales son referentes a la numeración de cada uno de los 40 principios de solución posibles que propone TRIZ para la resolución de la contradicción técnica, la estructura de la matriz de contradicciones de forma parcial es la siguiente (Tabla 2.6).

	1.- Peso de un objeto en movimiento	2.- Peso de un objeto en reposo	3.- Longitud de un objeto móvil	4.- Longitud de un objeto en reposo	5. Área de un objeto en movimiento	6.- Área de un objeto en reposo	7.- Volumen de un objeto en movimiento
1.- Peso de un objeto en movimiento			8, 15, 29, 34		17, 29, 34, 38		2, 28, 29, 40
2.- Peso de un objeto en reposo				1, 10, 29, 35		2, 13, 30, 35	
3.- Longitud de un objeto móvil	8, 15, 29, 34				4, 15, 17		4, 7, 17, 35
4.- Longitud de un objeto en reposo		28, 29, 35, 40				7, 10, 17, 40	
5. Área de un objeto en movimiento	2, 4, 17, 29		4, 14, 15, 18				4, 7, 14, 17
6.- Área de un objeto en reposo		2, 14, 18, 30		7, 9, 26, 39			
7.- Volumen de un objeto en movimiento	2, 26, 29, 40		1, 4, 7, 35		1, 4, 7, 17		

Tabla 2.6 Muestra parcial de la matriz de las contradicciones.

Los principios de solución propuestos por la matriz requerirán un cierto nivel de interpretación y discretización para que puedan ser aplicados al problema de forma particular, ya que los enunciados de los principios de solución son expresados de forma muy general.

2.2.3. Radar de la evolución de TRIZ.

El radar de evolución permite obtener certeza acerca de las tendencias de desarrollo para los sistemas tecnológicos, lo anterior es posible mediante la generación de un radar asociado a cualquier sistema tecnológico que de manera gráfica muestra el grado de desarrollo del mismo.

Para generar dicho radar se tiene que seleccionar los criterios que se considera que intervienen en el grado de desarrollo tecnológico, los criterios son los siguientes:

- Segmentación del objeto.
- De macro a nano escala.
- Segmentación del espacio.
- Segmentación de la superficie.
- Evolución geométrica o construcción lineal.
- Evolución geométrica o construcción volumétrica.
- Dinamización.
- Ritmo coordinado.
- Acción coordinada.

- Reduciendo la conversión de energía de n a 0.
- Controlabilidad.
- Decremento de la intervención humana.
- Mono-Bi-Poli objetos similares.
- Mono-Bi-Poli objetos diferentes.
- Mono-Bi-Poli diferencias crecientes.
- Reducir complejidad del sistema.
- Incremento de asimetría.
- Incremento en el uso de color.
- Incremento en la utilización de los sentidos.
- Materiales inteligentes.
- Grados de libertad.
- Amortiguamiento reducido.
- Punto de diseño.
- Metodología de diseño.
- Enfocar en la adquisición del cliente.
- Evolución del mercado.
- Decremento de la densidad.
- No linealidad.
- Fibras y telas.
- Incremento de la transferencia.

Cada criterio tiene asociado un número finito de niveles de desarrollo, el primer nivel supone el nivel más bajo de desarrollo y el nivel más alto supone el nivel más avanzado de desarrollo en dicho criterio. Por lo que un sistema ubicado en mayor nivel será considerado como tecnológicamente más avanzado que un sistema ubicado en un nivel más abajo en lo que respecta al criterio en cuestión.

Una vez evaluados los niveles asociados a cada uno de los criterios que intervienen en el desarrollo tecnológico del sistema, se estructurará dicha información; primero se dibuja un círculo y se hace una división seccional de éste dependiendo del número de criterios que intervienen en el desarrollo del sistema, se escribe el nombre de cada criterio en el cruce entre el perímetro de la circunferencia y de todas las líneas divisorias, se registra el nivel de desarrollo asociado a cada criterio quedando una estructura de radar como la siguiente (Fig. 2.1).

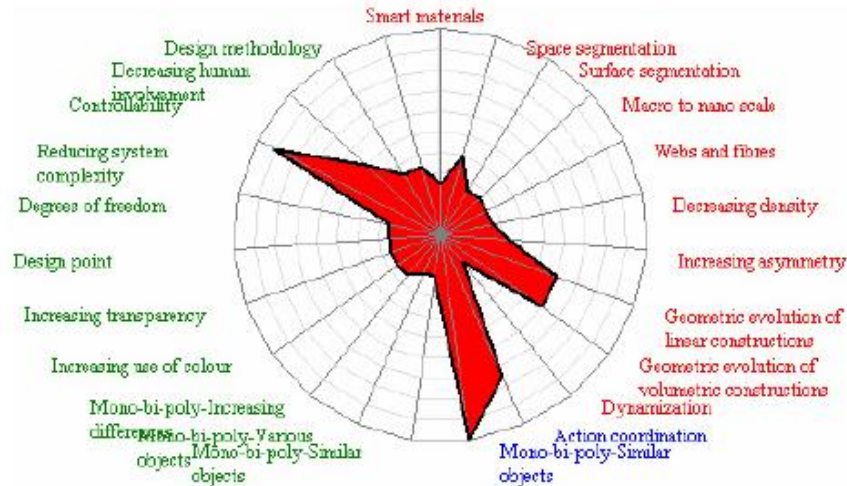


Fig. 2.1 Ejemplificación del radar de la evolución de TRIZ [51].

El software CREAM es una herramienta computacional de gran utilidad en el desarrollo de la metodología TRIZ, ayudando sobretodo en la fase de creación del radar de evolución con una interfaz intuitiva y fácil de utilizar.

2.3 Matriz de Decisión.

La matriz de decisión es una herramienta de gran uso en los diversos campos de la ingeniería y en cualquier otro campo que requiera toma de decisiones, permite que a partir de diversas alternativas de decisión que se presentan se pueda realizar una evaluación de cada una y conocer cuál es la alternativa que de mejor manera cumple con todos aquellos aspectos considerados valiosos [1].

La matriz de decisión aplicada al proceso de diseño se basa en la ponderación numérica del grado de satisfacción que ofrece cada alternativa de diseño para cumplir cada necesidad o factor de éxito relacionado al producto; estas ponderaciones a su vez son tomadas en cuenta para que al final las alternativas de diseño que cuenten con calificación global más favorable sean las alternativas elegidas.

Una de esas propuestas es la que propone Ulrich, en donde todos los conceptos de diseño deben ser evaluados con respecto a un concepto de diseño de referencia, a partir de esta comparación se podrá establecer cómo responde cada concepto de diseño con respecto a un concepto que de preferencia sea considerado un estándar industrial.

Opcionalmente también propone aplicar previamente una matriz de filtrado que tiene el objetivo de descartar los conceptos de diseño que resulten peor calificados en una evaluación preliminar que generalmente es más sencilla. En esta matriz se utiliza un signo positivo (+) cuando el concepto en cuestión ofrezca más funcionalidad en el cumplimiento de la necesidad o característica de diseño que el concepto de referencia; cuando el concepto a evaluar ofrezca menor funcionalidad

en el cumplimiento de la necesidad o característica de diseño que el concepto de referencia, se asignará un signo negativo (-) y por último cuando el concepto presente la misma funcionalidad en el cumplimiento de la necesidad o característica que nuestro concepto de referencia se asignará un 0 (Tabla 2.6).

Criterios de selección	Conceptos						
	A Cilindro maestro	B Freno de hule	C Trinquete	D (Referencia) Tope de émbolo	E Anillo orbital	F Ajuste de palanca	G Tornillo del selector
Facilidad de manejo	0	0	-	0	0	-	-
Facilidad de uso	0	-	-	0	0	+	0
Facilidad de lectura de ajustes de dosis	0	0	+	0	+	0	+
Precisión en medición de dosis	0	0	0	0	-	0	0
Durabilidad	0	0	0	0	0	+	0
Facilidad de manufactura	+	-	-	0	0	-	0
Portabilidad	+	+	0	0	+	0	0
Suma +	2	1	1	0	2	2	1
Suma 0	5	4	3	7	4	3	5
Suma -	0	2	3	0	1	2	1
Evaluación neta	2	-1	-2	0	1	0	0
Lugar 1	6	7	3	2	3	3	
¿Continuar?	Sí	No	No	Combinar	Sí	Combinar	Revisar

Tabla 2.6 Ejemplo de una matriz de filtrado [1].

El desarrollo de la matriz de selección guarda una estrecha semejanza con la matriz de filtrado, la única diferencia radica en la escala de evaluación. En la matriz de selección se utiliza una escala del uno al cinco, cada valor será asignado de acuerdo a lo siguiente.

- 1: Mucho peor que la referencia.
- 2: Peor que la referencia.
- 3: Igual que la referencia.
- 4: Mejor que la referencia.
- 5: Mucho mejor que la referencia.

Sin embargo, en los casos en los que en que la referencia no sea un estándar industrial promedio, es recomendable que la evaluación de todos los conceptos y de la referencia sea de manera independiente, del 1 al 5 en función del rendimiento ante cada necesidad o factor de diseño.

Para que el ejercicio sea más realista posible y teniendo en cuenta que los factores que hacen exitoso el diseño, sistema o proceso no suelen tener el mismo grado de importancia; es recomendable que el personal involucrado evalúe la relevancia de cada factor o necesidad, asignándole una medida porcentual que será escrita al lado de cada necesidad o factor, al momento de realizar la evaluación de cada alternativa se multiplica el grado de cumplimiento de escala con el valor de cada factor.

		Concepto							
		A (Referencia) Cilindro maestro		DF Tope de palanca		E Anillo amortiguador		G+ Tornillo del selector+	
Criterios de selección	Peso	Califi- cación	Evaluación ponderada	Califi- cación	Evaluación ponderada	Califi- cación	Evaluación ponderada	Califi- cación	Evaluación ponderada
Facilidad de manejo	5%	3	0.15	3	0.15	4	0.2	4	0.2
Facilidad de uso	15%	3	0.45	4	0.6	4	0.6	3	0.45
Facilidad de lectura de ajustes de dosis	10%	2	0.2	3	0.3	5	0.5	5	0.5
Precisión en medición de dosis	25%	3	0.75	3	0.75	2	0.5	3	0.75
Durabilidad	15%	2	0.3	5	0.75	4	0.6	3	0.45
Facilidad de manufactura	20%	3	0.6	3	0.6	2	0.4	2	0.4
Portabilidad	10%	3	0.3	3	0.3	3	0.3	3	0.3
Total puntos			2.75	3.45	3.10		3.05		
Lugar			4	1	2		3		
¿Continuar?		No		Desarrollar		No		No	

Tabla 2.7 Ejemplo de matriz de decisión ^[1].

Por ejemplo, en la evaluación de un concepto de diseño, si es calificado con un 4 en lo que a facilidad de uso se refiere y a su vez este factor cuenta con un 15% de relevancia en el diseño (el valor numérico de la necesidad es 0.15), se multiplica 0.15 por el 4 de la evaluación del concepto, dando como resultado 0.6 y será anotado a la derecha de la calificación de 4.

Se realiza el ejercicio anterior para todas las necesidades del mismo concepto, posteriormente la evaluación para todas las necesidades de los siguientes conceptos y una vez finalizada se hace la sumatoria de todas las calificaciones resultantes; el concepto que cuente con una sumatoria mayor será el escogido para ser diseñado.

2.4. Materiales y procesos asociados a la fabricación de mobiliarios.

2.4.1. Madera.

La madera es uno de los materiales que más ampliamente han sido utilizados por la humanidad, desde épocas remotas hasta la actualidad, siendo usado para una múltiple cantidad de aplicaciones. La madera es un compuesto orgánico proviene de la estructura interna de los árboles y encontrándose por debajo de la corteza de éste, se encuentra constituido aproximadamente por un 50% de celulosa, un 30% de lignina que proporciona rigidez a la madera y un 20% de diversos compuestos orgánicos (Azúcares, almidón, grasas, aceites, resinas, etc.) ^[16].

Las principales características de la madera son contar con una densidad menor del agua, es biodegradable, anisotrópico ya que varía sus propiedades o densidad a lo largo de su estructura, alta capacidad de almacenar humedad, aislante térmico y eléctrico, aumento de la densidad en función del aumento en la humedad, tendencia al agrietamiento ante el secado drástico.

2.4.1.1. Madera natural.

La madera natural es aquella que se deriva directamente del tronco del árbol y no involucra ningún otro tipo de componente en su estructura ^[16]. Existen múltiples

formas de clasificar a la madera natural, pero la más común es de acuerdo a su dureza que se define como la resistencia que presentan los materiales a ser penetrados en su superficie.

De acuerdo al criterio anterior las maderas pueden ser englobadas como maderas duras las cuáles presentan una mayor resistencia a la penetración en su superficie y como maderas blandas que oponen menor resistencia a este fenómeno.

2.4.1.2. Madera procesada.

Las maderas procesadas generalmente son una alternativa más económica para el uso de la madera ya que ofrecen la posibilidad de obtener productos semejantes a la madera original a partir de desechos reciclados ^[16]. Entre las maderas procesadas las más conocidas son la madera chapada, contrachapada y aglomerada.

La madera chapada se basa en el uso de láminas de ligero grosor (menor a 7 mm) que actuará como una cubierta sobre otra estructura de madera de mayor grosor, esto se realiza con fines estéticos, ya que la chapa cuenta con mejor acabado que la madera interna.

La madera contrachapada se encuentra constituida por una serie de chapas de madera apiladas entre sí y con una orientación de 90° entre las fibras de las chapas apiladas, lo que proporciona una buena resistencia mecánica.

La madera aglomerada es fabricada a partir de pequeñas virutas derivadas de la madera, para la unión de éstas se usan adhesivos o aglutinantes, que junto con la aplicación de presión y temperatura por parte de prensas se logra cohesionar dichos materiales, formando tabloncillos que cuentan con medidas estandarizadas. Las maderas aglomeradas son una alternativa económica y sustentable, ya que se fabrican estructuras con propiedades similares a la madera, a partir de la reutilización de residuos surgidos de la madera como aserrín o fibras, el tipo de aglutinante y la presión efectuada influye en la densidad inherente al tabloncillo.

La madera de fibra de densidad media (MDF) es un tipo de madera aglomerada que ha cobrado gran auge en la actualidad, se basa en el uso de fibras de maderas que son aglutinadas con resinas, esto se logra mediante su compactación en planchas que proporcionan la presión y calor necesarios para lograr la cohesión entre componentes y el producto cuenta con densidad uniforme en su estructura. Entre los atributos que ofrece este tipo de maderas es la facilidad para mecanizarla y contar con buenas propiedades mecánicas, lo que la vuelve una alternativa interesante para la fabricación de mobiliarios.

2.4.2. Acero.

El acero es el material metálico más ampliamente utilizado en la ingeniería debido a sus propiedades mecánicas, buena capacidad de ser maquinado, alta ductilidad, posibilidad de ser sometidos a tratamientos térmicos, precio accesible, permite ser soldado ^[5].

El acero se basa en la aleación química del Hierro con Carbono, dicha aleación va de los 0.02% a los 0.8% de contenido en Carbono. Los aceros aleados surgen cuando adicionalmente se agregan otros elementos para obtener ciertas propiedades específicas, algunos de estos elementos son el Níquel, Cromo, Silicio, Manganeso, etc.

2.4.2.1. Trabajo en lámina.

Se le conoce como trabajo en lámina a cualquier proceso realizado a partir de la transformación de una lámina metálica delgada, cuyo grosor esté entre los 0.4 [mm] y 6 [mm]. El doblado, cortado y embutido son los tres tipos más comunes de trabajo en lámina [5].

2.4.2.1.1. Corte.

Para que se dé el corte de una lámina lo primero es colocar ésta por debajo de un punzón que será el herramienta activa y simultáneamente por encima de un troquel que será el herramienta pasivo, además deberá existir una separación horizontal entre bordes muy estrecha [5]. El punzón debe comenzar a bajar, lo que genera una deformación plástica en la superficie de la lámina, conforme el punzón va penetrando aún más en la lámina se comienza a producir una fractura entre la separación del borde del punzón y el borde del troquel, provocando una separación de la lámina si el espacio entre ambos bordes es el correcto (Fig. 2.2).

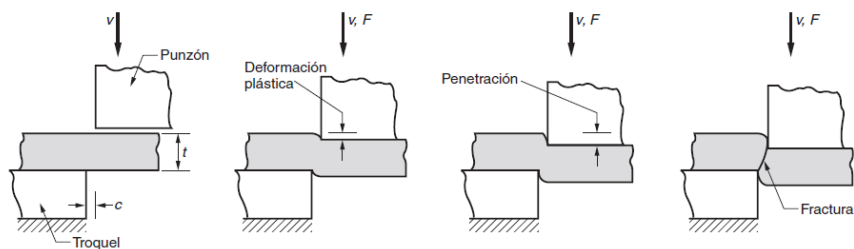


Fig. 2.2. Fases referentes al corte en lámina metálica [5].

El espacio entre el punzón y el troquel es tan relevante que su asignación incorrecta provoca defectos e inconvenientes en el proceso; por una parte un espacio de separación demasiado pequeño ocasiona que se tengan que aplicar esfuerzos excesivos para realizar el corte al no coincidir las líneas de fractura, mientras que un espacio demasiado grande provocará grandes rebabas en la lámina (Fig.2.3); Grover recomienda que la separación entre los herramientas sea entre un 4% y 8% del espesor de la lámina [5].

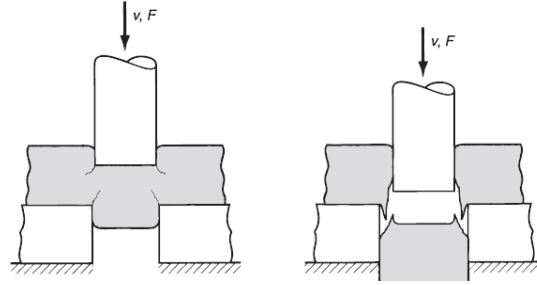


Fig. 2.3. Problemas generados en el corte de lámina por espacio inadecuado entre punzón y troquel, del lado izquierdo hay un déficit del espacio adecuado y del lado derecho un exceso de espacio adecuado [5].

2.4.2.1.2. Doblado.

El doblado es la deformación plástica que sufre una lámina metálica con respecto a un eje recto conocido como neutro, producto de dicha deformación la parte de la lámina que se encuentra por debajo del eje neutro se comprime y la parte que se encuentra por arriba del eje neutro se estira (Fig. 2.4). Las variantes del doblado son principalmente dos, las cuales son doblado en V y doblado de bordes.

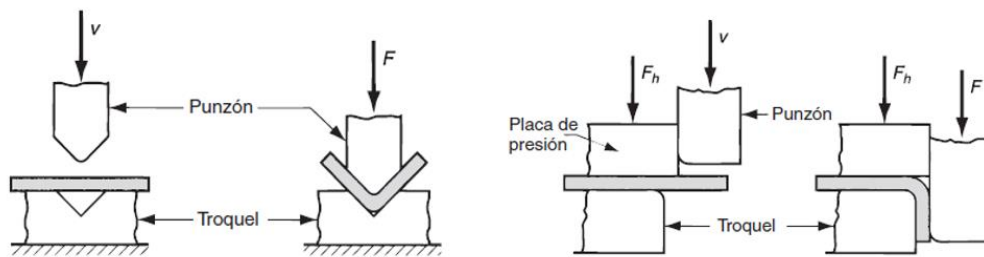


Fig. 2.4. Descripción gráfica de las dos principales variantes del doblado de lámina metálica. [5]

En el doblado en V, la lámina se deformará entre un troquel y un punzón, adoptando la forma que existe entre ellas, el punzón será el herramental activo que ejercerá presión sobre la lámina y el troquel (herramental pasivo) se encontrará debajo de la lámina metálica. Este tipo de doblado suele ocuparse para operaciones de baja demanda, aunque suele ser más económico.

En el doblado de bordes la lámina metálica se encontrará encima del troquel y debe sobresalir horizontalmente con respecto a éste, un punzón ejercerá presión sobre la lámina sobresaliente y doblará ésta sobre el borde del troquel. Este tipo de doblado es muy conveniente para dobleces de 90° o menos, para dobleces de más de 90° la operación se complica y generalmente involucra mayores costos por lo que es recomendable para alto número de demanda.

2.4.2.1.3. Embutido.

El embutido es un proceso en donde se coloca una lámina metálica sobre una cavidad de troquel, el punzón empujará la lámina contra el troquel, haciendo que la lámina adopte la forma interna del troquel e interna del punzón (Fig. 2.5.). Gracias al embutido es posible fabricar componentes que cuenten con una cavidad en su estructura como lo son latas, cajas, lavabos de baño, carrocería de vehículos, etc.

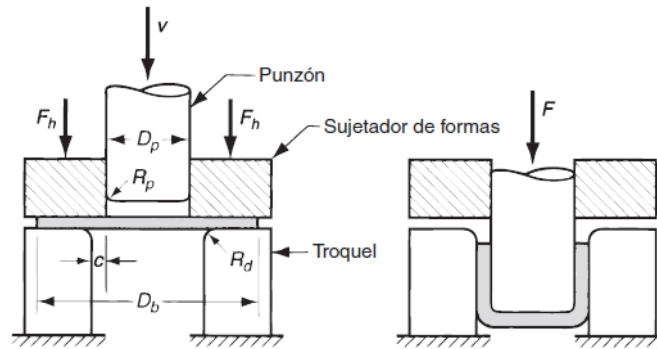


Fig.2.6. Descripción gráfica del proceso de embutido en lámina metálica [5].

Entre todos los parámetros a considerar en la operación de embutido, la fuerza de sujeción es la más importante porque una fuerza de sujeción demasiado baja ocasionará rugosidad es indeseables en la superficie y una fuerza de sujeción demasiado alta impedirá que el metal fluya adecuadamente, ocasionando que haya regiones con menor grosor y con riesgo a desgarrarse.

2.4.2.2. Soldadura de arco eléctrico.

La soldadura de arco eléctrico es un proceso en el que un electrodo al entrar en contacto con la superficie de una pieza de trabajo generará calor suficiente para derretir una parte de ésta y generar una unión mediante de dicho material derretido; opcionalmente interviene un metal de relleno que se derretirá y conformará la unión soldada. El calor generado surge cuando el electrodo se acerca lo suficiente a la superficie de la pieza de trabajo, lo que genera una corriente eléctrica a través de la separación entre ambos [5].

2.4.2.3. Soldadura de oxiacetileno.

En un proceso de soldadura con oxiacetileno un soplete liberará una flama que fundirá el material que fungirá como unión, dicha flama será producto de la combustión generada por oxígeno y acetileno en contacto [5]. En este tipo de soldadura es opcional utilizar metal de relleno en forma de varilla.

2.5 Software auxiliar en el diseño y la ingeniería.

2.5.1 CAD.

CAD es la abreviatura de “Computer Aider Desing” y se define como la utilización de cualquier tecnología informática que tenga la capacidad de servir como herramienta auxiliar en las diversas etapas de diseño en la ingeniería [12].

El alcance que tiene el CAD va desde el modelado de cualquier objeto físico mediante el uso de programas de software, la representación de las dimensiones de cualquier componente en planos de sus vistas principales, la posibilidad de vislumbrar los ensambles inherentes al diseño, etc.

La primera utilidad del CAD es la de servir como apoyo para la generación de la arquitectura de un producto, ya que al modelar geoméricamente éste es posible visualizar y corregir defectos inherentes a su diseño sin la necesidad de generar prototipos en etapas tempranas del diseño, dejando la creación de éstos para etapas posteriores [12].

Representar las dimensiones y tolerancias de cualquier componente permite facilitar la comunicación entre los diversos miembros de una empresa, principalmente a los integrantes responsables del diseño les permite informar a los integrantes responsables de la manufactura acerca de las dimensiones y tolerancias referentes a cada pieza del diseño.

La posibilidad de vislumbrar los ensambles del sistema permite al igual que el modelado geométrico, identificar las incongruencias inherentes a la unión entre elementos.

2.5.2 CAE.

El CAE es la abreviatura de “Computer Aided Engineering” y cuyo significado es Ingeniería Asistida por Computadora. El CAE a partir de un diseño modelado previamente permite conocer de forma discretizada el comportamiento que éste tendría ante efectos externos (cargas estáticas, presión, temperatura, flexión, torsión, fricción etc.) [12].

2.5.2.1. Método de análisis por Elemento Finito.

El método de Análisis por Elemento Finito (FEM) representa el método de simulación numérica más ampliamente usado en la ingeniería, se basa inicialmente en la división y discretización de un sistema para la generación de un número finito de elementos que simulados y analizados bajo el efecto de un gradiente físico, permite conocer el comportamiento que tendrá el sistema de forma completa [12] (Fig.2.6).

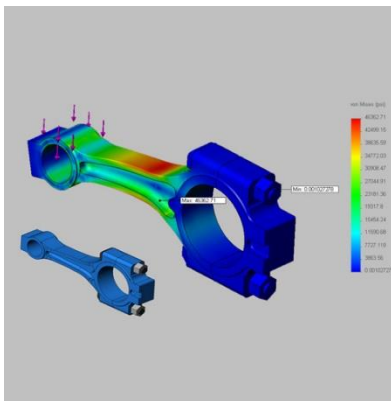


Fig.2.6. Ejemplificación del análisis de elemento finito aplicado a una biela [52].

Cada elemento discretizado del sistema se encuentra conectado al resto mediante nodos y el sistema en su forma dividida se le conoce como mallado; cada elemento

puede adoptar diversas estructuras geométricas desde triángulos, cuadrados, polígonos, tetraedro, prismas, poliedros, etc. Mientras que algunos de los resultados que generalmente se desean conocer mediante la aplicación de FEM son el grado de deformaciones unitarias, esfuerzos de Von Mises, desplazamientos, transferencia de calor, interacción de campos o flujo de un fluido que presenta un sistema ante condiciones específicas y bajo ciertas restricciones. Al conocer dichos resultados es posible realizar modificaciones pertinentes en caso de ser necesario, esto resulta valioso al permitir optimizar el diseño antes de la generación de prototipos o del proceso de producción mismo; con lo cual es posible el ahorro de tiempo y costos en el desarrollo de cualquier producto.

En la etapa de preprocesamiento se generará el mallado del sistema y entre más pequeños sean los elementos de éste, más preciso será el resultado al contar con elementos con un mayor grado de precisión en su discretización; sin embargo, de manera paralela será más complicado llevar a cabo la simulación para el software, al generarse una mayor cantidad de elementos ^[13].

Posteriormente el software constituirá una serie de relaciones entre los nodos de los elementos, dichas relaciones son referidas a valores no conocidos asociadas a ciertos parámetros y que pueden ser escritas en forma de una matriz de rigidez; el software tomará cada matriz de rigidez e integrará una matriz de rigidez referida al sistema en forma integral ^[13].

El postprocesador es el encargado de proporcionar la visualización respecto al resultado de la simulación, generalmente las regiones más susceptibles a la variable del análisis serán visualizadas de color rojo ^[13].

2.5.2.2 SolidWorks.

La empresa Dassault Systèmes SolidWorks Corp. en su plataforma oficial de internet se refiere a si misma de la siguiente forma ^[28].

“Dassault Systèmes SolidWorks Corp. brinda herramientas de software 3D completas para crear, simular, publicar y administrar los datos. Los productos de SolidWorks son fáciles de aprender y utilizar; obtendrá mejores diseños, más rentables y de forma más rápida. La facilidad de uso de los productos de SolidWorks permite a más ingenieros, diseñadores y profesionales de la tecnología centrarse más que nunca en las ventajas del 3D al darles vida a los diseños.”

“Más de 2.170.100 ingenieros y diseñadores de productos de todo el mundo, que representan 182.300 organizaciones, utilizan SolidWorks para darles vida a sus diseños, desde los aparatos más modernos, hasta las innovaciones que permiten mejorar nuestro futuro.”

Solidworks es uno de los softwares más ampliamente utilizados en sectores industriales; entre los motivos de ello se encuentran los alcances del software, las herramientas que ofrecen y la interfaz cada vez más intuitiva ^[28].

Para poder utilizar SolidWorks se requiere el pago de una licencia que certifica su uso, el precio de dicha licencia varía dependiendo de si el software es adquirido por profesionista independiente, un estudiante, una empresa pequeña, una empresa transnacional o un centro de estudios.

SolidWorks ofrece la facilidad de comprar una licencia a un precio más accesible, esta modalidad va dirigida a estudiantes que se encuentren realizando algún tipo de tesis con miras a obtener un grado profesional; dicha licencia tiene una duración de 12 meses y es intransferible.

Otra alternativa es descargar una prueba gratuita del software que tiene una duración de dos meses, dicha prueba gratuita será la versión anterior del software que actualmente se encuentre vigente.

2.6 Ergonomía.

La sociedad de ergonomistas de México define el termino ergonomía de la siguiente manera “La Ergonomía en los factores humanos, es la disciplina científica relacionada con el conocimiento de la interacción entre el ser humano y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos para diseñar buscando optimizar el bienestar humano y la ejecución del Sistema Global.” [27].

2.6.1 Antropometría.

La antropometría es definida como “La ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc.”. Existen dos tipos de datos antropométricos, los estructurales y los funcionales; los datos antropométricos estructurales se enfocan en el estudio de las diferencias en las dimensiones humanas, estudiando las diversas posiciones adoptadas, pero sin tomar en consideración el movimiento relativo en las partes anatómicas de la persona [4]. Mientras que en los datos antropométricos funcionales si toman en consideración el movimiento relativo en las posiciones que adopta la persona y este tipo de antropometría guarda estrecha relación con la biomecánica, ya que ésta se enfoca en un estudio de la anatomía humana estableciendo una relación con muchas de las estructuras estudiadas en las diversas ramas de la mecánica [4].

Existen múltiples factores que implican una variación notable de las dimensiones humanas que puede presentar una persona con respecto a otra, entre estos factores se encuentran la edad, sexo, el estatus socioeconómico, la raza, entre otros. Por este motivo la antropometría ha refutado la falacia del “hombre medio”, que enuncia que existe una medida promedio o estandarizada que es óptima para cualquier persona, independientemente de su raza, edad, sexo o estatus socioeconómico [4].

Es por ello que los datos antropométricos son agrupados en forma de percentiles, los percentiles son fracciones que reflejan algún dato inherente a un espectro total de muestreo. Para datos antropométricos se usa una segmentación compuesta de cien percentiles, el percentil 1 refleja que el 99% de las personas de la muestra superaría a este percentil en el dato referente al eje de las abscisas (peso, estatura, largo del brazo, etc.). Mientras que el percentil 90 refleja que sólo un 10% del espectro total del muestreo podría igualar o superar a las personas de este percentil

en el dato referente al eje de las abscisas y un 90% se encontrarían por debajo del mismo dato.

El libro de “Las dimensiones humanas en los espacios interiores” muestra un ejemplo para una mayor comprensión de los conceptos anteriores, el ejemplo se basa en la representación de la altura de los aviadores de la marina.

Lo primero será establecer el número de intervalos y la amplitud de cada uno de ellos referentes al dato de interés; el ejemplo muestra un total de 17 intervalos y una amplitud de 0.7 en cada uno de ellos. Posteriormente se registra el grado de frecuencia referido a cada intervalo, se aprecia que la frecuencia es mayor en los intervalos intermedios y la frecuencia es menor en los intervalos extremos.

Intervalo	Punto medio	Frecuencia
62.5-63.2	62.85	1
63.3-64.0	63.65	3
64.1-64.8	64.45	3
64.9-65.6	65.25	16
65.7-66.4	66.05	20
66.5-67.2	66.85	47
67.3-68.0	67.65	48
68.1-68.8	68.45	64
68.9-69.6	69.25-	73
69.7-70.4	70.05	63
70.5-71.2	70.85	48
71.3-72.0	71.65	43
72.1-72.8	72.45	37
72.9-73.6	73.25	14
73.7-74.4	74.05	10
74.5-75.2	74.85	9
75.3-76.0	75.65	1

Tabla 2.8 Altura de los aviadores de la marina dividido en intervalos ^[4].

La distribución de frecuencia es plasmada en una gráfica, en el eje de las abscisas serán plasmados los intervalos y en el eje de las ordenadas será plasmada la frecuencia de cada uno; con lo que la representación gráfica será semejante al de la campana de Gauss, esto último es una característica propia de la representación de datos antropométricos (Fig. 2.7).

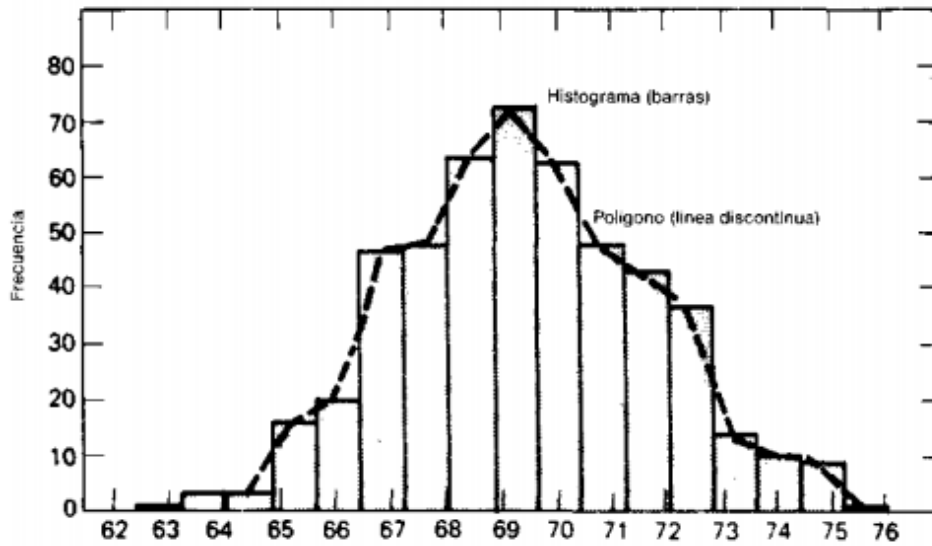


Fig. 2.7. Representación gráfica de la altura en aviadores de la marina [4].

2.6.2 Dimensiones para el espacio para dormir.

Los datos antropométricos que se toman en consideración para establecer las dimensiones para camas y sus respectivas bases son la estatura de las personas, la altura de la persona cuando encuentra sentada de forma erguida, la altura poplítea y la anchura del cuerpo. La propuesta de Panero y Zelnik para las dimensiones de la cama y su respectiva altura son las siguientes (Fig. 2.8) (Tabla 2.9), todo ello sustentado en el análisis y selección de percentiles más convenientes respecto a cada dato antropométrico [4].

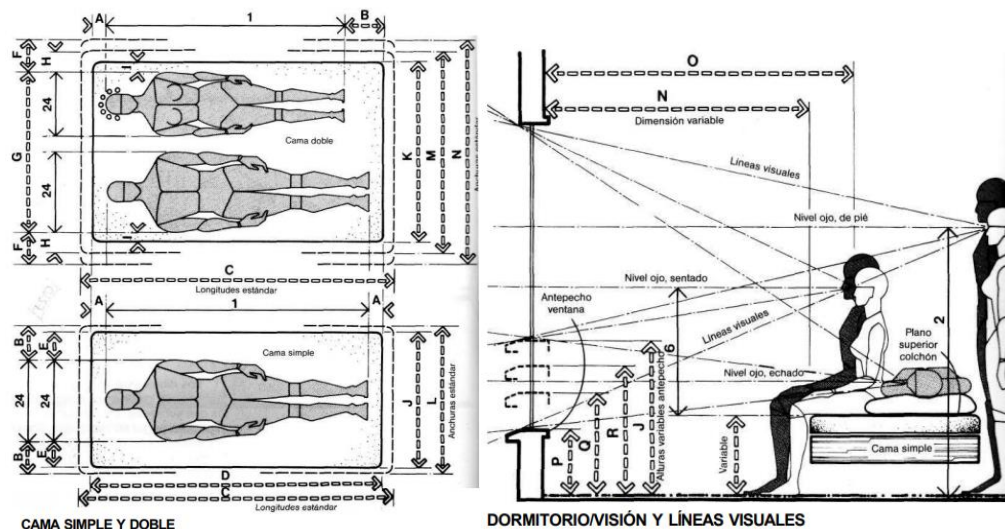


Fig. 2.8. Dimensiones sugeridas para dormitorios de forma ilustrativa [4].

	pulg.	cm
A	2,5	6,4
B	7,5	19,1
C	84	213,4
D	78	198,1
E	6	15,2
F	7-8	17,8-20,3
G	44-46	111,8-116,8
H	4-5	10,2-12,7
I	1-2	2,5-5,1
J	36	91,4
K	48	121,9
L	39	99,1
M	54	137,2
N	60	152,4
O	70	177,8
P	16	40,6
Q	22	55,9
R	30	76,2

Tabla 2.9 Dimensiones sugeridas en los dormitorios [4].

2.6.3 Dimensiones para el escritorio en el dormitorio.

Los datos antropométricos que se toman en consideración para establecer las dimensiones para escritorios en el área de los dormitorios son altura del piso hasta el ojo cuando la persona se encuentra sentada, holgura del muslo, altura de la rodilla hasta el piso cuando la persona se encuentra sentada, altura poplíteica y largura de la nalga hasta la rodilla. La propuesta de dimensiones de Panero y Zelnik es la siguiente (Fig. 2.9).

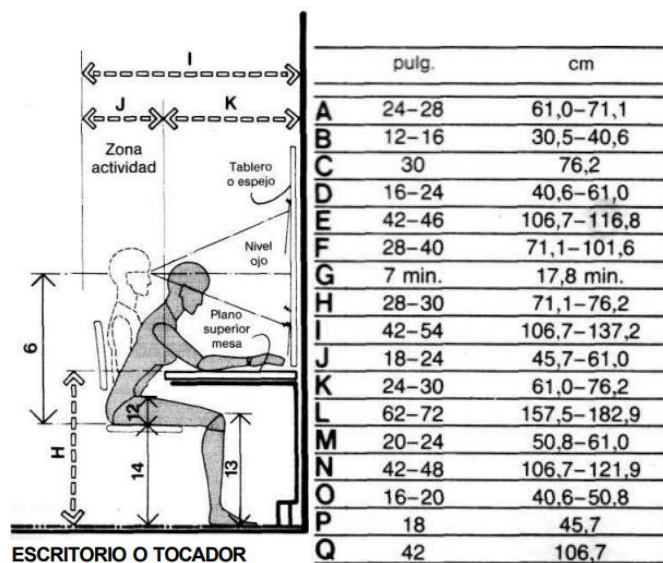


Fig. 2.9. Dimensiones recomendadas para escritorios en los dormitorios [4].

2.7. Muestra Representativa en poblaciones finitas.

Se define como tamaño de muestra a la cantidad mínima de personas que pueden representar las características de un universo o población, dicho estudio tendrá que

cumplir con un determinado grado de confianza de representatividad y cierto porcentaje de error en el parámetro que se desea conocer [14].

Por una parte, el error estándar (ϵ) se define como la desigualdad máxima entre el valor del parámetro obtenido y el valor del parámetro que realmente representa a la población en su totalidad; para ejemplificar el concepto anterior hay que considerar que un parámetro que se desea conocer es el porcentaje de personas que han dejado de realizar alguna actividad por la escasez de espacio en la vivienda. Si los resultados indican que un 57% de los encuestados se han sentido identificados con lo anterior y tenemos un error muestral de 7%, querrá decir que el porcentaje de personas que realmente han dejado de realizar algún tipo de actividad en su vivienda se encontrará en un rango entre 50% y 64% [14].

El nivel de confianza se define como el grado de probabilidad de que el estudio sea una muestra representativa del total de la población que se desea estudiar; partiendo del ejemplo anterior si se establece una confianza de 90% se traducirá en que existirá un 90% de posibilidad de que la población que ha prescindido de alguna actividad en su hogar sea entre un 50% y 64%.

En función del porcentaje de nivel de confianza del estudio se establecerá un valor numérico de la distribución normal tipificada acumulada para dicha probabilidad ($Z_{1-\alpha/2}$), los porcentajes más comunes y su respectivo valor $Z_{1-\alpha/2}$ son los siguientes (Tabla 2.10).

Nivel de confianza	$Z_{1-\alpha/2}$
80%	1.28
90%	1.645
95%	1.96
99%	2.576

Tabla 2.10. Coeficiente $Z_{1-\alpha/2}$ en función del nivel de confianza.

Se define como proporción buscada (p) al valor porcentual que corresponde o se espera corresponda al segmento poblacional que se desea conocer, generalmente cuando se inicia cualquier tipo de consulta se desconoce la proporción que podría tener el segmento de interés, por lo que se establece inicialmente como 0.5 [14].

Se define como proporción complementaria (q) al valor porcentual que corresponde o se espera corresponda al resto de la población que no se encuentra en el segmento poblacional de interés, es fácil determinar su valor en función de la proporción buscada mediante la siguiente ecuación [14].

$$q = 1 - p$$

Una vez establecidas todas las variables anteriores será posible conocer la cantidad mínima de personas que deberán ser encuestadas para una obtener una muestra

representativa adecuada de la población, para ello se sustituirá el valor de cada variable en la ecuación de tamaño muestral para poblaciones finitas.

$$n = \frac{(N)(z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)}{(N-1)(\varepsilon)^2 + (z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)}$$

Donde:

- N= Número de la población total.
- $Z_{1-\alpha/2}$ = Coeficiente de distribución normal tipificada que se acumula para la probabilidad del cumplimiento del nivel de confianza asociado.
- p= Proporción esperada del segmento poblacional de interés.
- q= Proporción esperada que no pertenece al segmento poblacional de interés.
- ε = Error estándar o desviación típica del estimador.

Para reducir el error estándar y aumentar el nivel de confianza se debe de aumentar la cantidad de encuestados, sin embargo, la principal limitante para aumentar la cantidad de encuestados se encuentra principalmente en los recursos y el tiempo, eso sin contar que se requerirá un estricto control para asegurar que los encuestados correspondan al sector de interés. Todo lo anterior deja ver que deberá existir un análisis previo entre el grado de representatividad del estudio y la viabilidad del mismo.

2.8. Importancia de la aplicación de tolerancias y ajustes en el diseño.

En la actualidad el diseño de productos tiene que ir enfocado en satisfacer la producción en escalas mayores, por ello se vuelve imprescindible el uso de tolerancias; éstas surgen al tener en consideración que los componentes que se fabrican mediante la producción en serie difícilmente cumplirán estrictamente con las medidas que fueron establecidas en el proceso de diseño por imprecisiones de la máquina o el personal, aunado a la consideración de que los mismos instrumentos de medición para corroborar el cumplimiento de las dimensiones no cuenta con una precisión absoluta ^[15].

2.8.1. Tolerancias.

Las tolerancias son el límite máximo y el límite mínimo entre los cuales se deberán encontrar todas las dimensiones de cualquiera de los componentes del diseño. En caso de que las dimensiones del componente cumplan con el rango de tolerancias, el componente mismo será adecuado para integrar el diseño y en caso contrario será rechazado ^[15].

Las tolerancias pueden ser escritas de varias formas, algunas de ellas son las siguientes ^[5] (Fig. 2.10).

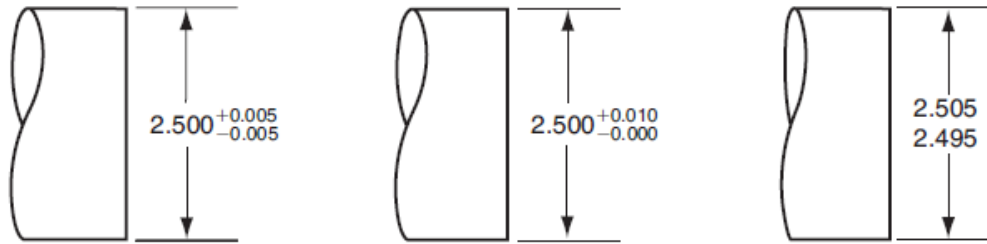


Fig. 2.10. Formas de especificar una tolerancia en un dibujo mecánico [5].

Entre más reducida sea la tolerancia más homogeneidad existirá entre el mismo tipo de componentes, aunque paralelamente más costoso y tardado será fabricar éstos.

2.8.2. Ajustes.

Los ajustes se utilizan cuando se especifica una función de acoplamiento entre dos elementos que se encuentren ensamblados, generalmente dichos elementos son un eje insertado en una cavidad [15].

Los ajustes que se distinguen son con juego, con apriete e indeterminado.

2.8.2.1. Ajuste con juego.

En un ajuste con juego el eje tendrá la libertad de moverse con respecto al agujero o cavidad, para cumplir lo anterior el diámetro del eje deberá ser menor al diámetro del agujero; entre mayor sea la diferencia de diámetros mayor grado de juego habrá entre elementos.

El juego máximo se define como la diferencia entre el límite máximo de la tolerancia del agujero y el límite mínimo de la tolerancia eje, siendo dicha diferencia positiva.

$$J_{\text{Max}} = D_{\text{Agujero Max}} - D_{\text{eje min}} = (+)$$

Mientras que el juego mínimo es la diferencia entre el límite mínimo de tolerancia del agujero y el límite máximo de tolerancia del eje, siendo dicha diferencia positiva.

$$J_{\text{min}} = D_{\text{Agujero min}} - D_{\text{eje Max}} = (+)$$

2.8.2.2. Ajuste con apriete.

En un ajuste con apriete el eje tendrá que mantenerse estático con respecto a la cavidad o agujero, para cumplir lo anterior el diámetro del eje deberá ser menor al diámetro del agujero; entre mayor sea la diferencia de diámetros mayor grado de restricción habrá entre elementos.

El apriete máximo se define como la diferencia entre el límite mínimo de la tolerancia del agujero y el límite máximo de la tolerancia eje, siendo dicha diferencia negativa.

$$A_{\text{max}} = D_{\text{Agujero min}} - D_{\text{eje Max}} = (-)$$

Mientras que el apriete mínimo es la diferencia entre el límite máximo de tolerancia del agujero y el límite mínimo de tolerancia del eje, siendo dicha diferencia negativa.

$$A_{\min} = D_{\text{Agujero Max}} - D_{\text{Eje min}} = (-)$$

2.8.2.3. Ajuste indeterminado.

En un ajuste indeterminado el eje puede mantenerse estático o moverse con respecto a la cavidad o agujero, debido a que el diámetro real del eje puede ser mayor o menor al diámetro real del agujero.

Puede presentarse que el juego máximo sea mayor al ajuste máximo o viceversa.

2.8.3. Unidad de tolerancia ISO.

Con el objetivo de fijar tolerancias en función de cada medida nominal de diámetro, ISO enuncia una tabla que establece la magnitud de la tolerancia dependiendo del rango en que se encuentre el diámetro nominal del agujero/eje y de la calidad que se desea para la tolerancia ^[15] (Tabla 2.11).

Calidad de la tolerancia ISO en micras																			
Grupos de Diámetros (mm)	Calidades																		
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16	
d ≤ 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	
3 < d ≤ 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	
6 < d ≤ 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	
10 < d ≤ 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	
18 < d ≤ 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	
30 < d ≤ 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	
50 < d ≤ 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	48	74	120	190	300	460	740	1200	1900	
80 < d ≤ 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	
120 < d ≤ 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	
180 < d ≤ 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	
250 < d ≤ 315	2.5	4	5	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	
315 < d ≤ 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	
400 < d ≤ 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	
	Ultra-precisión		Piezas de gran precisión			Piezas pertenecientes a conjuntos que deben ajustar							Piezas que no requieren ajuste						

Tabla 2.11 Dimensión de tolerancias en función del diámetro nominal y de la calidad ^[53].

ISO establece calidades que van del 01 al 16 en función del grado de precisión presente en la tolerancia. Las primeras calidades sólo son utilizadas en procesos que requieran un alto grado de precisión como en joyería, relojería o sistemas mecánicos de precisión extrema ^[15].

La zona de tolerancia representa la amplitud máxima permisible entre el límite superior y límite inferior de la tolerancia.

La norma ISO286 propone un total de 28 posiciones en total para que sea posible establecer el posicionamiento de las zonas de tolerancia; su normativa rige que para posiciones asociadas a agujeros se indicara con mayúsculas y para posiciones asociadas a ejes se indicarán con minúsculas (Fig. 2.11).

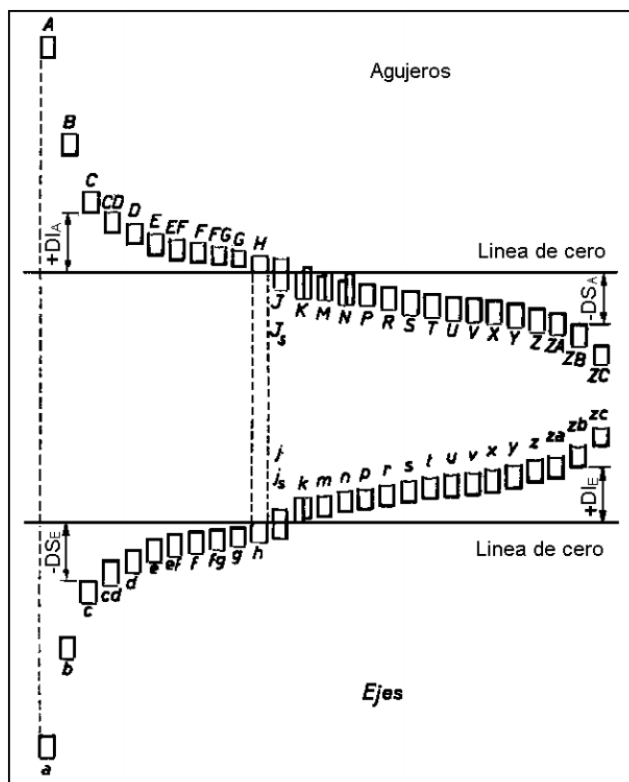


Fig. 2.11. Posiciones para agujeros y ejes según la norma ISO 286 [15].

Para agujeros la posición H coincidirá con la línea cero o diámetro nominal (teórico) del agujero; en dicha posición el límite inferior de la tolerancia del eje coincidirá con el diámetro nominal y el límite superior de la tolerancia se encontrará por arriba de éste. Las posiciones de A hasta G indican que el límite superior e inferior de la tolerancia del agujero se encuentran por arriba de la medida nominal del agujero, las posiciones K hasta ZC indican que el límite superior e inferior de la tolerancia del agujero se encontrarán por debajo de la medida nominal del agujero.

Para ejes la posición h coincidirá con la línea cero o diámetro nominal del eje; en dicha posición el límite superior de la tolerancia coincidirá con el diámetro nominal y el límite inferior de la tolerancia se encontrará por debajo de éste. Las posiciones de a hasta g indican que el límite superior e inferior de la tolerancia del agujero se encuentran por debajo de la medida nominal del eje, las posiciones k hasta zc indican que el límite superior e inferior de la tolerancia del agujero se encontrarán por arriba de la medida nominal del eje.

Las posiciones J y j indican que los límites superior e inferior se encontrarán entre el diámetro nominal del agujero y eje respectivamente.

2.8.4. Sistema de Ajustes ISO.

ISO reconoce solamente dos tipos diferentes de ajustes, estos son el ajuste de agujero único y el ajuste de eje único [15].

En el ajuste de agujero único se establece como línea de referencia el límite mínimo de la tolerancia del agujero, el cuál adoptará la posición H. Un ejemplo es una normativa de 48 H7/n5 que indica un ajuste con agujero único, diámetro nominal de 48 [mm], calidad de la tolerancia del agujero de 7, calidad de la tolerancia del eje de 5 y la posición de la tolerancia indica que existe apriete.

En el ajuste de eje único se establece como línea de referencia el límite máximo de la tolerancia del agujero, el cuál adoptará la posición h. Un ejemplo es una normativa de 25 G6/h6 que indica un ajuste con eje único, diámetro nominal de 25 [mm], calidad de la tolerancia del agujero de 6, calidad de la tolerancia del eje de 6 y la posición de la tolerancia indica que existe juego.

Se recomienda utilizar el ajuste de agujero único debido a la conveniencia que tiene en la práctica ser más estricto con las tolerancias del agujero que con las del eje, ya que es más fácil cambiar las dimensiones de este último.

2.8.5. Ajustes ISO preferentes.

Para cierto tipo de ensambles la normativa ISO propone una serie de ajustes, estos se pueden apreciar en la tabla 2.12.

Agujero Único		Eje Único		Características del asiento	Ejemplos
H8	x8			Prensado duro. Montaje a prensa. No necesita seguro.	Coronas de bronce, ruedas.
H8	u8				
H7	s6			Prensado. Montaje a prensa.	Piñón motor.
H7	r6			Prensado ligero. Necesita seguro.	Engranajes de máquinas.
H7	n6			Muy forzado. Montaje a martillo.	Casquillos especiales.
H7	k6			Forzado. Montaje a martillo.	Rodamientos a bolas.
H7	j6			Forzado ligero. Montaje a mazo.	Rodamientos a bolas.
H7	h6			Deslizante con lubricación.	Ejes de lira.
H8	h9			Deslizante sin lubricación.	Ejes de contrapunto.
H11	h9			Deslizante. Ajuste corriente.	Ejes de colocaciones.
H11	h11			Deslizante. Ajuste ordinario.	Ejes-guías atados.
H7	g6	G7	h6	Giratorio sin juego apreciable.	Émbolos de freno.
H7	f7	F8	h6	Giratorio con poco juego.	Bielas, cojinetes.
H8	f7	F8	h9	Giratorio con poco juego.	Bielas, cojinetes.
H8	e8	E9	h9	Giratorio con gran juego.	Cojinetes corrientes.
H8	d9	D10	h9	Giratorio con mucho juego.	Soportes múltiples.
H11	c11	C11	h9	Libre (con holgura).	Cojinetes de máquinas agrícolas.
H11	a11	A11	h11	Muy libre.	Avellanados, taladros de tornillos.

Tabla 2.12. Ajustes ISO preferentes y ejemplo de su aplicación [15]

CAPÍTULO 3. DISEÑO CONCEPTUAL.

3.1 Introducción.

En la etapa inicial se comenzó identificando aquellos sectores poblacionales que más interés podrían tener en la adquisición de un mobiliario multifuncional y se determinó la cantidad mínima de personas encuestadas para tener una muestra representativa adecuada de dichos sectores.

Posteriormente se elaboró una encuesta que permitió obtener datos proporcionados por los usuarios respecto a la percepción de espacio en su vivienda, las actividades realizadas en cada sector de la casa, certeza acerca de las actividades de las que se han prescindido por disfuncionalidad de las viviendas y por último la percepción de los mobiliarios multifuncionales.

Se analizaron los resultados obtenidos por medio de las encuestas para que partir de éstos se generen tres conceptos de diseño que fueron encaminados a cubrir las necesidades de la mayoría de los usuarios y con la ayuda de una matriz de selección se escogió el concepto que cumplía de mejor manera cada una de las necesidades.

3.2. Recopilación de datos.

3.2.1. Determinación del espacio muestral a consultar.

El primer tipo de personas que serán consultadas en la encuesta son aquellas con problemas de hacinamiento, porque su vivienda es disfuncional en comparación al número de habitantes de ella. Mientras que el segundo tipo de personas que serán consultadas son aquellas que se encuentren cerca de egresar del nivel superior, porque en un corto o mediano plazo se encontrarán en búsqueda de independizarse y a su vez esto implica la búsqueda de vivienda.

Sustentado con información proporcionada por el Gobierno de la Ciudad de México existen aproximadamente unas 2,600,000 viviendas en la Ciudad de México, de las cuales 7.5% tienen problema de hacinamiento de acuerdo a información proporcionada por el INEGI ^[25]. Esto quiere decir que un total de 195,000 viviendas tienen un problema de hacinamiento, tan solo este número sería suficiente para indicar que es una población infinita.

Por otra parte, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) en su informe anual establece que el número de egresados del nivel superior en el ciclo 2016-2017 en la Ciudad de México corresponde a 81,636; esto sumado con las 195,000 personas del criterio anterior da un total de 276,636 personas que componen la población total del estudio ^[26].

Para establecer el parámetro del cual partirá la determinación del tamaño muestral, se tiene que recordar que una de las preguntas más relevantes es conocer si se ha prescindido de realizar una actividad por la falta de espacio o mobiliario, ya que a partir de esta respuesta se tendrá certeza del grado de utilidad del sistema y dará

pie a conocer las funciones que deberá ofrecer el mismo; por lo que a partir de esta pregunta se determinará el espacio muestral representativo.

El espacio muestral es muy grande y podría ser tratado como infinito, sin embargo, se utilizará la ecuación para población finita para comprobar que no existe gran diferencia entre considerar la población total de 195,000 o considerar una población de 276,636 (en donde sí se consideraría a los egresados con título profesional).

En poblaciones que tienden a ser infinitas es necesario sacrificar un cierto grado de confiabilidad o precisión en los resultados con tal de obtener un espacio muestral de usuarios que sea accesible de poder consultar; un número más allá de 200 requeriría una mayor inversión de tiempo, recursos y una mayor dificultad al procurar que las personas consultadas realmente pertenezcan al estrato que interesa conocer.

Estableciendo un nivel de confianza del 90% lo que dará un coeficiente ($Z_{1-\alpha/2}$) de 1.645, un porcentaje de error en la precisión de valores de 8%, una población de 276,636 personas, una proporción estimada para la población de estudio de 50% (el valor que se recomienda cuando no existe certeza respecto al valor). Sustituyendo los valores en la ecuación para determinar el tamaño muestral de una población finita de forma aleatoria simple, se tendrá lo siguiente.

$$n = \frac{(N)(z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)}{(N-1)(\varepsilon)^2 + (z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)} = \frac{(276636)(1.645)^2(0.5)(0.5)}{(276636-1)(0.08)^2 + (1.645)^2(0.5)(0.5)} = 105.664=106$$

Realizando la misma evaluación anterior con una población total de 195,000 personas y manteniendo el mismo valor en las otras variables proporciona el siguiente resultado.

$$n = \frac{(N)(z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)}{(N-1)(\varepsilon)^2 + (z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)} = \frac{(195000)(1.645)^2(0.5)(0.5)}{(195000-1)(0.08)^2 + (1.645)^2(0.5)(0.5)} = 105.6474=106$$

Una vez aplicado el número de encuestas que demanda el tamaño muestral se tendrá certeza acerca de la proporción aproximada para la población de interés, por lo que será posible redefinir el nivel de confianza o el error estándar; dicha redefinición conllevará un nivel de confianza más grande o un error estándar más pequeño.

3.2.3. Formato de la encuesta.

La encuesta se encuentra conformada por seis preguntas, cada pregunta está referenciada a uno de los objetivos relevantes que fueron planteados y el formato de la encuesta se puede ver en el anexo.

La primera pregunta permite conocer cómo percibe el usuario el espacio que existe en los cuartos de su vivienda.

La segunda pregunta permite conocer qué sectores del inmueble son dedicados a más de una actividad y cuáles son las actividades, esto permite saber cuál es el sector que cuenta con mayor potencial para introducir un mobiliario multifuncional.

La tercera pregunta permite conocer si el usuario se ha visto obstaculizado en la realización de alguna actividad que desearía realizar; en caso de que la respuesta afirmativa tenga una frecuencia de más del 50% confirmaría la viabilidad para incorporar este tipo de sistemas en la mayoría de los hogares de las personas consultadas.

En los casos donde la anterior pregunta fuera afirmativa, la cuarta pregunta permite conocer cuál ha sido dicha actividad y en qué parte de la vivienda ha sido; si alguna parte de la vivienda es altamente mencionado será evidente que existe una gran necesidad de incorporar un mobiliario multifuncional allí y si existe coincidencia en el tipo de actividad que se ha prescindido, se tendrá información acerca de la actividad secundaria que los usuarios consideran como valiosa y que sería una necesidad a cubrir.

La quinta pregunta responderá aquellas características que los usuarios valoran como atractivas para adquirir un mobiliario multifuncional y la sexta pregunta los inconvenientes o lo que se buscará evitar para que sea adquirido un mobiliario multifuncional.

Haciendo uso de las herramientas tecnológicas se elaboró una encuesta en la plataforma Survey Monkey, esta cuenta con las mismas preguntas del cuestionario y resulta de gran utilidad porque permite al usuario llenarla desde la comodidad de su hogar, en el momento que le sea de mayor preferencia para éste (Fig. 3.1).



Fig. 3.1 “Encuesta mediante la plataforma SurveyMonkey” [54]

3.2.4 Análisis de resultados.

El número total de encuestas que fueron contestadas fue de 153 y las respuestas proporcionadas por alumnos egresados o a punto de egresar fue mayor que el de personas con condiciones de hacinamiento en la vivienda; debido a que este último sector tuvo que ser consultado personalmente en su vivienda y en muchos casos no existió disposición para contestar la encuesta.

Otro aspecto a aclarar es que algunos encuestados no contestaron alguna pregunta de la encuesta que no era necesario omitir, esto fue más común en aquellos encuestados que proporcionaron su opinión mediante la plataforma electrónica.

Juntando los datos de los cuestionarios contestados en persona y los obtenidos mediante su respuesta en la plataforma electrónica, los resultados fueron los siguientes.

3.2.4.1 Primera sección del cuestionario.

Para la primera pregunta formulada que fue “En una escala de 1 al 5, donde 1 completamente insuficiente y 5 es completamente ideal ¿Qué tan amplio consideras que es el espacio de los cuartos que conforman tu casa?” La tabla con los resultados (Tabla 3.1) y la descripción estadística se puede observar en la siguiente imagen (Fig. 3.2).

Calificación asignada	Frecuencia de respuesta
1	13
2	28
3	71
4	26
5	12

Tabla 3.1 Percepción de la amplitud de las habitaciones.

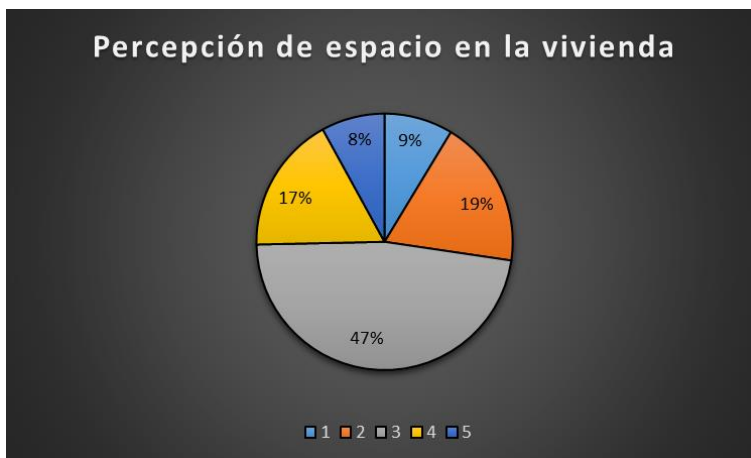


Fig. 3.2 Gráfico de la percepción de la amplitud de las habitaciones.

La respuesta que más frecuencia tuvo fue la opción 3, esto indica que la mayor parte de los usuarios considera que los cuartos que conforman su vivienda no carecen de espacio de forma considerable; sin embargo, es difícil que estos cuenten con espacio adicional en el caso de que se pretenda realizar otro tipo de actividades como realizar ejercicio o para incluir mobiliario adicional en casos puntuales.

Solo un 8% de los consultados considera que el espacio de los cuartos que conforma su casa es lo suficientemente grande para desempeñar cualquier tipo de actividad o incorporar todo tipo de mobiliario cuando así se desee.

3.2.4.2 Segunda sección del cuestionario.

Para la segunda pregunta que fue “¿Qué actividad realizas en los siguientes sectores de tu casa?” se propuso tres sectores con los que cuenta prácticamente cualquier vivienda, esto para conocer las actividades realizadas en cada una y los resultados obtenidos se pueden apreciar en la siguiente tabla (Tabla 5.2)

	Dormir		Ingerir alimentos		Atender Visitas/Reuniones		Escribir/Dibujar a mano		Utilizar computadora		Ver televisión	
	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje	Respuestas	Porcentaje
Habitación personal	152	100.00%	67	44.08%	44	28.95%	90	59.21%	122	80.26%	58	38.16%
Sala	32	21.05%	94	61.84%	141	92.76%	49	32.24%	87	57.24%	111	73.03%
Comedor	12	7.89%	150	98.68%	107	70.39%	98	64.47%	69	45.39%	32	21.05%

Tabla 3.2 Actividades realizadas en los tres principales sectores de la vivienda.

En la habitación personal la actividad que los usuarios prácticamente de manera unánime realizan es dormir, posteriormente la segunda actividad que más se realiza es la de utilizar la computadora con un porcentaje de 80.81% y la actividad que frecuentemente menos se realiza es el de atender visitas con un 19.19%. Si se diera la incorporación de un mobiliario multifuncional en este sector de la vivienda lo más adecuado sería una cama abatible con escritorio, ya que actividades que requieren una mesa de escritorio como utilizar computadora o escribir a mano son mucho más realizadas que atender visitas (para lo cual se requeriría al menos un sofá adicional), por esta razón mobiliarios tipo box quedarían prácticamente descartados para este sector.

En el sector de la sala la actividad más realizada es la de atender visitas o reuniones con un porcentaje de 96.88% y la segunda actividad más realizada es la de ver televisión con un porcentaje de 76.04%, la tercera actividad más realizada fue ingerir alimentos con un porcentaje considerable de 64.58% y la actividad menos realizada fue la de dormir de forma constante con 21.88%. Si en este sector de la vivienda se diera una incorporación de un mobiliario multifuncional lo más adecuado sería un sofá que contará con una pequeña mesa que fuera retráctil y que se pudiera desplegar para poder realizar actividades que fueron señaladas como frecuentes como lo son ingerir alimentos, utilizar computadora o escribir a mano.

En el sector del comedor la actividad que más se realiza es ingerir alimentos con un porcentaje de 98.99%, mientras que la segunda actividad más realizada es la de atender visitas con un porcentaje de 70.71% y la actividad menos realizada fue la de dormir con un porcentaje 8.08%. Aunque en este sector de la vivienda hay tres actividades que los usuarios suelen realizar en un porcentaje superior al 50%, estas tres actividades no requieren otro elemento aparte de la mesa y las sillas con las que suele contar prácticamente cualquier comedor, la incorporación que podría realizarse es la de adicionar sillas en caso de que existan reuniones en las cuales haya muchos invitados.

3.2.4.3 Tercera sección del cuestionario.

Para la segunda pregunta que fue "¿Hay alguna actividad que te gustaría realizar o poder hacerla de manera más cómoda, pero la falta de mobiliario o espacio ha sido un inconveniente?" los datos obtenidos fueron los siguientes (Tabla 3.3 y Fig. 3.3):

Posibles respuestas	Frecuencia de respuesta
Sí	120
No	32

Tabla 3.3 Grado de exclusión de actividad por falta de espacio o mobiliario.

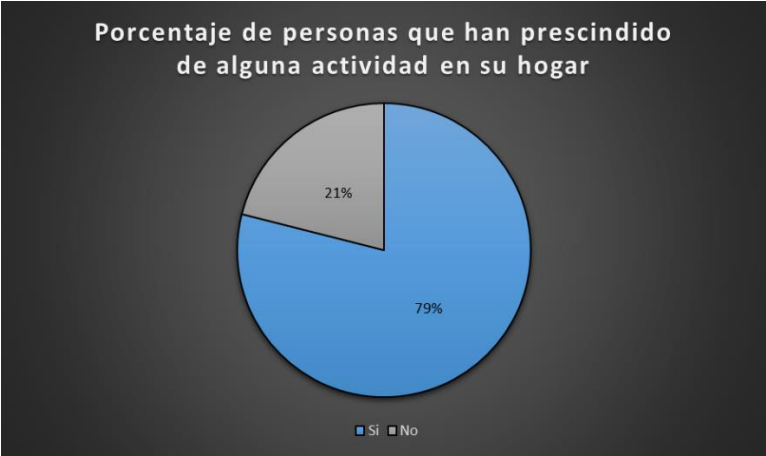


Fig. 3.3 Gráfico del grado de exclusión de actividad por falta de espacio o mobiliario.

La mayor parte de las personas consultadas sí han tenido que prescindir de alguna actividad o han tenido que realizarla de manera incomoda, debido a la falta de espacio de espacio o mobiliario. Esto proporciona cierta certeza respecto al potencial que existe en cuanto a la incorporación de mobiliario multifuncional en las viviendas de la mayoría de las personas consultadas.

3.2.4.4 Cuarta sección del cuestionario.

Esta sección de la encuesta se contestaba solo en aquellos casos en que la pregunta anterior fuera afirmativa, en caso de que fuera así se realizaban tres preguntas siendo dos obligatorias y la última opcional.

3.2.4.4.1 Primera pregunta de la sección.

Para la primera pregunta de esta sección se consultaba la actividad que se tuvo que evitar o hacerla de manera inadecuada, por la falta de mobiliario o espacio. Debido a que fue una pregunta abierta el tipo de respuesta podría ser muy variable entre los diversos usuarios, sin embargo, para simplificar el análisis de resultados se agrupó las actividades que mostraban cierta similitud, como por ejemplo estudiar y revisar documentos en el cual el común denominador de ambas actividades era la lectura o visualización de algún texto. Los resultados obtenidos se pueden apreciar a continuación (Tabla 3.4 y Fig. 3.4).

Actividad que se han prescindido	Frecuencia de respuesta
Usar Laptop/Usar Computadora	10
Reposar/Acostarse	6
Estudiar/Revisar Documentos	20
Actividades que requieren apoyo (cocer, pintar...)	4
Actividades que requieren mayor espacio (Hacer ejercicio, bailar, mascotas)	47
Ver televisión más comodamente	4
Almacenar ropa u objetos (En especial lo primero)	17
Reuniones	5
Cocinar/Comer	3
Hospedaje de visitas	2
Otros	2

Tabla 3.4 Tipos de actividades que se han prescindido o realizado incómodamente.



Fig. 3.4 Gráfico de los tipos de actividades que se han prescindido o realizado incómodamente.

Lo más mencionado por los usuarios para esta pregunta es que la falta de espacio ha afectado actividades como hacer ejercicio o bailar, las cuales requieren mayor espacio para poder realizarlas de manera adecuada. En este tipo de actividad no requiere de forma estricta una función secundaria por parte del mobiliario, sino permitir que el sofá o cama pudieran ser abatible para que no ocupen espacio cuando así lo desee el usuario.

Se puede apreciar que actividades como estudiar o usar la computadora que requieren la incorporación de mesas o apoyos para facilitar la actividad, tuvieron un mayor índice de respuesta con respecto a la posibilidad de ofrecer mayor comodidad a la hora de ver la televisión o simplemente reposar.

3.2.4.4.2 Segunda pregunta de la sección.

Para la segunda pregunta de esta sección se consultó la habitación en donde se tuvo que prescindir de la actividad o su realización de manera más inadecuada, los datos obtenidos se pueden ver a continuación (Tabla 5.5 y Fig. 5.5).

Lugar del inmueble	Frecuencia de respuesta
Sala	34
Habitación	69
Comedor	3
Cocina	3
Cuarto especial (de servicio o gimnasio)	8

Tabla 3.5 Áreas de la vivienda donde ha habido carencia de espacio o mobiliario para cualquier actividad

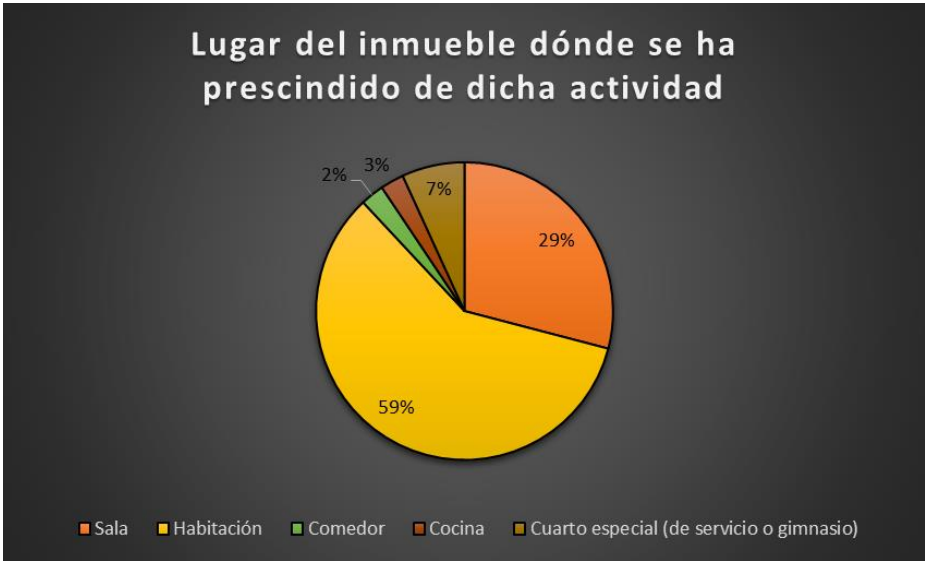


Fig. 3.5 Gráfico de los sectores de la vivienda donde ha habido carencia de espacio o mobiliario para cualquier actividad.

Los resultados obtenidos nos muestran que la habitación personal es en donde los usuarios más desearían realizar una actividad de la que tuvieron que prescindir o hacer de manera incómoda, en segundo lugar, la sala es el sector que obtuvo más frecuencia de respuesta. Esto proporciona una certeza respecto al claro potencial para la incorporación de mobiliario multifuncional en las habitaciones personales de las viviendas, seguido de la sala y por último otros sectores como la cocina o el comedor.

3.2.4.4.3 Tercera pregunta de la sección.

La tercera pregunta de esta sección era opcional contestarla, ya que podía darse el caso en que el usuario no supiera con claridad el tipo de mobiliario que desearía incorporar o que la actividad fuera tal que no requería la incorporación de mobiliario adicional, sino más bien poder disponer de más espacio para realizar la actividad de una forma más adecuada. Los resultados obtenidos pueden verse a continuación (Fig. 3.6 y Tabla 3.6).

Mueble para realizar la actividad	Frecuencia de respuesta
Contar con un escritorio más amplio	30
Contar con un sofá más amplio	6
Aparato de ejercicio	16
Otro	6

Tabla 3.6 Del mueble o aparato para realizar la actividad.



Fig. 3.6 Grafica respecto al mueble o aparato adicional para realizar la actividad.

Los usuarios valoraron de forma positiva la adición de un escritorio o contar con un escritorio más grande para poder realizar tareas como leer u observar la

computadora; en segundo lugar, la incorporación de un aparato de ejercicio por separado, para lo cual sería apreciable contar con una mayor disponibilidad de espacio y en tercer lugar la incorporación de un sofá o contar con uno de mayor amplitud.

3.2.4.5 Quinta sección del cuestionario.

Para la consulta de esta pregunta se hizo uso de material audiovisual que sirviera como apoyo para que los encuestados pudieran observar el funcionamiento de algunos de los mobiliarios multifuncionales más usados. Posteriormente se realizó la siguiente pregunta a los encuestados “¿Qué características consideras más valiosa en cualquiera de los sistemas mostrados?”.

A continuación, se pueden apreciar los resultados obtenidos (Tabla 3.7 y Fig. 3.7).

Cualidades atractivas	Número de respuestas
Facilidad de uso/Práctico	43
Estético	33
Larga vida útil	42
Cómodo/Ergonómico	15
Fácil de ensamblar (Debido a que los espacios de acceso son reducidos)	12
Accesible para personas de baja estatura	6

Tabla 3.7 Cualidades atractivas en los mobiliarios multifuncionales.

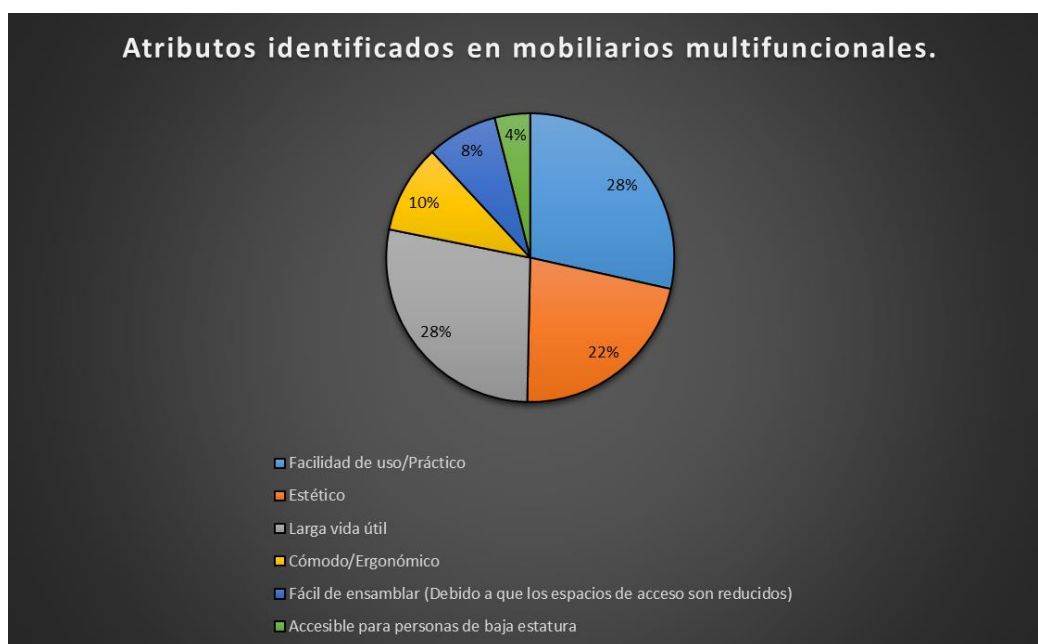


Fig. 3.7 Gráfico de las cualidades atractivas en los mobiliarios multifuncionales

La cualidad que fue señalada con mayor frecuencia fue que el sistema ofreciera facilidad para ser utilizado por parte del usuario, la segunda cualidad que fue señalada con más frecuencia fue la capacidad de ofrecer una larga vida útil por parte del sistema. En tercer y cuarto lugar fueron mencionadas una adecuada ergonomía del sistema y la posibilidad de ofrecer cierto grado de estética, respectivamente. Otros aspectos mencionados fueron la facilidad de instalar y que sea adecuado para personas de baja estatura o con algún tipo de discapacidad; aunque estas últimas cualidades no parecen relevantes podrían ser tomadas en cuenta por la posibilidad de que sean necesidades potenciales del sistema.

3.2.4.6 Sexta sección del cuestionario.

Para la consulta de esta pregunta también fue necesario mostrar el material audiovisual a los encuestados y posteriormente se realizó la siguiente pregunta a los encuestados” ¿Cuáles serían los motivos en general por los que no adquirirías cualquiera de ellos?”. A continuación, se pueden apreciar los resultados obtenidos (Tabla 3.7 y Fig.3.7).

Factores negativos	Número de respuestas
Precio elevado	54
Poco resistente	8
Instalación complicada (Espacio limitado o complejidad del sistema)	7
Poca altura en los espacios de acceso	3
Incómodo	7
Que no cumpla con un mínimo de estética	8
Pesado o difícil de transportar	3
Difícil de utilizar	7
Otro	4

Tabla 3.8 Factores negativos para la adquisición de un mobiliario multifuncional

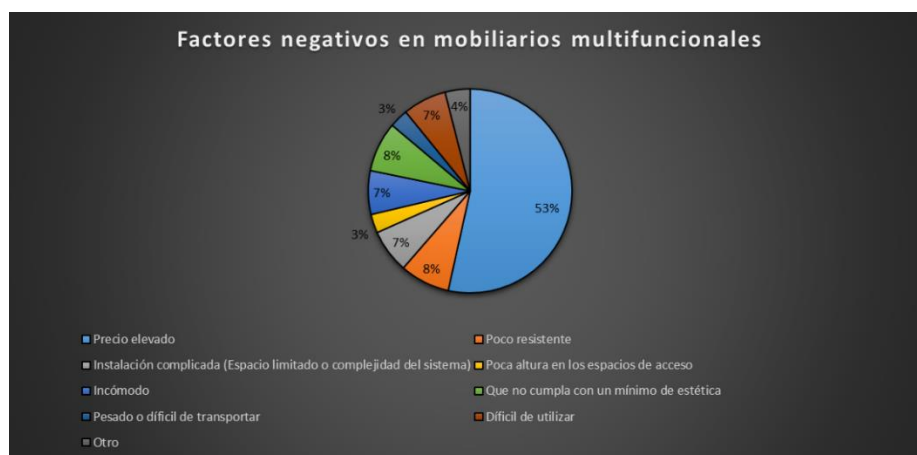


Fig. 3.8 Gráfico de los factores negativos para la adquisición de un mobiliario multifuncional

Se puede apreciar como un precio elevado sería el mayor factor negativo para que los usuarios no adquieran el producto, mencionado en más de la mitad de los encuestados. Otros factores negativos pueden ser considerados como efectos negativos del incumplimiento de las cualidades que fueron mencionadas en la pregunta anterior; por ejemplo, la poca resistencia es el efecto negativo de que el sistema no termine garantizando una larga vida útil y que fue señalado como un atributo del sistema esto último.

También fueron mencionados otros efectos negativos como una instalación difícil en el hogar (ya sea por dimensiones limitadas de la vivienda o por complejidad del sistema) y en forma específica fue mencionado que la poca altura que muchos usuarios consideran que tiene su vivienda podría ser un factor que dificulta la instalación del mobiliario.

3.3. Redefinición del nivel de confianza y el error estándar.

Ahora que se sabe que la proporción aproximada de personas que han tenido que prescindir de alguna actividad en la vivienda es de 79%, se podrá redefinir el nivel de confianza y el error estándar. La proporción estimada será de $p=0.79$ y $q=0.21$, el nivel de confianza de 95% implicará una varianza de 1.96 y modificando el error estándar a $d=0.06$; sustituidos en la ecuación de tamaño de la muestra dará un número ligeramente menor al que se tenía y con un mayor grado de confianza del que existía originalmente.

$$n = \frac{(N)(z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)}{(N-1)(\epsilon)^2 + (z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2(p)(q)} = \frac{(276636)(1.96)^2(0.79)(0.21)}{(276636-1)(0.06)^2 + (1.96)^2(0.79)(0.21)} = 150.488=151$$

3.4. Generación de conceptos de diseño.

Toda la información recopilada proporciona certeza de varios aspectos que son relevantes para generar los conceptos de diseño; el primer aspecto es la actividad que los usuarios más han prescindido por factores relacionados a la carencia de espacio o de mobiliario inadecuado en las viviendas, las actividades que más se han prescindido son aquellas que requieren de cierto espacio en la vivienda (hacer ejercicio, practicar danza, más espacio para mascota), el lugar de la vivienda que fue más mencionado es la habitación. Otros datos relevantes fueron los de conocer las actividades realizadas en cada sector del hogar, esto proporciona certeza de la función secundaria que sería conveniente incorporar y las características evaluadas como atractivas o valiosas, así como las evaluadas de manera negativa servirán en la toma de decisión respecto al concepto que será seleccionado para ser diseñado.

3.4.1. Primer concepto de diseño.

Función principal: Dormir.

Funciones secundarias: Generar mayor amplitud de espacio y utilizar computadora.

Ubicación: Cuarto personal.

El primer concepto de diseño va enfocado en cubrir de forma primaria la necesidad esencial de dormir, de manera secundaria cubrir la necesidad de generar mayor espacio para otras actividades y contar con un escritorio para labores relacionadas con el uso de computadora o el trabajo escrito.

Para cubrir dichas necesidades lo mejor es la incorporación de un sistema que cuente con una cama abatible, la cual permita al usuario desplegar ésta solamente cuando requiera dormir (Fig. 3.9).

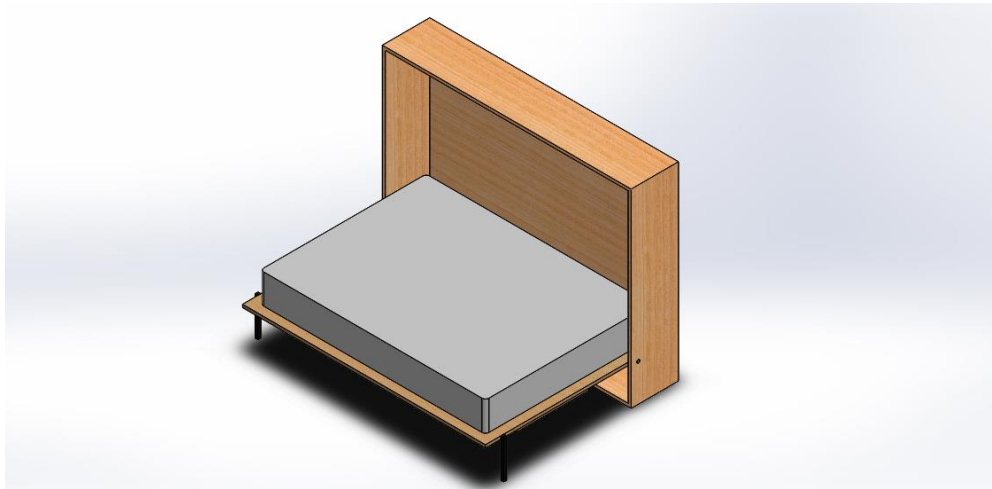


Fig.3.9 Cama en estado activo en el primer concepto de diseño.

Cuando el usuario necesite realizar actividades que requieran contar con mayor espacio, el sistema puede adoptar su estado totalmente pasivo. En este estado la cama y la mesa del escritorio se encontrarán retraídas en su orientación, esto genera que el sistema ocupe un área menor en la habitación en comparación al que ocuparía si se encontrará totalmente desplegado (Fig. 3.10).

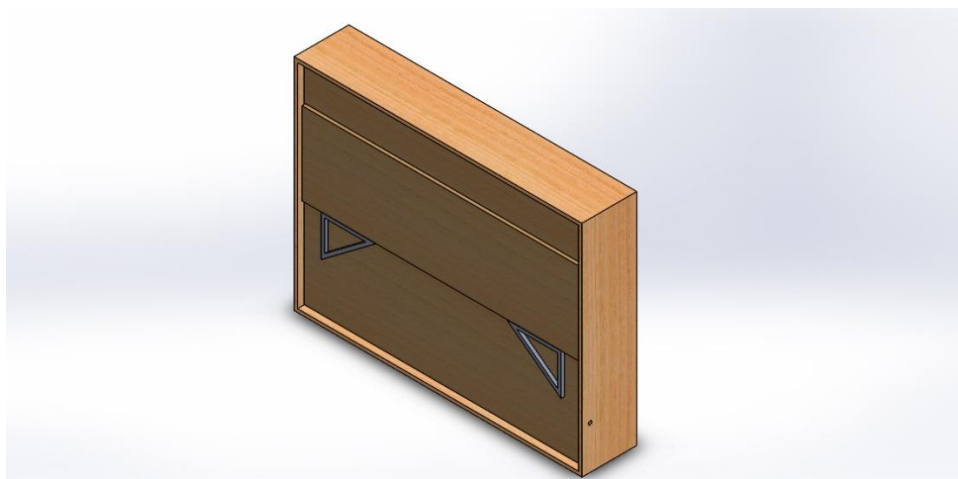


Fig.3.10. Estado totalmente pasivo en el primer concepto de diseño.

Tomando en consideración que muchos usuarios realizan actividades como el uso de computadora o relacionadas con el estudio y éstas requieren de una mesa de

apoyo, hacen necesario que el sistema ofrezca una mesa que se encuentre normalmente retraída en la base de la cama y permita desplegar unas bases para dar mayor apoyo en la parte inferior de la mesa (Fig. 3.11).



Fig. 3.11. Mesa desplegada en el primer concepto de diseño.

Este concepto de diseño puede tener una variante en donde el lado más largo de la base de la cama se encuentra orientado verticalmente, esto conlleva ciertas ventajas como el hecho de que la parte exterior del sistema se encuentre más alta que con la orientación horizontal, dando una sensación de mayor seguridad al no existir riesgo de topar la cabeza con la parte superior interna del marco. Sin embargo, existiría el inconveniente de que sería más difícil alcanzar la parte superior de la agarradera de la base de la cama y contar con menor longitud en la mesa de trabajo, ya que el lado horizontal del sistema en el arreglo vertical es menor.

3.4.2 Segundo concepto de diseño.

Función principal: Dormir.

Funciones secundarias: Generar mayor amplitud de espacio, almacenamiento y utilizar computadora.

Ubicación: Cuarto personal.

Este concepto de diseño ofrece las mismas funciones que el anterior, la diferencia más notable es respecto a las características esenciales presentes en el sistema y en como el sistema realizará la transición para poder ofrecer cada una de las funciones disponibles.

El sistema se basa en un par de correderas que serán las guías de una cubierta móvil del sistema, las correderas se encontrarán seccionadas en dos partes.

Cuando el sistema se encuentre en su forma completamente pasiva la cama y mesa de apoyo no se encontrarán desplegadas, por lo que en este estado la disponibilidad de espacio será mayor (Fig. 3.12).

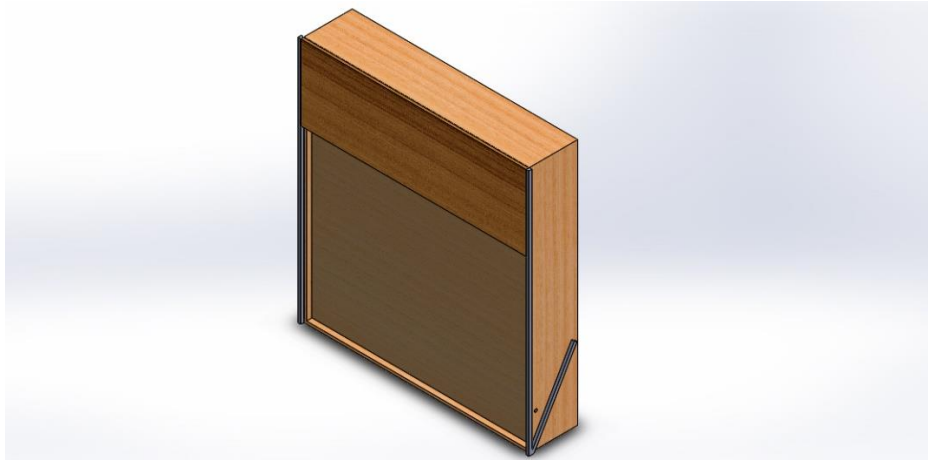


Fig.3.12. Estado totalmente pasivo en el primer concepto de diseño.

Para poder tener acceso a la cama la cubierta será desplazada hasta su punto máximo superior y una serie de seguros mantendrán la cubierta en dicha posición, evitando que pueda venirse abajo y con lo que será posible desplegar la base de la cama. A un costado de la base de la cama, se encontrarán unos soportes que darán mayor estabilidad a la cama (Fig. 3.13).

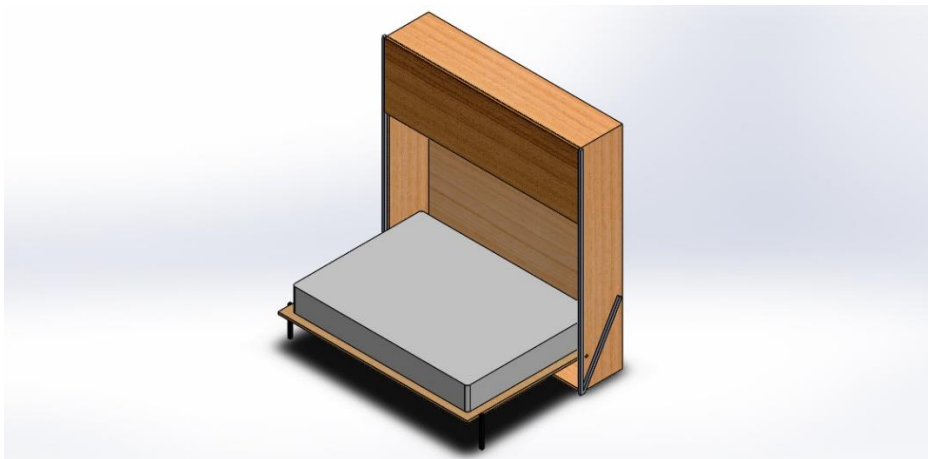


Fig.3.13. Cama en estado activo en el primer concepto de diseño.

Para hacer uso de la mesa de apoyo, la agarradera de la cubierta tiene que ser llevada a su punto máximo inferior y posteriormente la corredera deberá ser plegada en dirección perpendicular a su orientación original. La altura en la que las correderas pueden ser plegadas será coincidente con la altura de plegado de la cubierta, lo que ocasionará que la sección inferior de la cubierta se pliegue junto con las correderas y formará una mesa de trabajo con la suficiente estabilidad proporcionada por las mismas correderas plegadas (Fig. 3.14).

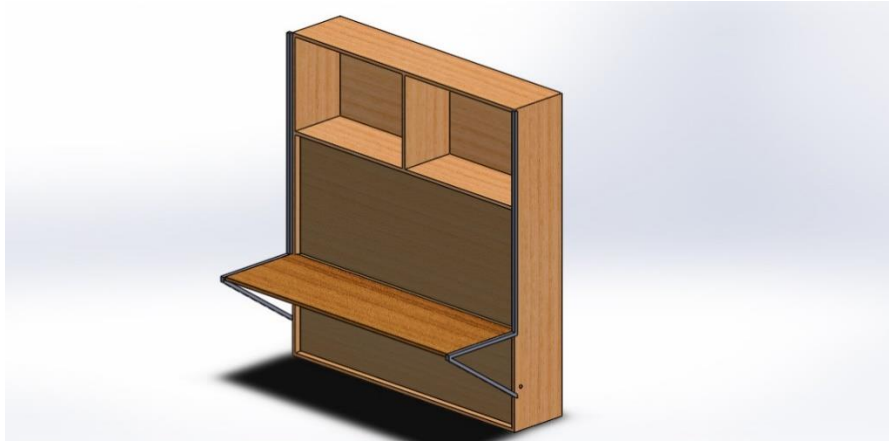


Fig. 3.14. Mesa desplegada en el segundo concepto de diseño.

Para el diseño de este concepto la parte fundamental serán las correderas ya que éstas deberán proporcionar estabilidad y servir de guías, pero además deberán de poder plegarse en un determinado punto para dar la estructura requerida para hacer uso de la mesa de apoyo. Algo importante es que es que la orientación del sistema deberá ser exclusivamente horizontal, ya que la orientación vertical implicaría una gran altura del sistema y la cubierta móvil sería difícil de hacer descender para muchos usuarios.

3.4.3. Tercer concepto de diseño.

Función principal: Dormir.

Funciones secundarias: Generar mayor amplitud de espacio, almacenamiento y utilizar computadora.

Ubicación: Cuarto personal.

En este concepto de diseño las correderas se encontrarán insertadas de forma vertical en los costados del marco inferior y servirán como guías para un subensamble de cuatro puertas plegables (Fig. 3.15).



Fig3.15. Estado totalmente pasivo en el tercer concepto de diseño.

Para hacer uso de la cama plegable se tiene que recorrer el arreglo de puertas plegables a su punto máximo superior y una vez ahí se asegura para que se mantenga la posición; los apoyos laterales dan soporte a la base de la cama. Es posible acceder a los entrepaños con solo deslizar las puertas de la cubierta inferior (Fig. 3.16)

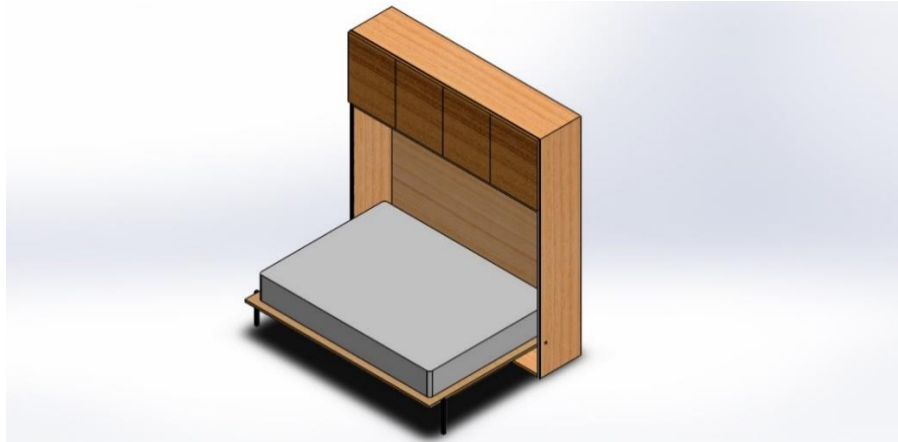


Fig.3.16. Cama en estado activo en el tercer concepto de diseño.

Para hacer uso de la función de mesa de apoyo se lleva el arreglo de puertas a su punto mínimo inferior, una vez en esta posición se abren las puertas y las mismas darán soporte a la mesa (Fig.3.17).

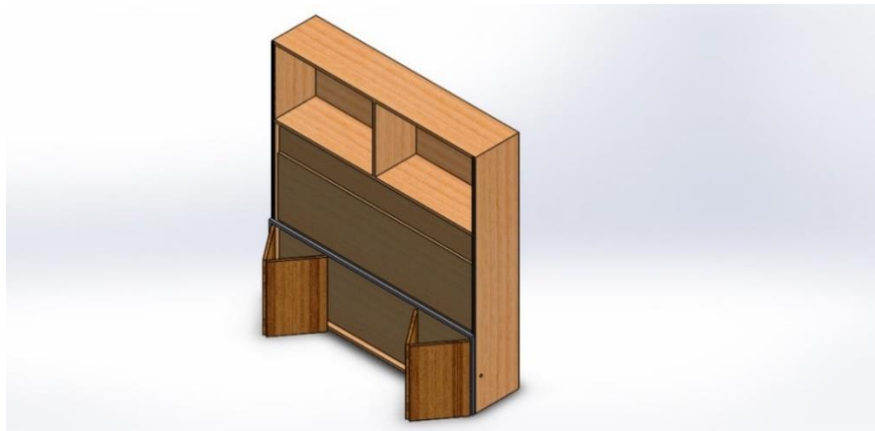


Fig. 3.17. Despliegue de las bases para la mesa en el tercer concepto.

Una vez que las puertas de la sección móvil se han desplegado, podrá ser posible apoyar la mesa sobre éstas y lograr tenerla lo suficientemente soportada para escribir o utilizar computadora (Fig.3.18).

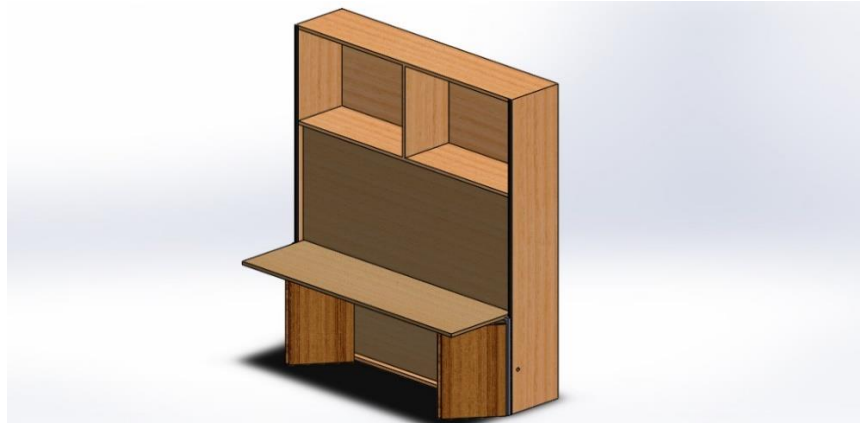


Fig. 3.18. Mesa en su estado activo en el tercer concepto.

Este concepto ofrece la posibilidad de estar dividido en tres secciones antes de su instalación, con el objetivo de que sea más fácil introducirlo en una vivienda que tenga una puerta de dimensiones pequeñas. La parte inferior es la correspondiente a la base de la cama abatible y su marco exterior, la parte superior es un arreglo de entrepaños para objetos o libros y la sección móvil se compone de cuatro puertas unidas mediante una corredera horizontal; mientras la sección superior e inferior se encontrarán unidas mediante correderas verticales.

3.5. Selección de concepto de diseño.

Una vez establecidos los conceptos de diseño se selecciona aquel que de forma integral cumpla eficientemente cada una de las necesidades identificadas mediante la consulta que se realizó. Los datos referentes a las preguntas cinco y seis de la encuesta permiten saber aquellos factores considerados como atractivos por parte de los usuarios o en su caso aquellos factores que fueron mencionados como negativos.

Para la selección del concepto de diseño se hará uso de una matriz de selección que sirva como auxiliar tomando en cuenta cada necesidad de diseño y cada una de ellas tendrá asociada una determinada importancia jerárquica, esto principalmente porque la consulta indicó que había necesidades más mencionadas y que por lo tanto son relevantes para más personas.

Los factores o necesidades de diseño se encontrarán en la parte izquierda de la matriz y se enlistarán de forma vertical, los conceptos de diseño estarán en la parte superior de la matriz y cada uno ocupará una columna. La escala usada para la evaluación será del 1 al 5, cada valor tendrá la siguiente interpretación:

- 1: El concepto no cumple con la necesidad o factor de diseño.
- 2: El concepto cumple de manera inadecuada la necesidad o factor de diseño.
- 3: El concepto cumple de manera parcial la necesidad o factor de diseño.
- 4: El concepto cumple de manera adecuada la necesidad o factor de diseño.

- 5: El concepto cumple de manera completamente satisfactoria la necesidad o factor de diseño.

La evaluación de los conceptos en la matriz de decisión se basó principalmente en criterio propio y solamente en aquellas evaluaciones puntuales que generaron duda se recurrió a consultar la opinión de un técnico con experiencia en este tipo de sistema o de profesores de la DIMEI para corroborar la evaluación que se había ponderado de manera tentativa o para modificar ésta.

3.5.1. Criterios para establecer la importancia en la Matriz de Decisión.

Los criterios mediante los cuales se evaluarán los conceptos serán aquellos que los usuarios catalogaron como atractivos en los sistemas mostrados o los factores negativos para la adquisición de estos, por lo que las necesidades que fueron identificadas mediante las encuestas son las siguientes:

- Bajo costo.
- Fácil de manejar.
- Larga vida útil / Resistente.
- Estético.
- Cómodo / Ergonómico.
- Capacidad para ser ensamblado en cuartos con espacios restringidos.
- Accesible para personas de baja estatura.
- Facilidad de introducir en entradas restringidas.
- Posibilidad de cambiarlo de lugar.

Aunque no fue una pregunta central de la encuesta, los usuarios encuestados de forma presencial mencionaron que para adquirir cualquier sistema con estas características, primero analizarían las funciones disponibles en el sistema y posteriormente valorarían los atributos particulares que ofrezca el mobiliario. Por tal motivo a la lista anterior se le agrega la funcionalidad del sistema, a la que se considera la necesidad más relevante porque indica las funciones que son capaces de proporcionar cada uno de los conceptos y dichas funciones son el primer criterio que se toma en cuenta por los usuarios para su adquisición.

Para establecer la importancia porcentual del resto de las necesidades se tomó como referencia el número de respuestas de las preguntas cinco y seis de la encuesta, se dio la misma importancia a los atributos como a los factores negativos mencionados, al ser ambos catalogados con un peso semejante a la hora de adquirir un sistema como éste y considerando que existen factores negativos que son consecuencia de no cumplir con atributos puntuales, como la dificultad de operación que es una consecuencia de que el sistema no cumpla con el atributo de facilidad de manejo.

Se contó el número de respuestas referentes a cada atributo o factor negativo relacionado al incumplimiento de éste (sumando ambos según fuera el caso de cada categoría identificada), después se dividió cada categoría entre el total de personas encuestadas y se multiplicó por 100 para que fuera referido en porcentaje. De esta manera se pudo generar un porcentaje de relevancia para cada una de las necesidades, con una evaluación lo más objetiva posible y fundamentada en la medida de lo posible en datos referentes a las encuestas. En la siguiente tabla se puede apreciar las necesidades que deben de cumplir los conceptos (Tabla 3.9).

Necesidad	Valor	Explicación
Funcionalidad	20%	La cantidad de funciones y cuáles son éstas es lo primero que los usuarios intentan analizar para adquirir un sistema como éste
Bajo costo	17%	Fue el principal inconveniente por el que los usuarios no adquirirían el producto, así que es una de las dos principales necesidades.
Fácil de manejar	16%	Fue uno de los dos atributos que los usuarios valoraron como atractivo, por lo que tiene la misma valoración que tiene el "Bajo costo"
Larga vida útil / Resistente	16%	Además de ser uno de los dos atributos que se identificó como más atractivo, es un aspecto primordial de cualquier mobiliario.
Estético	13%	La estética fue mencionada como un atributo relevante para adquirir el mobiliario.
Cómodo / Ergonómico	8%	Es una necesidad básica en el cualquier mobiliario, todos los conceptos podrían cumplir la necesidad sin ningún inconveniente
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	6%	Al ser complicado introducir cualquier mobiliario multifuncional ensamblado íntegramente, el poco espacio en viviendas es considerado un inconveniente en caso de que el sistema deba ser ensamblado en un cuarto en particular
Accesible para personas de baja estatura	2%	Algunos usuarios considerarán que su estatura dificultaría manipular uno de éstos sistemas
Facilidad de introducir en entradas restringidas	1%	Los espacios por dónde se podría ingresar el mobiliario cuentan con restricción de espacio.
Posibilidad de cambiarlo de lugar	1%	Esto para hacer limpieza u ocuparlo en otra habitación
	100%	

Tabla 3.9. Criterio de importancia para las necesidades expresadas por los usuarios.

3.5.2. Modelo estándar de comparación.

El modelo estándar de comparación es un sistema ofrecido por la empresa Multiespacio, que puede ser consultado en su página oficial de internet ^[29]. Este sistema ofrece las dimensiones de 2.27 [m] para la altura, 2.10 [m] a lo ancho y 0.4 [m] de profundidad (Fig. 3.19).



Fig. 3.19. Combo, producto ofrecido por la empresa multiespacio ^[29].

El sistema ofrece entrepaños para la colocación de ropa o libros, cuenta con una cama abatible que se puede desplegar cuando el usuario lo requiera y el escritorio

en este sistema no permite ser plegado, por lo que no es posible disponer de mayor espacio libre en caso de requerirlo.

3.5.3. Matriz de filtración.

La matriz de filtración no tiene el objetivo de eliminar alguno de los tres conceptos propuestos, sino más bien poder identificar qué necesidades son cubiertas de mejor forma por el modelo de referencia con respecto a cualquiera de los conceptos de diseño generados.

Necesidad o Función	Importancia				
Cama	21	Si	Si	Si	Si
Mesa de apoyo	9	Si	Si	Si	Si
Genera mayor espacio	13	No	Si	Si	Si
Entrepaños para objetos	2	Si	No	Si	Si
Grado de funcionalidad	20%		+	+	+
Bajo costo	17%		+	-	=
Fácil de manejar	16%		-	-	-
Larga vida útil / Resistente	16%		-	+	+
Estético	13%		-	-	-
Cómodo / Ergonómico	8%		=	=	=
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios	6%		+	=	+
Accesible para personas de baja estatura	2%		+	=	=
Facilidad de introducir en entradas restringidas	1%		+	=	=
Posibilidad de cambiarlo de lugar	1%		+	=	=
			6+ 1= 3-	2+ 5= 3-	3+ 5= 2-

Tabla 3.10. Matriz de filtrado aplicada en etapa conceptual.

3.5.4. Evaluación de los conceptos de diseño

Para la evaluación de la necesidad de precio accesible se tomó en consideración los factores que influyen para el costo de producción y ensamble. Los factores considerados fueron cantidad aproximada de piezas, complejidad de los componentes para su fabricación y complejidad de ensambles en el concepto.

Para evaluar la estética se realizó una consulta a 15 personas respecto a la estética apreciada en los tres conceptos y en el concepto de referencia. Se decidió dicho número al considerar lo complicado que era consultar tan solo para esta necesidad al mismo número de personas a las que se les solicitó su opinión en la encuesta principal, aunado a que las primeras diez opiniones obtenidas comenzaron a dar certeza que había un concepto que era claramente menos atractivo que el resto, dos que fueron apreciados con una estética similar y uno que era ligeramente más estético a estos dos últimos; las cinco opiniones posteriores terminaron confirmando todo lo anterior y permitiendo evaluar el grado de estética.

En la ergonomía simplemente se analizó si la estructura de los conceptos podría afectar la funcionalidad ergonómica en el sistema.

3.5.4.1. Evaluación del concepto de referencia.

Para evaluar el cumplimiento de las necesidades en el concepto de referencia, estos fueron los valores establecidos y la explicación de cada valoración (tabla 3.11).

Necesidad	Evaluación	Explicación
Grado de funcionalidad	3	No ofrece la función de generar más espacio, por éste motivo no cumple integralmente con una función relevante para muchos usuarios.
Bajo costo	3	Los ensambles del mecanismo que da soporte a la mesa requieren un arreglo específico y el funcionamiento de este mecanismo requiere estudio minucioso por parte de los desarrolladores, lo cuál incrementa los costos.
Fácil de manejar	5	El manejo es muy práctico en un solo movimiento es posible obtener el escritorio a partir de la cama abatible y viceversa, aunque de preferencia el movimiento debe ser lento para no comprometer la durabilidad del sistema.
Larga vida útil / Resistente	2	Los soportes metálicos deben dar apoyo tanto a la cama, como al escritorio; además de que se encuentran ensamblados en componentes de madera, lo cuál amenaza la vida útil del sistema.
Estético	4	En la consulta respecto a la estética fue ligeramente el mejor valorado, con un cuatro de casi todos los encuestados.
Cómodo / Ergonómico	4	No existe algo inherente a su estructura que perjudique la ergonomía del sistema.
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	2	Debido a la complejidad de sus ensambles sería muy complicado ensamblarlo en la habitación y el ingreso presentaría vicisitudes debido a que no es posible retraer la mesa de escritorio.
Accesible para personas de baja estatura	3	Desplegando la cama es posible poder acceder a las repisas superiores
Facilidad de introducir en entradas restringidas	3	La altura del sistema se asemeja al ofrecido en los conceptos propuestos, a diferencia del primer concepto.
Posibilidad de cambiarlo de lugar	2	Presenta dimensiones y peso parecidos al resto, con excepción del primer concepto.

Tabla 3.11. Evaluación al concepto de referencia.

3.5.4.2. Evaluación del primer concepto.

Para el primer concepto ésta fue la ponderación del cumplimiento de necesidades y la explicación de cada una (tabla 3.12).

Necesidad	Evaluación	Explicación
Grado de funcionalidad	4	No cumple con la función de ofrecer almacenar ropa u objetos en su estructura
Bajo costo	4	El concepto no cuenta con entrepaños lo que reduce los costos, al requerir menos componentes y menos ensambles.
Fácil de manejar	4	Es posible manipular el sistema desde un solo punto, al no existir correderas es ligeramente más fácil operar que el resto, aunque no tanto como el concepto de referencia
Larga vida útil / Resistente	2	Los soportes para la mesa se encuentran ensamblados a la base mediante tornillos en las bisagras, según el técnico esto compromete la funcionalidad del sistema.
Estético	2	En general se considera que la ausencia de entrepaños perjudica la estética del sistema.
Cómodo / Ergonómico	4	No existe algo inherente a su estructura que perjudique la ergonomía del sistema.
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	4	Debido a la ausencia de entrepaños es el concepto que más fácilmente se puede ensamblar en un cuarto reducido
Accesible para personas de baja estatura	5	Desde su estado pasivo es fácil acceder a la mesa o a la cama abatible.
Facilidad de introducir en entradas restringidas	5	Es el concepto que mejor se puede introducir en una vivienda, al ser el que cuenta con menor peso.
Posibilidad de cambiarlo de lugar	4	En su estado pasivo consiste en un prisma rectangular, por lo que es fácil de transportar.

Tabla 3.12. Evaluación al primer concepto de diseño.

3.5.4.3 Evaluación del segundo concepto.

Para el segundo concepto estos fueron las valoraciones para el cumplimiento de necesidades y la explicación de cada valoración. (Tabla 3.13)

Necesidad	Evaluación	Explicación
Grado de funcionalidad	5	Cumple con todas las funciones.
Bajo costo	3	Es necesario que los rieles tengan la capacidad de plegarse perpendicularmente a cierta altura, eso tiende a elevar los costos del sistema.
Fácil de manejar	2	El plegado de las correderas exige que el usuario manipule ambos extremos del sistema, lo que requiere un pequeño desplazamiento de éste.
Larga vida útil / Resistente	3	La mesa se encuentra soportada sobre las correderas plegables, lo que da mucha estabilidad cuando se requiera usar el sistema.
Estético	3	No existe algo inherente al sistema que pudiera afectar la ergonomía de éste.
Cómodo / Ergonómico	4	Contar con entrepaños genera estética en el sistema, la estructura y forma de las correderas no influyen negativamente en la estética.
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	2	Debido a las características del concepto es difícil que éste pueda ser seccionado en dos y ensamblado en la habitación, por lo que requiere una puerta grande para introducir el sistema completo.
Accesible para personas de baja estatura	3	Desplegando la cama es posible poder acceder a las repisas superiores
Facilidad de introducir en entradas restringidas	1	Al ser difícil de seccionar en subsistemas, se complica introducirlo en vías de acceso limitadas.
Posibilidad de cambiarlo de lugar	2	Presenta dimensiones y peso parecidos al resto, con excepción del primer concepto.

Tabla 3.13. Evaluación al segundo concepto de diseño.

3.5.4.4. Evaluación del tercer concepto.

Para la evaluación del tercer concepto estos fueron los valores para cumplimiento de necesidades, así como la explicación de cada valoración (Tabla 3.14).

Necesidad	Evaluación	Explicación
Grado de funcionalidad	5	Cumple con todas las funciones.
Bajo costo	3	Las correderas no requieren características como plegabilidad, por lo que tienden a reducirse los costos.
Fácil de manejar	3	El usuario puede manipular el sistema desde un mismo punto, aunque ello conlleve pararse y agacharse para que el sistema adopte los estados disponibles.
Larga vida útil / Resistente	3	La mesa de trabajo se encuentra bien soportada por las puertas, aunque en menor grado que el concepto anterior.
Estético	3	No hay un inconveniente por el que el sistema no pueda ser ergonómico.
Cómodo / Ergonómico	4	Ofrece una estética similar al anterior concepto.
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	3	El sistema puede encontrarse constituido en subsistemas, pudiendo ingresar éstas por separado y ser ensambladas en la habitación.
Accesible para personas de baja estatura	3	Desplegando la cama es posible poder acceder a las repisas superiores.
Facilidad de introducir en entradas restringidas	3	La altura del sistema se asemeja al ofrecido en los conceptos propuestos, a diferencia del primer concepto.
Posibilidad de cambiarlo de lugar	2	Presenta dimensiones y peso parecidos al resto, con excepción del primer concepto.

Tabla 3.14. Evaluación al tercer concepto de diseño.

3.5.5. Selección del concepto y comparación con los conceptos restantes.

La matriz refleja que el concepto uno y el concepto tres tienen sumatorias muy cercanas entre sí, siendo ligeramente superior el concepto tres que será el elegido para ser diseñado (Tabla 3.15).

Necesidad o Función	Importancia								
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Cama		Si		Si		Si		Si	
Mesa de apoyo		Si		Si		Si		Si	
Genera mayor espacio		No		Si		Si		Si	
Almacenar ropa u objetos		Si		No		Si		Si	
Grado de funcionalidad	20%	3	0.6	4	0.8	5	1	5	1
Bajo costo	17%	3	0.51	4	0.68	3	0.51	3	0.51
Fácil de manejar	16%	5	0.8	4	0.64	2	0.32	3	0.48
Larga vida útil / Resistente	16%	2	0.32	2	0.32	3	0.48	3	0.48
Estético	13%	4	0.52	2	0.26	3	0.39	3	0.39
Cómodo / Ergonómico	8%	4	0.32	4	0.32	4	0.32	4	0.32
Practicidad para ensamblar en cuartos con espacios restringidos	6%	2	0.12	4	0.24	2	0.12	3	0.18
Accesible para personas de baja estatura	2%	3	0.06	5	0.1	3	0.06	3	0.06
Facilidad de introducir en entradas restringidas	1%	3	0.03	5	0.05	1	0.01	3	0.03
Posibilidad de cambiarlo de lugar	1%	2	0.02	4	0.04	2	0.02	2	0.02
	100%		3.3		3.45		3.23		3.47

Tabla 3.15 Matriz de selección para la elección del concepto a diseñar.

Sin embargo, la evaluación deja muy en claro que el concepto uno cubre de mejor manera ciertos rubros importantes en el diseño y que no puede pasar desapercibido, por esta razón se debe considerar la posibilidad de ofrecer una adecuación en el concepto elegido en situaciones puntuales en que ciertos clientes lo requieran.

Las necesidades que el primer concepto cubrió de mejor manera son bajo costo, la facilidad de manejo, así como todas aquellas surgidas a partir de ofrecer un sistema menos complejo (practicidad de ensamble, facilidad de introducir en entradas restringidas y cambiarlo de lugar).

3.5.6. Ventajas y desventajas del concepto seleccionado.

Entre las ventajas y desventajas que el concepto seleccionado ofrece se identifica principalmente lo siguiente (Tabla 3.16).

Ventajas	Desventajas
El usuario puede manipular el sistema desde una sola posición central.	Es necesario que el sistema cuente con repisas o estructura en la parte superior, por la existencia de la cubierta y las correderas, lo que aumenta un poco los costos.
El ensamble del sistema no implica gran complejidad, al carecer de mecanismos especiales para la cama abatible o para el escritorio	Es difícil que en la estructura superior puedan existir puertas, cuando la cubierta esté en el punto inferior o se utilice el escritorio.
Es posible ofrecer variedad a la estructura superior, es decir que podría ser armario de ropa, entrepaño para objetos, etc. Para adecuarse a las necesidades particulares	La variedad en la estructura superior del sistema, implica menos estandarización de los componentes y esto podría elevar los costos de fabricación
Cuando se utiliza el escritorio existe gran soporte, ya que es proporcionado por la parte inferior de la cubierta móvil.	
Sería fácil sustituir un componente de éste concepto, en el segundo concepto es difícil sustituir las correderas plegables o los eslabones en el modelo de referencia.	

Tabla 3.16 Ventajas y desventajas del concepto escogido sobre otras alternativas.

CAPÍTULO 4. DISEÑO DE CONFIGURACIÓN.

4.1. Introducción.

El objetivo en esta etapa es realizar una división del sistema en forma de componentes y generar la geometría particular asociada a cada componente del sistema, para fomentar un mayor orden y detalle del sistema la primera división del diseño integral será a través de subsistemas.

Una vez establecidos los componentes que integran cada subsistema, se evaluará cada uno mediante el método manual de Boothroyd para conocer si hay partes que no son estrictamente esenciales o que sean factibles de ser rediseñadas al presentar dificultades en su inserción o manipulación.

4.2. Identificación de subsistemas del diseño.

Para generar la arquitectura del sistema primero hay que identificar los subsistemas que darán lugar a cada función, la característica principal de estos subsistemas es que estarán integrados por varios componentes y su ensamble debe ser realizado previamente al ensamble total del sistema.

4.2.1. Subsistema de marco inferior.

Este subsistema geoméricamente es un prisma hueco que debe servir como estructura exterior del sistema en la parte inferior e interactúa con todos los otros subsistemas. Las dimensiones deben ser mayores a las referentes a los colchones comerciales que se encuentran en el mercado y en este caso al tratarse de un sistema ideado para tamaño matrimonial, la referencia serán las dimensiones de este tipo de colchones.

Será construido a partir de dos tipos de tablas con dimensiones similares a lo ofrecido comercialmente por catálogos de proveedores.

Las tablas verticales tendrán una altura de 1600 [mm], un ancho de 500 [mm], un grosor de una pulgada. Las tablas horizontales tendrán un largo de 2270 [mm], un ancho de 485 [mm] y un grosor de una pulgada.

Para ensamblar el subsistema se alinea un arreglo perpendicular entre tablas horizontales y verticales, de tal manera que los extremos de estas últimas coincidan con las superficies de mayor área de las dos tablas horizontales; el ensamble exige que las tablas tengan que ser sujetados en todo momento para asegurar la inserción entre ellas mismas (Fig.4.1).

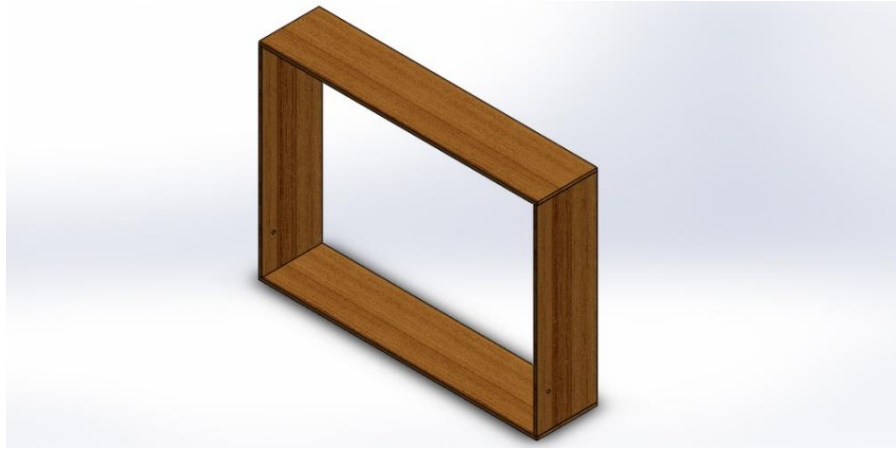


Fig. 4.1. Arquitectura del subsistema de marco.

El área frontal de las tablas verticales que coincide con la parte frontal del subsistema es en donde estarán ensambladas las dos correderas verticales, estas correderas serán comunes al marco inferior y a la estructura de las repisas.

Los componentes del subsistema son:

- Tablas horizontales.
- Tablas verticales.

4.2.2. Subsistema asociado a la cama plegable.

El subsistema de la cama plegable está compuesto preliminarmente por un somier ensamblado sobre una tabla rectangular de madera (Fig. 4.2.), al existir elementos de composición metálica que tendrán la función de proporcionar dinamismo al subsistema, se vuelve obligatorio que estos sean ensamblados a una estructura metálica, que sería la base del somier y en la parte superior estarían ensamblados una serie de ocho tablonces de madera para dar soporte ante la carga producida por el colchón y el peso del usuario.

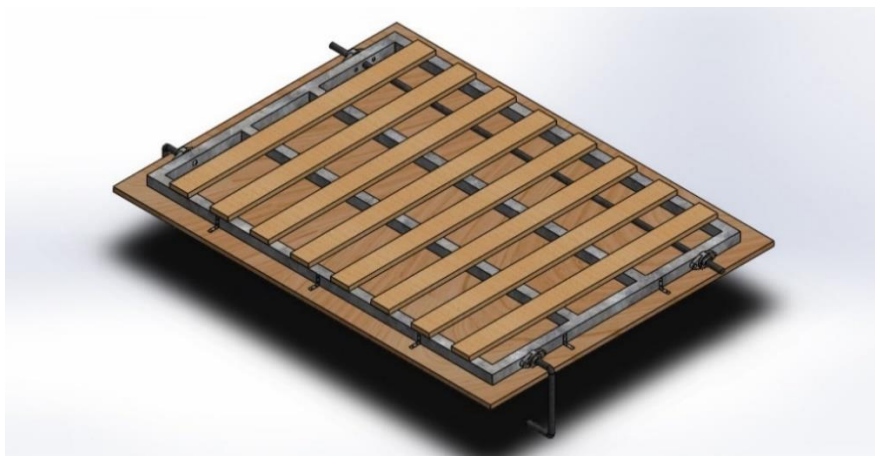


Fig. 4.2. Arquitectura del subsistema de cama plegable.

La estructura metálica del somier se fabrica a partir de un tubo rectangular con perfil de 1"x1", inicialmente se planea que la fabricación de la estructura metálica del somier se produzca a partir de cortar y soldar 6 segmentos del tubo rectangular. Por una parte, habría dos segmentos más cortos que en sus extremos tendrían un corte a 45°, dos segmentos largos que en sus extremos con corte en 45° y dos segmentos largos que mantendrían su corte transversal en sus extremos.

Una barra de acero cilíndrica será la responsable de permitir la rotación del subsistema de cama plegable y por lo que éste último pueda plegarse, la barra estará ensamblada con apriete en los extremos del marco del sistema, comportándose como un eje estático. La base de la cama es la que realizará el movimiento giratorio alrededor del eje estático, dos chumaceras ensambladas en los extremos de la estructura metálica del somier facilitarán el movimiento giratorio de la base de la cama y reducirá la fricción entre ambos elementos.

Este tipo de sistemas con cama abatible suelen utilizar un mecanismo para permitir plegar la base de la cama, la propuesta anterior tiene como objetivo dar mayor soporte al sistema a través de un elemento como una barra de acero galvanizado y reducir la complejidad del ensamble, ya que la conformación de un mecanismo para cama abatible es más complejo en su conformación y ensamble que la fijación extremo a extremo de una barra de acero galvanizado, con chumaceras en el somier para evitar la fricción.

Un par de tubos con estructura en C darán soporte cuando sea desplegado el subsistema para que el usuario pueda acostarse en la cama; para que los tubos obtengan dicha estructura se hará uso de máquina dobladora.

Para integrar la mesa hay que tomar en cuenta que la superficie principal de la mesa y la cara inferior de la base de la cama no se encuentran al mismo nivel, ya que la superficie de la mesa sobresale con respecto a la superficie de la base de la cama; en vista de lo anterior será necesario integrar bisagras escalonadas al subsistema para permitir el ensamble entre ambos componentes (Fig. 4.3).

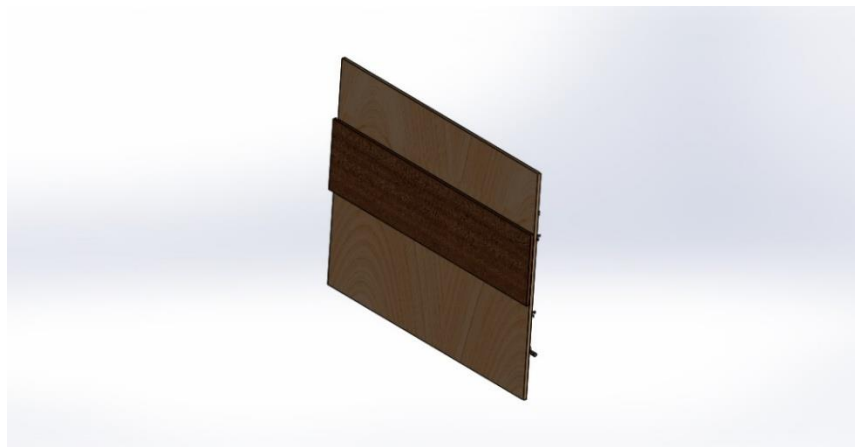


Fig.4.3. Mesa de apoyo en el subsistema de cama plegable.

Los componentes del subsistema son:

- Somier
- Tablas del somier
- Base principal de la cama
- Chumaceras
- Tubo de acero galvanizado
- Escuadra unión madera-somier
- Tubo soporte cama inferior
- Gancho pequeño de retención de soporte
- Base de la mesa
- Bisagras con escalón
- Rosca aseguradora.

4.2.3 Subsistema asociado a las repisas superiores.

Este subsistema tendrá semejanza con el subsistema de marco, con la diferencia de que las tablas verticales deberán ser más y habrá una tabla adicional que dé división en dos repisas cerradas de las mismas dimensiones (Fig. 4.4). Las tablas horizontales tendrán las mismas medidas que las tablas horizontales usadas para constituir el marco inferior del sistema, con el objetivo de seguir el principio de estandarización de los componentes del sistema.

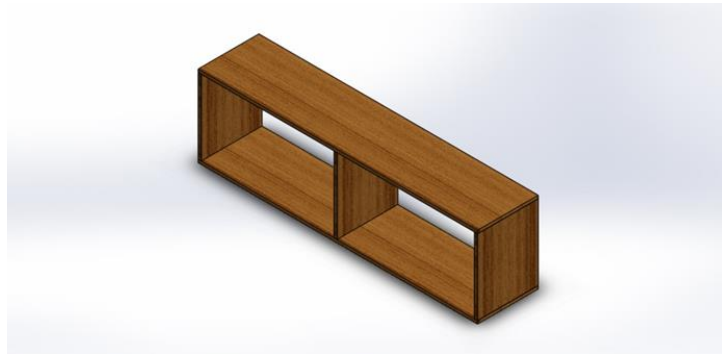


Fig. 4.4. Arquitectura del subsistema de repisas

Las tablas verticales de los extremos tendrán ensambladas las correderas en la superficie que coincide con la vista frontal del subsistema.

Los componentes del subsistema son:

- 3 repisas verticales.
- 2 repisas horizontales.
- 6 escuadras.

4.2.4. Subsistema de puertas plegables móviles.

El subsistema por una parte tendrá la función de actuar como puertas plegadizas para las repisas superiores y esto sucederá cuando el subsistema se encuentre en su punto máximo superior; será importante contar con elementos que aseguren que el subsistema no vaya a descender cuando el subsistema se encuentre dicho punto (Fig. 4.5).

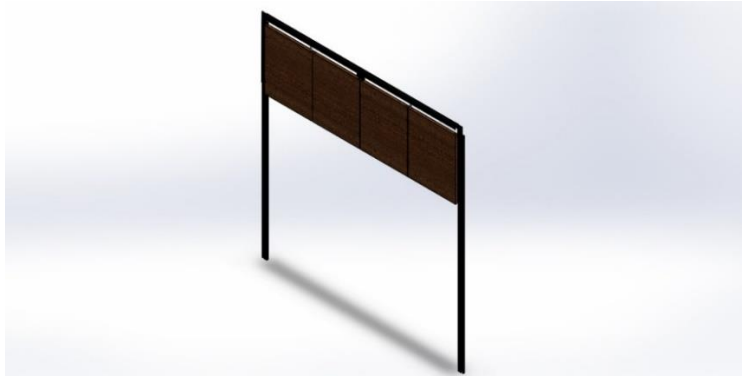


Fig. 4.5. Arquitectura del subsistema de puertas plegables móviles

Para disponer de su otra función se llevará el subsistema a su punto inferior, las puertas se abrirán con lo que podrán servir como soporte para la mesa cuando se encuentre desplegada. Para que las puertas se puedan plegar horizontalmente es necesario contar con una corredera superior que permita a dos carros (ensamblados en la parte superior de cada puerta) recorrer la corredera y de esta manera abrir o cerrar las puertas del sistema.

La corredera superior se encontrará ensamblada en sus extremos a un par de bases laterales, a su vez estarán ensambladas a las puertas mediante bisagras. Los carros móviles utilizados son modelo DN 150 Sr y son producidos por la empresa Ducasse, su corredera superior también es comercializada por la propia empresa y se ajusta a las características de los carros móviles ^[37].

El subsistema se moverá de forma ascendente y descendente gracias a que en las bases laterales del subsistema estarán ensambladas un par de deslizaderas que serán fabricadas mediante el corte y doblado de láminas metálicas; a su vez estas deslizaderas circularán dentro del par de correderas laterales que serán fabricadas mediante el doblado de una lámina metálica.

El subsistema solamente se encontrará asegurado cuando se encuentren en su punto máximo superior, ya que en esta posición las puertas del subsistema fungirán como apertura y cierre de repisas. Cuando se requiera utilizar el escritorio se retirará el seguro del subsistema para que pueda descender y posteriormente dejarlas parcialmente entreabiertas para que sean ocupadas como soporte de la mesa de escritorio.

Las puertas plegables se encontrarán unidas entre sí a través de bisagras convencionales fabricadas por la empresa Philipps ^[38].

Los componentes del subsistema son los siguientes:

- Puertas plegables.
- Bisagra sencilla.
- Correderas verticales.
- Deslizaderas.
- Roscas aseguradoras de deslizadera.
- Correderas superiores.
- Carro D-150 SR.
- Bases laterales.
- Cilindro pequeño de soporte.
- Tuerca ranurada.

4.3. Medios de unión en los subsistemas.

De forma preliminar los medios de unión serán principalmente tornillos en las uniones entre componentes de madera, componentes de madera con bisagras y componentes de madera con escuadras; en uniones entre componentes de madera será importante que los tornillos no sobresalgan para mantener cierto grado de estética y funcionalidad. En uniones donde intervengan componentes metálicos se usarán tornillos con rosca parcial, las tuercas asegurarán la rigidez de la unión y las arandelas evitarán que la fuerza de apriete de la unión no comprometa la superficie de los componentes.

Para la fabricación de varios componentes metálicos se requerirá trabajo en lámina como corte, doblado, soldadura; en esta planeación preliminar se hace énfasis en que no existan componentes metálicos que requieran procesos de torno y fresado, para intentar estandarizar al máximo los procesos de fabricación.

4.4. Problemas preliminares en la unión de los subsistemas.

Una vez constituidos los subsistemas que darán estructura al diseño, es necesario ensamblarlos entre sí para conocer la compatibilidad y posibles interferencias entre ellos; esto último fue detectado una vez realizada la unión entre subsistemas y fueron las siguientes:

- Las chumaceras fueron más grandes con respecto a la superficie superior del somier y quedaba una parte sobresaliente con respecto a éste, por lo que es necesario escoger una chumacera más pequeña y esto afectará también las dimensiones del tubo que estará ensamblado de extremo a extremo del marco superior.
- La base de la cama y la parte interna del marco se encuentran en contacto cuando el sistema se encuentra en estado pasivo, lo cual provoca fricción

entre sus superficies; para solucionarlo se sobredimensionan las tablas verticales que conforman el marco para evitarlo.

- En el subsistema de puertas plegables móviles se presentó el inconveniente de que la corredera superior no coincidía con respecto a las puertas plegables a largo de eje x, por tal motivo los carros móviles ensamblados no coinciden y circulan de manera inadecuada con respecto a la corredera superior; para corregir el defecto las bases laterales deberán contar con un pequeño arreglo para procurar una mayor coincidencia con respecto a las puertas plegables.
- La superficie inferior de la mesa de apoyo no coincidía con la parte superior de las puertas plegables, debido a que la existencia de la corredera superior y carros evita que se pueda dar la coincidencia entre ambas superficies y por lo tanto las puertas no puedan servir como soporte para la mesa de apoyo. Para su solución instalaron unos pequeños cilindros en la parte superior de las puertas plegables y de esta manera dichos cilindros sirvieron de conexión entre mesa y puertas, generando que éstas últimas soportaran adecuadamente la mesa desplegada.

4.5. Ensamble y constitución preliminar del sistema.

Tomando en consideración los problemas preliminares y corrigiéndolos fue posible ensamblar todo el sistema; a continuación, se puede apreciar cómo quedó constituido el sistema en su estado pasivo (Fig. 4.6).



Fig. 4.6. Ensamble sistema en estado pasivo.

La disposición del sistema para el despliegue de la cama es el siguiente (Fig. 4.7):

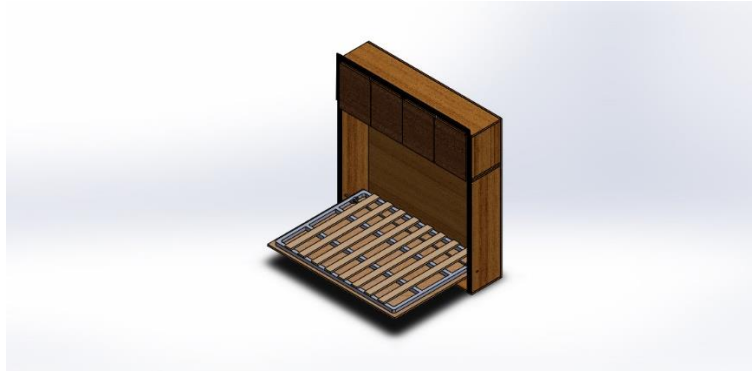


Fig. 4.7. Ensamble sistema con despliegue de la cama.

Para disponer del escritorio, el subsistema móvil tiene que descender hasta su punto más bajo y posteriormente se tiene plegar las puertas de manera que entre ellas exista un ángulo interno menor a 30° (Fig. 4.8).

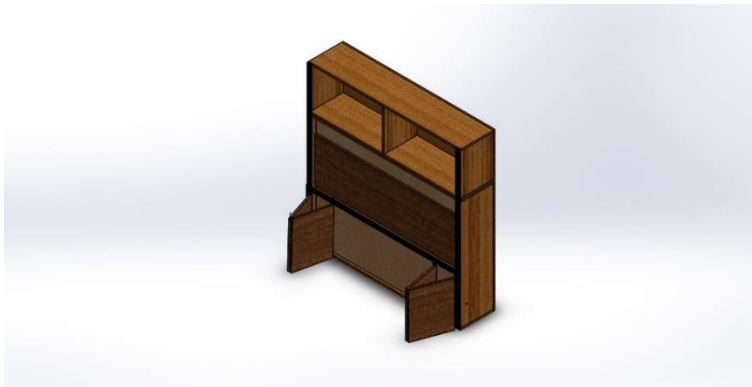


Fig. 4.8. Apertura de las puertas para la utilización del escritorio.

En las dos puertas plegables de los extremos habrá un par de cilindros que tendrán que servir de soporte para la mesa del escritorio, debido a que la superficie inferior de la mesa se encuentra por arriba de las puertas plegables y los cilindros permiten generar soporte al nivelarse con la superficie inferior de la mesa. (Fig. 4.9.).

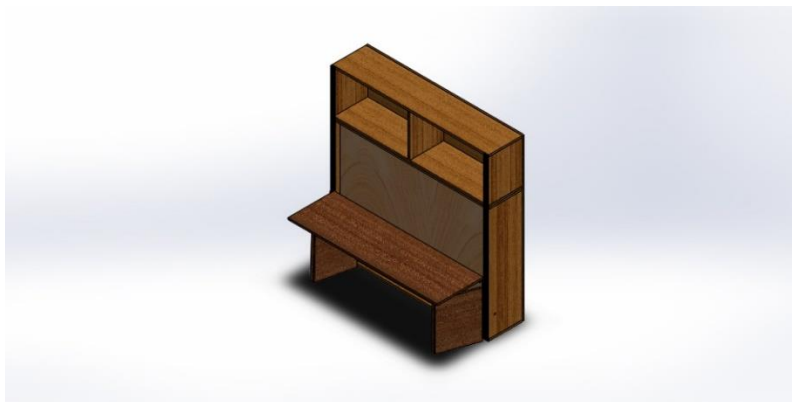


Fig. 4.9. Despliegue de la mesa de apoyo.

Aún existen aspectos puntuales que es necesario establecer, como las dimensiones de los elementos de unión y características específicas de ciertos elementos, como en el caso de las bisagras.

4.6. Análisis manual de ensamble.

El análisis manual de ensamble permitirá conocer si hay piezas que no son estrictamente esenciales, eso se determina mediante las tres preguntas que propone Boothroyd.

Posteriormente se establecen los códigos y tiempos aproximados para la manipulación y para la inserción de cada una de las piezas, ambos valores asociados a la facilidad con la que es posible realizar dichas operaciones dadas las características de la pieza. La tabla con la determinación de piezas esenciales, así como valores y códigos para la manipulación e inserción de las piezas en el diseño es la siguiente (Tabla 4.1).

Componente/ Subsistema	¿Es una pieza esencial?	código manipulación	tiempo de manipulación	código de inserción	tiempo de inserción	Número de piezas
Subsistema de marco						
Tabla horizontal	si	94	3	08	6.5	2
Tabla vertical	si	94	3	08	6.5	2
Tabla trasera	si	94	3	08	6.5	1
Subsistema de la base de la cama						
Somier	si	95	4	38	6	1
Tablas del somier	si	10	1.5	02	2.5	8
Base Principal de la cama	si	94	3	08	6.5	1
Chumacera	si	20	1.8	06	5.5	4
Tubo de acero galvanizado	si	90	2	01	2.5	1
Escuadra union madera-somier	si	33	2.5	02	2.5	10
Tubo Soporte Cama inferior	no	20	1.8	01	2.5	2
Garcho pequeño de retención de soporte	no	01	1.13	30	2	2
Base de la mesa	si	94	3	02	2.5	1
Bisagras con escalón	si	30	1.95	02	2.5	2
Rosca aseguradora	no	10	1.5	00	1.5	1
Subsistema de repisas						
Repisas verticales	si	10	1.5	08	6.5	3
Repisas horizontales	no	94	3	08	6.5	2
Escuadra	No	03	1.95	02	9.5	4
Subsistema de puertas plegables móviles						
Puertas plegables.	si	30	1.95	02	2.5	4
Bisagra sencilla.	si	10	1.5	02	2.5	8
Correderas verticales	no	20	1.8	08	6.5	2
Deslizaderas	si	20	1.8	02	2.5	2
Roscas aseguradoras de deslizadera	no	10	1.5	00	1.5	1
Correderas superiores	no	20	1.8	08	6.5	1
Carro D-150 SR	si	20	1.8	02	2.5	2
Bases laterales	si	83	5.6	12	5	2
Cilindro pequeño de soporte	no	10	1.5	00	1.5	2
Tuerca ranurada	no	10	1.5	30	2	4

Tabla 4.1. Tiempos estimados para la manipulación e inserción de los componentes del diseño.

La eficiencia aproximada del diseño que se genera a partir de los tiempos estimados de manipulación e inserción es la siguiente (Tabla 4.2).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	nombre del componente
Numero de pieza	Numero de veces que una operación es simulada en el sistema	Código de los dígitos para la inserción manual	Tiempo de inserción manual por pieza	Código de los dígitos para la inserción manual	Tiempo de inserción manual por pieza	Tiempo de operación, inserción, (27)(4)(6)	Costo de materiales, (0.17)	Consistencia para la operación, (0.17)	Consistencia para la operación, (0.17)
									Subsistema de marco
1	2	94	3	0,8	6,5	19	7,6	1	Tabla horizontal
2	2	94	3	0,8	6,5	19	7,6	1	Tabla vertical
3	1	94	3	0,8	6,5	9,5	3,8	1	Tapa trasera
									Subsistema de la base de la cama
4	1	95	4	3,8	6	10	4	1	Somier
5	8	10	1,5	0,2	2,5	32	12,8	1	Tablas del somier
6	1	94	3	0,8	6,5	9,5	3,8	1	Base Principal de la cama
7	4	20	1,8	0,6	5,5	29,2	11,68	1	Chumacera
8	1	90	2	0,1	2,5	4,5	1,8	1	Tubo de acero galvanizado
	10	33	2,5	0,2	2,5	50	20	1	Escuadra union madera-somier
	2	20	1,8	0,1	2,5	8,6	3,44	0	Tubo Soporte Cama inferior
	2	0,1	1,13	30	2	6,26	2,504	0	Gancho pequeño de retención de soporte
12	1	94	3	0,2	2,5	5,5	2,2	1	Base de la cama
13	2	30	1,95	0,2	2,5	8,9	3,56	1	Bisagras con escalón
14	1	10	1,5	0,0	1,5	3	1,2	0	Roscas aseguradoras
									Subsistema de repisas
9	3	10	1,5	0,8	6,5	24	9,6	1	Repisas verticales
10	2	94	3	0,8	6,5	19	7,6	0	Repisas horizontales
11	6	0,3	1,95	0,2	9,5	68,7	27,48	0	Escuadra
									Subsistema de puertas plegables móviles
15	4	30	1,95	0,2	2,5	17,8	7,12	1	Puertas plegables.
16	8	10	1,5	0,2	2,5	32	12,8	1	Bisagra sencilla.
17	2	20	1,8	0,8	6,5	16,6	6,64	0	Correderas verticales
18	2	20	1,8	0,2	2,5	8,6	3,44	1	Deslizaderas
19	1	10	1,5	0,0	1,5	3	1,2	0	Roscas aseguradoras de deslizadera
20	1	20	1,8	0,8	6,5	8,3	3,32	0	Correderas superiores
21	2	20	1,8	0,2	2,5	8,6	3,44	1	Carro D-150 SR
22	2	83	5,6	12	5	21,2	8,48	1	Bases laterales
23	2	10	1,5	0,0	1,5	6	2,4	0	Cilindro pequeño de soporte
	4	10	1,5	30	2	14	5,6	0	Tuerca ranurada
						462,76	185,104	17	0.110208315
						TM	CM	NM	Eficiencia

Tabla 4.2. Eficiencia de ensamble en función de los tiempos de manipulación e inserción.

4.7. Análisis antropométrico del sistema.

El componente que más requiere de sustento en datos antropométricos es la mesa de apoyo del sistema, esto para delimitar sus dimensiones y la altura a la que la mesa tiene que ser ensamblada. Panero y Zelnik establecen que en una habitación personal la altura de una mesa de escritorio deberá tener un rango de 71.1 [m] – 76.2 [m], sin embargo, dichas dimensiones son adecuadas tomando como referencia los datos antropométricos de la población analizada por ambos.

Por esa razón es necesario adecuar la altura de la mesa a los datos antropométricos referentes a la población mexicana, en el año 2015 el Instituto Politécnico Nacional publicó un artículo referente a un estudio antropométrico de la población mexicana masculina laboralmente productiva [10].

La dimensión antropométrica que se usará para establecer la altura de la mesa será la altura del suelo hasta las rodillas, referido al percentil 95 los hombres. Se escogió dichas medidas antropométricas debido a que la altura de la mesa tiene que ser superior a la medida de la suela del zapato hasta la parte superior de las rodillas de la persona, la forma de obtener dicha dimensión es mediante la suma de la altura poplíteo y la holgura del muslo.

La elección de dicho percentil radica en que los hombres de edad joven son el sector poblacional que más longitud presenta en promedio en dichas medidas y si la altura de la mesa es mayor que la suma de ambas medidas referidas a dicho sector, será funcional para este sector y para el resto de los sectores que presentan en promedio medidas más pequeñas. Para el percentil 95 la altura desde el suelo hasta las

rodillas es de 63.83 [cm] y como la altura de la mesa debe ser mayor a dicha magnitud, se establece 0.67 [cm] como medida seleccionada.

De igual manera la mesa debe ser ligeramente mayor a la suma de la altura poplítea y la altura de los codos para el percentil 50 tanto en mujeres como hombres, ya que una mesa a la altura de los codos es conveniente para mantener una postura ergonómica en donde el ángulo entre antebrazos y bíceps se encuentre a 90° o en un rango cercano.

En el año 2007 la Universidad de Guadalajara realizó un estudio antropométrico referente a la población latinoamericana ^[11]. En dicho estudio se establecen las medidas antropométricas para mujeres de entre 19 y 24 años.

La altura al codo sentado es de 239 [mm] y altura poplítea de 400 [mm] para mujeres en el percentil 50; mientras que en hombres de percentil 50, esas mismas dimensiones son de 288.3 [mm] y 442.8 [mm] respectivamente. La suma para mujeres es de 639 [mm] y para hombres de 731.1 [mm], el promedio para ambos es de 685.05 [mm], la cual es una altura mayor a la anterior y por lo tanto será la que se tome como la altura de la mesa de trabajo.

Para establecer el resto de las dimensiones en los subsistemas se hará uso de las recomendaciones que brindan Panero y Zielnik o en su caso de las medidas estándar de los colchones comerciales.

Se recomienda que el ancho que deba tener una mesa de apoyo en una habitación de encuentre en un rango entre 610 [mm] – 762 [mm], por lo que la medida para el ancho de la mesa se fijará de 685 [mm].

En lo referente a las dimensiones de la cama se puede seguir la recomendación de Zielnik y Panero, pero considerando que la distancia entre soportes de la base de la cama debe adecuarse a las medidas estándar de los colchones ofrecidos en México, existe mayor conveniencia de fijar dichas dimensiones tomando como referencia éstas. Consultando varias tiendas que ofrecen colchones y registrando las medidas que tienen, se observa que cuentan con dimensiones que se encuentran entre 1250[mm] – 1450[mm] para su ancho y de 1900 [mm] – 2000 [mm] para el largo del colchón.

Con base en lo anterior se establece un espacio disponible para el colchón de 1400 [mm] para el ancho y de 1950 [mm] para el largo del mismo.

4.8 Rediseño de componentes.

El análisis manual de Boothroyd permite conocer cuáles son las piezas candidatas a eliminarse para reducir la complejidad del diseño y también permite conocer los tiempos estimados de manipulación e inserción, las piezas que contaron con números más grandes ya sea para manipulación o inserción son candidatas a rediseñarse en su geometría y dimensiones.

4.8.1 Rediseño en subsistema de puertas móviles

En el subsistema de puertas plegables móviles algunos componentes no son estrictamente esenciales o cuentan con números de manipulación e inserción que podrían reducirse. En dicho subsistema la existencia de puertas del tipo plegable implica la adición de piezas que podrían ser prescindidas si el subsistema fuera menos complejo.

Para reducir la complejidad del subsistema se cambiará su funcionamiento de puertas plegables a lo largo de su eje horizontal a puertas de tipo abatible de abierto-cerrado; este rediseño es capaz de eliminar los carros DN 150, las correderas horizontales y la unión entre las puertas.

El primer cambio realizado al subsistema fue a través de su base móvil, con este rediseño se podrá eliminar la corredera superior y a través de secciones de tubo cuadrado galvanizado es posible conseguir un arreglo como el que se muestra en la siguiente imagen (Fig. 4.10).



Fig.4.10. Diseño inicial y Rediseño de la base móvil

Para reducir los efectos de la fricción en el subsistema se han cambiado las deslizaderas por rodamientos, que permitan un desplazamiento más adecuado en el subsistema y que estarán aseguradas a varillas que estarán ensambladas a la parte trasera de la base móvil (Fig. 4.11).



Fig. 4.11. Sustitución de deslizaderas por rodamientos.

También se podrá cambiar la configuración y dimensiones de las puertas, la nueva configuración de las puertas será de la siguiente manera (Fig. 4.12).



Fig. 4.12. Diseño inicial y rediseño en las puertas

4.8.2. Rediseño en subsistema de cama plegable

Debido a que la cantidad de escuadras de unión madera-tubo reducen la eficiencia del ensamble, se reducirá su número con el rediseño del somier en el subsistema de cama plegable; en lugar del somier se ensamblarán dos tubos rectangulares cerca de los lados cortos de la base, cuatro escuadras con perfil de L (dos en cada tubo) darán el soporte requerido entre la base y los tubos rectangulares, las escuadras en L deberán ser fijadas en la base desde un inicio para facilitar la inserción de los tubos. Para dar soporte en los costados largos de la base de la cama se fijarán dos soportes laterales en los extremos de los tubos cuadrados, estos soportes se fabrican a partir del doblado de los extremos de una varilla de acero formando un perfil en C y soldando una varilla recta en la parte media del perfil, además el rediseño total puede terminar reduciendo el peso del subsistema (Fig.4.13).

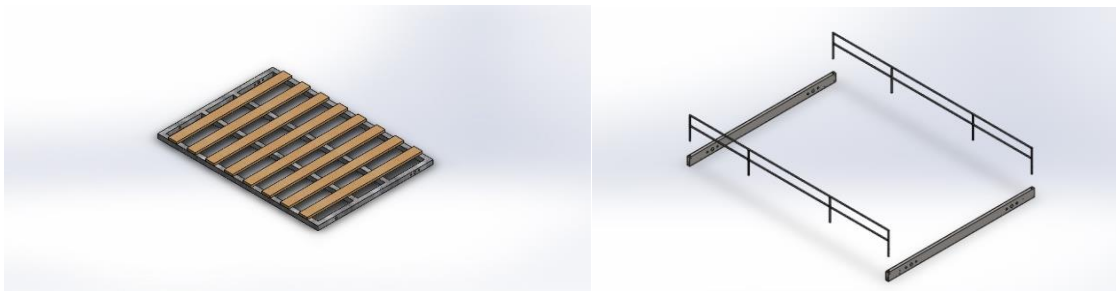


Fig.4.13. Diseño inicial y Rediseño de la estructura en la cama plegable.

Es necesario un rediseño en el mismo subsistema para reducir la densidad procurando no comprometer la rigidez estructural del mismo; ambos parámetros son de gran importancia al considerar que la base de la cama es una de las partes que se encuentra más expuesta a esfuerzos y al mismo tiempo es perjudicial aumentar el peso, ya sea agregando más componentes o aumentando la densidad de los componentes existentes. Por lo que se propone un componente fabricado a partir de polímero o madera plástica que cuente con un perfil parecido al de las flautas en las cajas que sirven para embalaje, en las cajas de embalaje la existencia de flautas permite obtener una mayor rigidez en la caja sin aumentar considerablemente la densidad de la misma (Fig. 4.14).

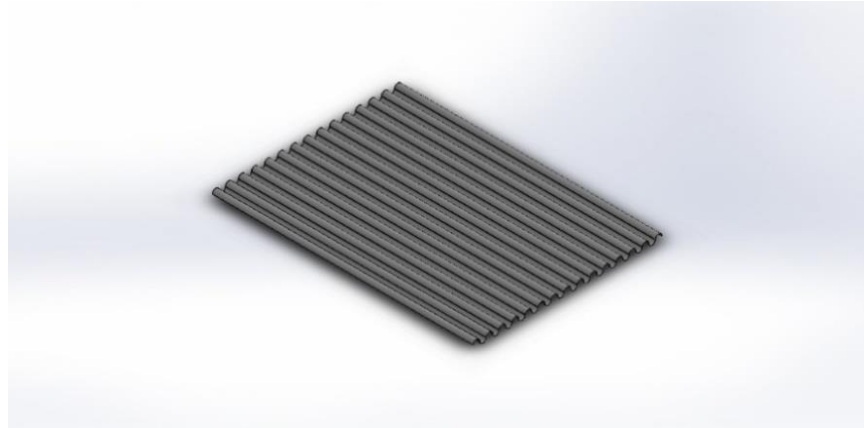


Fig. 4.14. Propuesta de soporte ondulado en el subsistema de cama plegable

Además de la reducción en la densidad del subsistema otro factor benéfico es la reducción de componentes en el subsistema, ya que en vez de requerir ocho tableros de madera que ayuden a distribuir los esfuerzos generados por el peso del colchón y el usuario, sólo se requiere ensamblar a la base principal el soporte ondulado.

El rediseño en el subsistema de cama plegable se puede ver en comparativa con el diseño inicial de la siguiente manera (Fig. 4.15).

El soporte ondulado será fabricado a partir de policarbonato al ser uno de los polímeros más usados en la ingeniería por su disponibilidad comercial, facilidad de procesamiento y presentar buena resistencia mecánica ^[5].

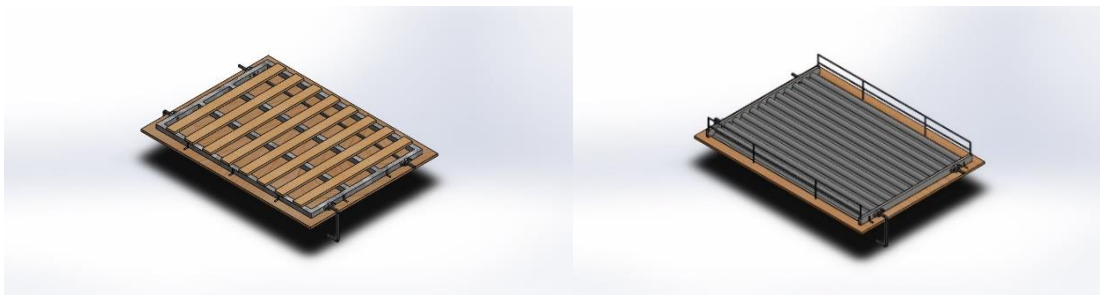


Fig.4.15. Diseño inicial y rediseño del subsistema de cama

Para comprobar que el rediseño de soporte de cama contribuye a la reducción de peso en el subsistema se hará uso de la herramienta “Calcular” de SolidWorks, que proporciona una medida de la masa de cualquier componente una vez que ha sido establecida la densidad de éste. Según la base de datos del software la densidad del Policarbonato es $1.2 \text{ [g/cm}^3\text{]}$, el software arroja una masa de 11.116 [Kg] en el soporte ondulado (Fig. 4.16.).

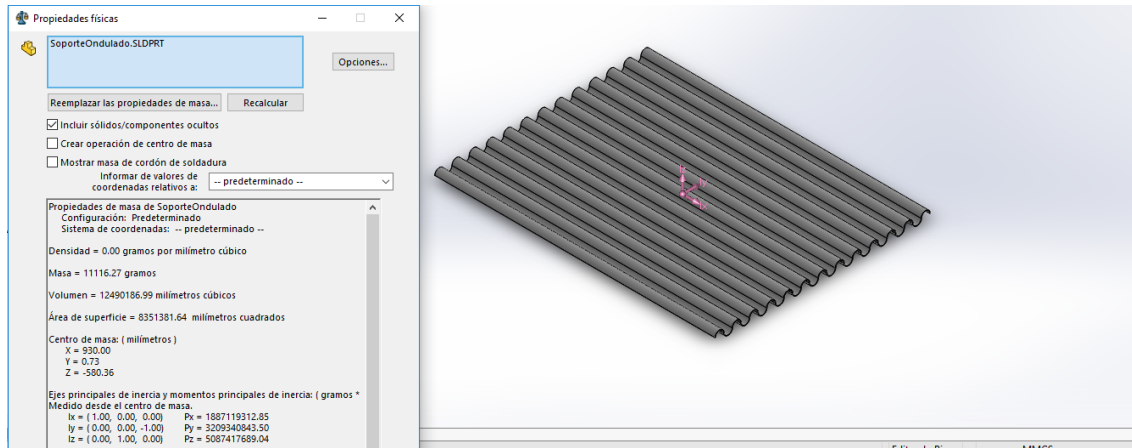


Fig.4.16. Medida de la masa inherente al soporte ondulado.

Será utilizada la misma herramienta ahora a los tablonces del somier, ya que éstos son los encargados que dar soporte al subsistema en su configuración inicial.

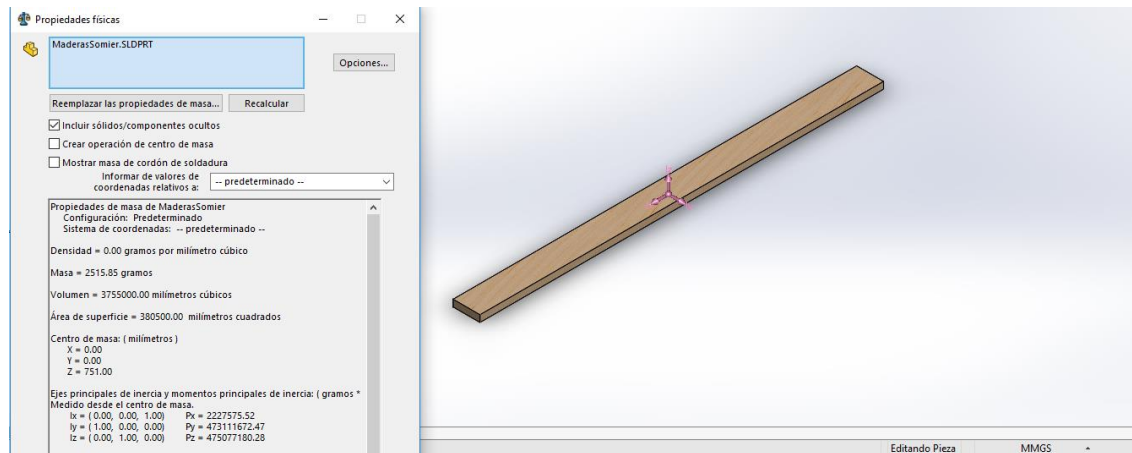


Fig.4.17. Medida de la masa inherente a cada tabla del somier.

El software arroja una masa de 2.515 [Kg] para cada tablón de madera, multiplicado por ocho que es el número de tablonces requeridos para ser ensamblados en el somier, proporciona una masa de 20.120 [Kg] que es claramente mayor a la masa del componente rediseñado y por lo tanto el rediseño es adecuado para la reducción de peso del subsistema.

4.8.3. Rediseño en subsistema de marco

Los sistemas de marco y repisas también contarán con rediseños en sus componentes horizontales, esto para facilitar la alineación e inserción de las tablas verticales con respecto a las tablas horizontales y además evita que se tenga que estar sosteniendo éstas al momento de atornillar; ahora los componentes horizontales serán más largos y contarán con unas ranuras de 15 [mm] de profundidad a 50[mm] de sus extremos (Fig. 4.18 y Fig. 4.19). Las tablas verticales serán rediseñados ligeramente más largos para compensar la profundidad que

tendrán que ocupar cuando sean insertados en las ranuras de las tablas horizontales.



Fig.4.18. Rediseño en el componente horizontal del marco incorporando ranuras.



Fig. 4.19. Diseño inicial y rediseño en el subsistema de marco.

También se eliminarán las escuadras que unen al subsistema de marco y el subsistema de repisas al ser innecesarias, ya que las correderas al ser comunes a ambos subsistemas aseguran que habrá unión entre ambos.

4.9 Análisis de Boothroyd al rediseño de componentes.

Los componentes del sistema una vez realizado el proceso de rediseño, así como sus respectivos códigos y tiempos estimados de inserción y manipulación quedan de la siguiente manera (Tabla 4.3).

Componente/Subsistema	¿Es una pieza esencial?	código manipulación	tiempo de manipulación	código de inserción	tiempo de inserción	Número de piezas
Subsistema de marco						
Tabla horizontal	si	94	3	02	2.5	2
Tabla vertical	si	94	3	02	2.5	2
Tabla trasera	si	94	3	08	6.5	1
Subsistema de la base de la cama						
Base principal Cama	1	94	3	08	6.5	1
Tubo rectangular en extremos	1	91	3	38	6	2
Varilla soporte lateral	1	91	3	38	6	2
Soporte ondulado	1	94	3	97	12	2
Escuadra de unión	1	33	2.5	02	2.5	4
Chumacera	1	20	1.8	06	5.5	4
Tubo de acero galvanizado	1	90	2	01	2.5	1
Tubo Soporte Cama inferior	0	20	1.8	01	2.5	2
Gancho pequeño de retención de soporte	0	01	1.13	30	2	2
Base de la mesa	1	94	3	02	2.5	1
Bisagras con escalón	1	30	1.95	02	2.5	2
Rosca aseguradora	0	10	1.5	00	1.5	1
Subsistema de repisas						
Repisas verticales	si	10	1.5	08	6.5	3
Repisas horizontales	no	94	3	08	6.5	2
Subsistema de puertas plegables móviles						
Puerta grande	si	90	2	08	6.5	1
Puertas plegables pequeñas	si	90	2	08	6.5	2
Bisagra sencilla	Si	10	1.5	02	2.5	6
Correderas verticales	no	20	1.8	08	6.5	2
Rodamientos	Si	00	1.13	01	2.5	4
Tuerca ranuradas	no	10	1.5	30	2	4
Estructura para las puertas	Si	90	2	00	1.5	1
Roscas aseguradoras	no	10	1.5	00	1.5	4

Tabla 4.3. Tiempos estimados para la manipulación e inserción en componentes del rediseño.

Para confirmar que el rediseño de los componentes generó una simplificación en las etapas de manipulación e inserción de los mismos, se realiza la evaluación del método de Boothroyd (Tabla 4.4). A simple vista se puede apreciar que hubo una reducción en la cantidad de piezas para el diseño y en ciertos casos los tiempos de manipulación o inserción fueron menores.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nombre del ensamble
Número de pieza	Número de veces que una operación es	Código de dos dígitos para la manipulación	Tiempo de manipulación manual por pieza	Código de dos dígitos para la inserción	Tiempo de inserción manual por pieza	Tiempo de operación, segundos $(2)[(4)+(6)]$	Costo de operación, centavos $0.4(7)$	¿Consideraciones? para la estimación	
Subsistema de marco									
1	2	94	3	02	2.5	11	4.4	1	Tabla horizontal
2	2	94	3	02	2.5	11	4.4	1	Tabla vertical
3	1	94	3	08	6.5	9.5	3.8	1	Tabla trasera
Subsistema de la base de la cama									
6	1	94	3	08	6.5	9.5	3.8	1	Base principal Cama
3	2	91	3	38	6	18	7.2	1	Tubo rectangular en extremos
4	2	91	3	38	6	18	7.2	1	Varilla soporte lateral
5	2	94	3	97	12	30	12	1	Soporte ondulado
6	4	33	2.5	02	2.5	20	8	1	Escuadra de unión
8	4	20	1.8	06	5.5	29.2	11.68	1	Chumacera
9	1	90	2	01	2.5	4.5	1.8	1	Tubo de acero galvanizado
	2	20	1.8	01	2.5	8.6	3.44	0	Tubo Soporte Cama inferior
	2	01	1.13	30	2	6.26	2.504	0	Gancho pequeño de retención de soporte
12	1	94	3	02	2.5	5.5	2.2	1	Base de la mesa
13	2	30	1.95	02	2.5	8.9	3.56	1	Bisagras con escalón
14	1	10	1.5	00	1.5	3	1.2	0	Rosca aseguradora
Subsistema de repisas									
10	3	10	1.5	08	6.5	24	9.6	1	Repisas verticales
11	2	94	3	08	6.5	19	7.6	0	Repisas horizontales
Subsistema de puertas plegables móviles									
15	1	90	2	08	6.5	8.5	3.4	1	Puerta grande
16	2	90	2	08	6.5	17	6.8	1	Puertas plegables pequeñas
17	6	10	1.5	02	2.5	24	9.6	1	Bisagra sencilla
18	2	20	1.8	08	6.5	16.6	6.64	0	Correderas verticales
19	4	00	1.13	01	2.5	14.52	5.808	1	Rodamientos
20	4	10	1.5	30	2	14	5.6	0	Tuerca ranurada
21	1	90	2	00	1.5	3.5	1.4	1	Estructura para las puertas
22	4	10	1.5	00	1.5	12	4.8	1	Roscas aseguradoras
						346.08	138.432	19	0.164701803
						TM	CM	NM	Eficiencia

Fig. 4.4. Eficiencia del ensamble en función de los tiempos de manipulación e inserción en el rediseño.

La eficiencia de ensamble muestra un aumento desde el 11.02% que se obtuvo anteriormente, hasta el 16.47% que se tiene en este caso.

Aunque el aumento podría parecer mínimo, se debe tomar en cuenta que es un sistema con un gran número de componentes y esto ocasiona que las eficiencias tiendan a ser pequeñas; sobre todo por contar con piezas que no son estrictamente indispensables y sin embargo por requerimientos particulares no es posible eliminarlas.

4.10 Problemas generados y parámetros relacionados.

Durante el desarrollo del sistema se han presentado problemas, ya sea relacionados con la configuración entre subsistemas o en características de las piezas, los problemas encontrados presentan un parámetro que se desea mejorar y un parámetro que consecuentemente se empeora.

El objetivo central de desarrollar este tipo de sistemas es que ciertas secciones primordiales puedan ofrecer un determinado grado de “versatilidad”, ese es el caso de las puertas móviles que sirven como puertas en el subsistema de repisas y además pueda servir como base de apoyo para la mesa; pero al intentar ofrecer mayor versatilidad el parámetro empeorado es la “complejidad del sistema”.

Otro problema encontrado fue la fricción que se presenta al desplazarse los rodamientos a través de las correderas verticales, esto afecta la funcionalidad de ambos componentes al ocasionar que se desprenda parte del material de cada uno y con el tiempo el desplazamiento sea de forma cada vez más inadecuado. El parámetro que se desea mejorar es “factores dañinos actuando en un objeto del exterior” y el parámetro que empeora es el “área de un objeto móvil”, ya que para reducir la fricción lo ideal es que el área exterior de los rodamientos sea mínima y esto es una restricción de acuerdo a la oferta disponible.

Una de las necesidades que es primordial ofrecer es una larga vida útil, sin embargo, la restricción es el límite de resistencia que puede presentar cada componente dependiendo del material del que se encuentre constituido. El parámetro que se busca mejorar es el “tiempo de acción de un objeto móvil” y el parámetro que impide lo anterior es la “fortaleza propia de componentes”, sobre todo los que no pueden ser producidos a partir de acero.

Cuando el usuario desea desplegar la cama se recomienda que el esfuerzo involucrado para realizar dicha acción sea el mínimo posible; lo anterior se podría conseguir usando materiales de menor densidad, sin embargo, este tipo de materiales también conllevan propiedades mecánicas menores. El parámetro que se busca mejorar es la “fuerza externa que se aplica al sistema” y el parámetro perjudicado es la “resistencia del sistema”.

4.11 Utilización de TRIZ en la solución de problemas generados.

Para la resolución de problemas encontrados se hará uso de la matriz de contradicciones de TRIZ, un problema factible de ser resuelto con la matriz es necesario que presente un parámetro de mejora y otro parámetro que se empeora simultáneamente, todos los problemas planteados muestran esa característica.

En el primer problema tomando en consideración el parámetro que se desea mejorar y el parámetro que se empeora, la matriz de contradicción sugiere los principios de solución 15, 28, 29 y 37. De entre ellos el elegido es el principio 28 de “sustitución de sistemas mecánicos” que plantea sustituir sistemas mecánicos por campos electromagnéticos o campos acústicos, térmicos, ópticos, etc. En lugar de contar con sistemas mecánicos que en las puertas plegables aseguren la coincidencia con la mesa de apoyo, la utilización de pequeños imanes puede cumplir con dicha tarea de forma efectiva y sin incorporar mecanismos complejos que aseguren estabilidad.

En el problema relacionado a la fricción entre rodamientos y correderas, el parámetro a mejorar son “efectos dañinos en un objeto del exterior” y el parámetro que empeora es “área del objeto móvil”, la matriz de contradicción enuncia que los principios de solución relacionados con los parámetros son el 1, 22, 28 y 33. De entre todos ellos la “segmentación” es el principio que más puede convenir, el principio sugiere la división del objeto en partes seccionales y fomentar la diferencia

entre el mismo; el principio adecuado al problema sugiere el uso de algún aditivo, recubrimiento o interfaz entre las deslizaderas y la correderas.

Para el problema asociado a buscar acrecentar la vida útil del sistema los principios de solución son 27, 3 y 10; de entre todos ellos el principio de solución elegido será el 27 de “Desechado” que propone sustituir los componentes que sean costosos por componentes que sean más económicos y preferencialmente fáciles de ser sustituidos. Este principio podría ser aplicado a varios componentes que están expuestos a fatiga por el uso reiterado de cada uno de ellos y es casi inevitable que fallen independientemente de la calidad del componente; lo mejor es que el diseño del sistema permita que los componentes más expuestos a fatiga se puedan remover fácilmente y dar mantenimiento periódico una vez que el sistema sea adquirido por el cliente.

Para el problema asociado al esfuerzo involucrado para manipular el sistema los principios de solución son 35, 10, 14 y 27; de entre todos ellos el principio de solución elegido será el 10 de “Acción preliminar” que propone someter al sistema a un efecto o transición de manera anticipada. El principio abstraído al problema sugiere que antes de que el usuario termine de plegar la cama, un elemento como puede ser un muelle actúe como amortiguador para reducir la demanda de fuerza necesaria para que el usuario pueda manipular el sistema, sin embargo, dicho efecto tiene que ocurrir antes de que el usuario comience a rotar la cama plegable y reducirse cuando la cama se encuentre en estado activo (en dicho estado el suelo soportará el subsistema).

4.12 Radar de la evolución de TRIZ.

El software Creax es una herramienta computacional de gran utilidad en la generación del radar de la evolución, ya que permite crear éste al evaluar el producto en determinados criterios. A continuación, se pueden apreciar los criterios que influyen en el desarrollo tecnológico de este tipo de sistemas, así como los niveles para la evaluación de cada uno de los criterios.

4.12.1. Segmentación del espacio.

La tendencia de evolución hace referencia a la generación de espacios vacíos en la estructura parcial o integral del sistema.

El sistema de referencia solamente cuenta con una cavidad en el subsistema de marco por lo que se encontrará en el nivel dos de desarrollo de la tendencia.

El diseño desarrollado cuenta con un soporte ondulado que termina generando una gran segmentación del espacio, ayudando al ahorro de material y reducción de peso en el sistema; el sistema se encontrará en el nivel 3 del criterio.

4.12.2 Segmentación del objeto.

El criterio hace referencia al grado de partición existente en el sistema.

El diseño de referencia presenta un alto grado de división entre subsistemas y se presenta una amplia relación entre sí mismos, por lo que es asignado al tercer nivel que es alta segmentación en sólidos.

El diseño desarrollado presenta características semejantes, por lo que será colocado en el mismo nivel.

4.12.3 Redes y fibras.

Hace referencia a la inclusión de estructura fibrilar en componentes del sistema.

En el diseño de referencia y en el rediseño del sistema existen componentes fabricados a partir de madera MDF, por lo que ambos diseños cuentan con componentes que cuentan con fibras en dos dimensiones y se encuentran en el segundo nivel de la tendencia de evolución.

4.12.4 Dinamización.

El criterio de dinamización hace referencia al grado de pliegues en los componentes del sistema, como consecuencia de los ensambles que conforman el sistema.

El diseño de referencia cuenta con múltiples pliegues entre los mismos subsistemas para disponer de las funciones del mismo y por lo que se ubica como un sistema de múltiples uniones.

El diseño desarrollado tiene características semejantes y será considerado en el mismo nivel de desarrollo.

4.12.5. Reducción de la complejidad del sistema.

Hace referencia al número de componentes en el sistema, entre más componentes existan más complejo es el sistema.

Los componentes que conforman los sistemas son más de 20 en ambos casos, así que en lo referente a reducción de la complejidad ambos diseños se encuentran en el nivel más bajo.

4.12.6. Controlabilidad.

Hace referencia a que tan fácil es manipular un sistema, para que pueda ser operado de manera más simple por parte del usuario.

Ambos sistemas muestran el mismo grado de controlabilidad; por una parte, la dificultad para disponer de la cama es el mismo en ambos sistemas y en lo referente a la utilización de la mesa inicialmente el diseño desarrollado mostraba mayor dificultad, sin embargo, implementando imanes la facilidad se empareja.

4.12.7 Decremento de la intervención humana.

El criterio hace referencia a la tendencia de reducir el nivel de participación que el usuario tiene que ejercer para que el sistema pueda operar.

En ambos diseños existe un grado semejante en la tendencia de evolución, aunque el sistema desarrollado muestra que la implementación de más imanes puede ayudar en reducir la intervención humana.

4.12.8 Enfoque de la compra del cliente.

El criterio hace referencia al grado de demanda realizada por el cliente con respecto al producto, en función de las necesidades que logra cubrir el producto.

El diseño de referencia va dirigido a clientes que solamente demandaban ahorrar espacio ya sea para utilizar la cama o el escritorio, pero no para satisfacer las necesidades de usuarios que desean disponer de espacio libre en la habitación; por lo que el sistema se encuentra en el nivel tres.

El diseño desarrollado permite un estado pasivo en donde se libera espacio disponible que originalmente ocuparía alguno de los dos muebles (cama o escritorio), además de contemplar una reducción de costos y de la densidad de los componentes que conforman el sistema; por lo que será colocado en un nivel cuatro en dicho criterio.

4.12.9 Metodología de diseño.

La metodología de diseño hace referencia al grado de integración de las metodologías de diseño y análisis estructural enfocado a mejorar la calidad de los componentes del diseño.

El diseño de referencia ha integrado metodologías de diseño para la mejora en el diseño, sin embargo, ha faltado enfocarse en degradar los efectos negativos en el sistema, como lo son la fricción y fatiga entre componentes (sobre todo entre los mecanismos de soporte, la base de la cama y el marco).

El diseño desarrollado se encuentra en el cuarto nivel de la tendencia que es la lenta degradación de efectos negativos, debido a que se encuentra en una fase en donde se busca eliminar los efectos negativos inherentes al uso del sistema en componentes de manera individual (fricción, fractura o fatiga de materiales, peso de los componentes). La evolución subsecuente sugiere un análisis relacionado a los efectos que puedan surgir de la interrelación entre subsistemas.

4.12.10 Densidad.

La tendencia de la evolución indica que la densidad inherente a los componentes que conforman el sistema debe de disminuir, en el caso de esta aplicación sería especialmente conveniente al facilitarse la operación del sistema en función de la disminución de la densidad de ciertas piezas.

Por el momento ambos diseños se encuentran en el mismo nivel de los 10^3 debido a que el material tentativo en varias piezas es madera comercial. Aunque en peso absoluto el diseño propuesto muestra una reducción en su peso.

4.12.11 Uso de espectro visible.

La tendencia hace referente a la utilización de colores contrastantes para dar mayor estética en un sistema.

El diseño de referencia muestra poca variedad de color en su estructura, por lo que será ubicado en nivel dos.

El diseño desarrollado muestra un mayor uso de colores contrastados en las estructuras del sistema, por lo que será ubicado en el nivel tres.

4.12.11. No linealidad.

El criterio hace referencia a la diferenciación de un producto, procurando que éste vaya dirigido a satisfacer de manera más particular a satisfacer las necesidades subjetivas de cada uno de los sectores de consumo.

El diseño de referencia va enfocado a usuarios con carencia de espacio en la vivienda, ello muestra diferenciación. Sin embargo, no va dirigido a usuarios que deseen disponer de mayor espacio libre para otras actividades, por tal motivo será catalogado en el nivel uno.

El sistema desarrollado se encuentra en el nivel dos al mostrar un mayor grado de diferenciación que el diseño de referencia; ya que va enfocado a usuarios que no solamente quieren disponer de funciones inherentes al sistema, sino que además desean la posibilidad de contar con espacio libre para otras actividades

4.13 Información proporcionada por el radar de TRIZ.

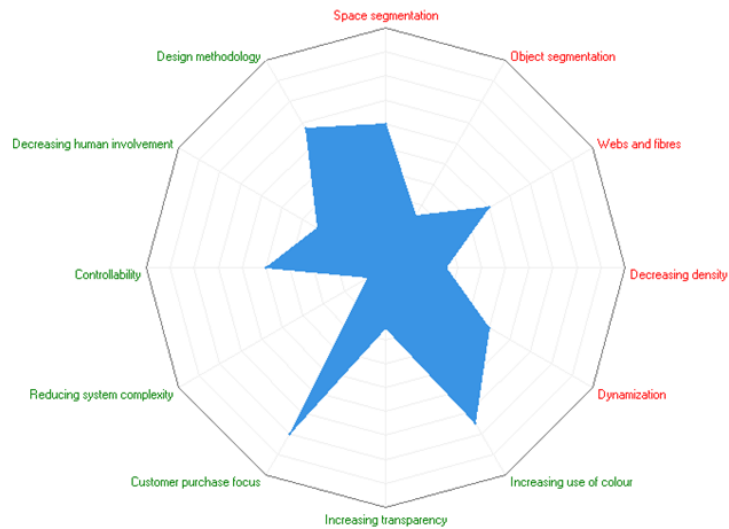
La comparación de ambos sistemas en el radar muestra que el diseño desarrollado en ciertos criterios se encuentra en un mayor nivel de desarrollo, esto se puede ver en criterios como dinamismo, esto no solamente es valioso por una mayor funcionalidad inherente a ciertos elementos, sino porque a una gran cantidad de usuarios les parece más atractivo un sistema móvil en comparación a un sistema estático.

La segmentación en el espacio es otro criterio en donde el diseño desarrollado fue considerado en un nivel superior, se vuelve un criterio relevante al considerar que el peso del sistema es un parámetro que entre menor sea, más facilita la labor del usuario al operarlo. El contar con un soporte ondulado ayuda a crear espacios, porque en lugar de existir policarbonato habrá vacío y beneficia en la reducción de peso del sistema.

Aunque el diseño no se encuentre en un nivel superior al diseño de referencia en lo que respecta a los criterios de controlabilidad y grado de intervención humana, la existencia de imanes en la mesa facilitaría una transición hacia los siguientes niveles, considerando la integración de sistemas automatizados y dicha integración sería más fácil con la ayuda de imanes que reduzcan el trabajo requerido para operar el sistema.

Otros criterios como el enfoque en la adquisición del cliente y la no linealidad indican un mayor nivel para el diseño desarrollado, mostrando que el producto desarrollado se encuentra más diferenciado en su oferta hacia dos sectores de mercado.

Un criterio que podría ser más tomado en cuenta sobre todo en lo referente a trabajos a futuro es el de uso de fibras y materiales inteligentes; aunque en el diseño se integran varios componentes fabricados a partir de tablero MDF cuya composición se basa en fibras, hay que ver que se podrían integrar otro tipo de materiales a ciertos componentes o proponer componentes constituidos a partir de diversas alternativas de materiales como medida sustentable.



4.20. Radar de la evolución para el sistema diseñado

CAPITULO 5. DISEÑO DE DETALLE.

5.1 Introducción.

En la etapa final de diseño se profundiza en la especificación clara y detallada de las características de las piezas que componen el sistema, dicha labor es realizada mediante la creación de planos en dónde se establezcan las dimensiones físicas, los materiales y tolerancias asociados a cada pieza. Se establece los tipos de uniones en cada subensamble y la forma en la que se acoplan los subsistemas entre sí para la conformación del diseño integral.

Además, se realiza una planificación para los procesos de producción en los componentes del sistema, así como la especificación del tipo de equipo y herramientas asociados a cada proceso. El análisis de elemento finito será una parte fundamental de esta etapa al ofrecer certeza acerca de la funcionalidad del diseño ante los efectos externos que se esperan actúen sobre cada subsistema y fundamentaran posibles rediseños finales.

5.2 Materiales, procesos de manufactura y ensambles en cada subsistema.

En el capítulo anterior al realizar la configuración de la mayor parte del sistema, ya se había mencionado de forma tentativa los materiales de los cuales estarían conformados cada uno de los componentes del diseño, en esta sección se establecerá de manera formal la constitución de cada uno y los procesos asociados a su fabricación.

Todos los componentes que se encuentren conformados de madera se fabricarán a partir de tableros de madera MDF ^[35]; por lo fácil que resulta su maquinado, la accesibilidad de su precio y las propiedades mecánicas enunciadas por el fabricante en su catálogo.

5.2.1 Subsistema del marco de la cama.

Los componentes horizontales y verticales del subsistema se extraen de tablero MDF por medio del corte generado mediante una sierra caladora manual, las dimensiones de ambos componentes se encuentran en el anexo. Las ranuras de los componentes horizontales se realizan muy fácilmente con una fresadora eléctrica manual ^[18]^[19].

En la base principal de la cama ya deben de estar ensamblados los imanes, para esto primero se debe generar la cavidad con taladro y después colocar adhesivo de silicona, el imán se inserta antes de secar la silicona y comprobar que pudo fijar adecuadamente ^[41]^[42].

5.2.1.1 Ensamble del subsistema.

El ensamble del subsistema ha sido simplificado gracias al rediseño, la existencia de ranuras facilita la inserción de los componentes verticales y ya no se demanda que el trabajador tenga que sujetar constantemente estos para que sean

ensamblados al componente horizontal inferior, la unión de los componentes será mediante tornillos para madera de 12[mm] de diámetro (Fig. 5.1).



Fig.5.1. Inserción de tornillos inferiores para el ensamblaje del subsistema de marco

Una vez ensamblados los componentes anteriores se inserta el componente horizontal superior, buscando que en las ranuras de éste ajusten bien con respecto a los componentes verticales y asegurando la unión con tornillos para madera de 12 [mm] de diámetro (Fig. 5.2.).

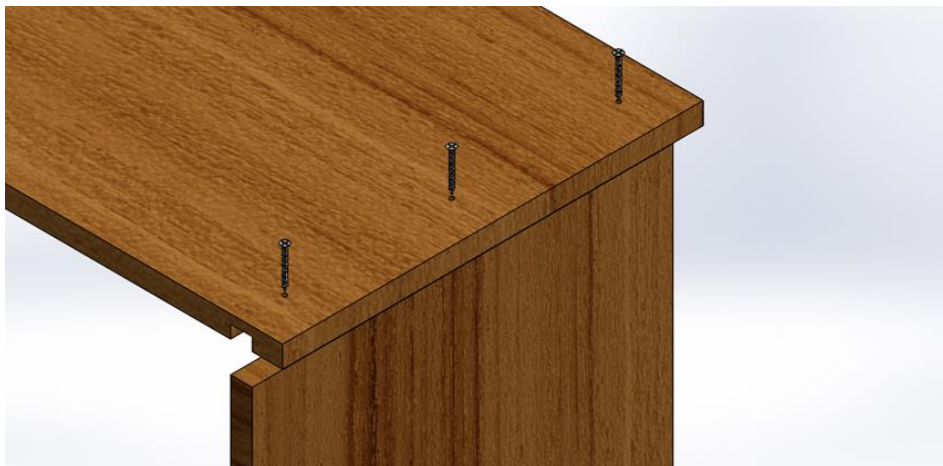


Fig.5.2. Inserción de tornillos superiores para el ensamblaje del subsistema de marco

5.2.2. Subsistema de repisas.

Al igual que el subsistema anterior los componentes se extraen mediante el corte de tablero MDF con la sierra caladora manual; el componente horizontal además de las ranuras generadas con una fresadora eléctrica manual tendrá que contar con un par de pequeñas cavidades en dónde estarán insertadas las correderas, dichas cavidades serán generadas con la sierra caladora manual ^[18]^[19].

5.2.2.1. Ensamble del subsistema.

El ensamble de este subsistema es semejante al del subsistema anterior, sin embargo, hay que tener mayor cuidado en alinear correctamente los componentes del subsistema de forma que la superficie de la parte frontal de los componentes verticales coincida con la superficie de las cavidades, se fijarán todos los componentes con los tornillos para madera de 50 [mm] de vástago.

5.2.3. Subsistema de cama plegable.

La base principal es el componente con mayor cantidad de ensambles en el subsistema y además estará sometido a grandes esfuerzos cortantes, será obtenida a partir del corte en un tablero MDF.

Para el soporte ondulado se utilizará un proceso similar al que se efectúa para fabricar tejado de PVC, en donde el termoplástico adopta inicialmente el perfil de una película delgada y posteriormente se pasa ésta sobre un arreglo de rodillos giratorios que proporcionan el perfil de onda.

Los soportes laterales de la cama se obtendrán a partir del corte de tubos rectangulares de acero inoxidable, el perfil será de 3"x1" que es una medida comercializada y ofrecida por varios proveedores ^[33]. La longitud de los soportes será de 1450 [mm], esta medida ayuda a que a partir de un tubo ofrecido comercialmente (6 metros) se puedan obtener 4 componentes.

La chumacera utilizada será una de las más comerciales que actualmente se ofrecen en el mercado, con un diámetro para flecha de 1" (25 [mm]), un espesor máximo de 13 [mm] y una distancia longitudinal de 69 [mm] ^[36].

La mesa se obtendrá a partir del corte de un tablero MDF con base a las medidas descritas en los planos, después se cubrirá ésta con chapas de madera de apariencia más oscura que sirvan para contrastar el resto de la estructura. Las cavidades en donde estarán insertados los imanes se harán con taladro manual y para asegurar la inserción de los imanes se aplicará adhesivo especial para madera compuesto por silicona ^{[41][42]}.

Las bisagras que unirán la base de la cama y la mesa de apoyo deberán ser de tipo escalonado, debido a que la superficie superior de la mesa de apoyo no coincide con la superficie de la base de la cama ^[39].

Los soportes laterales se formarán a partir del doblado en los extremos de una varilla lisa de acero de 1/2" de diámetro. Después se debe soldar una varilla del mismo diámetro a lo ancho de la estructura, un par de pequeñas varillas a lo largo de la estructura (Fig. 5.3), sus dimensiones y los puntos de soldadura se encuentran especificados en el anexo.

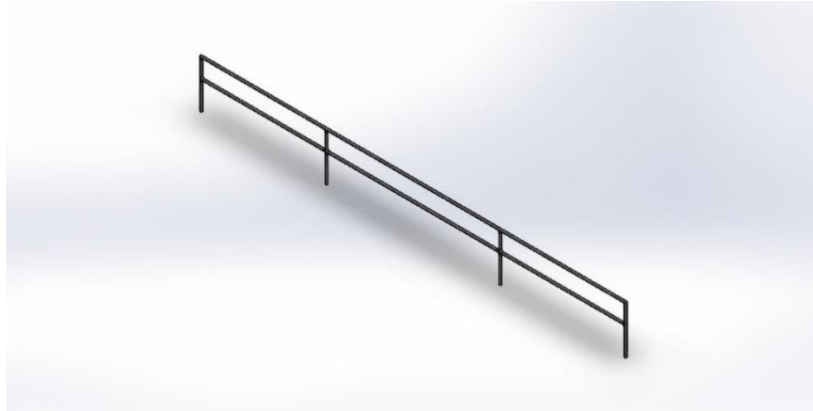


Fig.5.3. Soporte lateral para el subsistema de cama plegable.

5.2.3.1. Proceso de ensamble del subsistema.

Se empieza fijando las ocho escuadras metálicas a la base principal de la cama mediante tornillos de cabeza alomada, esto ayudará a que posteriormente sea más fácil insertar los tubos rectangulares para su ensamble (Fig. 5.4) (Fig. 5.5).

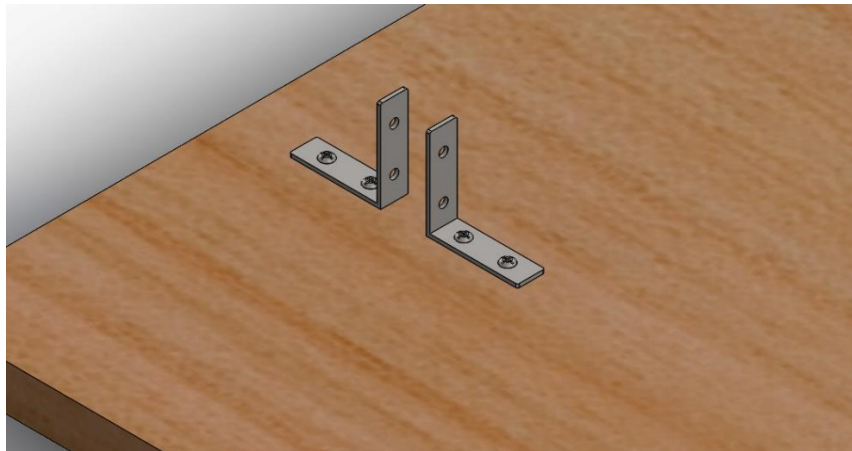


Fig. 5.4. Colocación de escuadras en la base de la cama.



Fig.5.5. Configuración de las escuadras en la base de la cama.

Después de insertar los tubos rectangulares en el espacio de distancia entre escuadras, se colocarán los tornillos con roscado parcial y 5 [mm] de diámetro; se asegurarán con las tuercas, contratuercas y arandelas (Fig. 5.6 y Fig. 5.7).

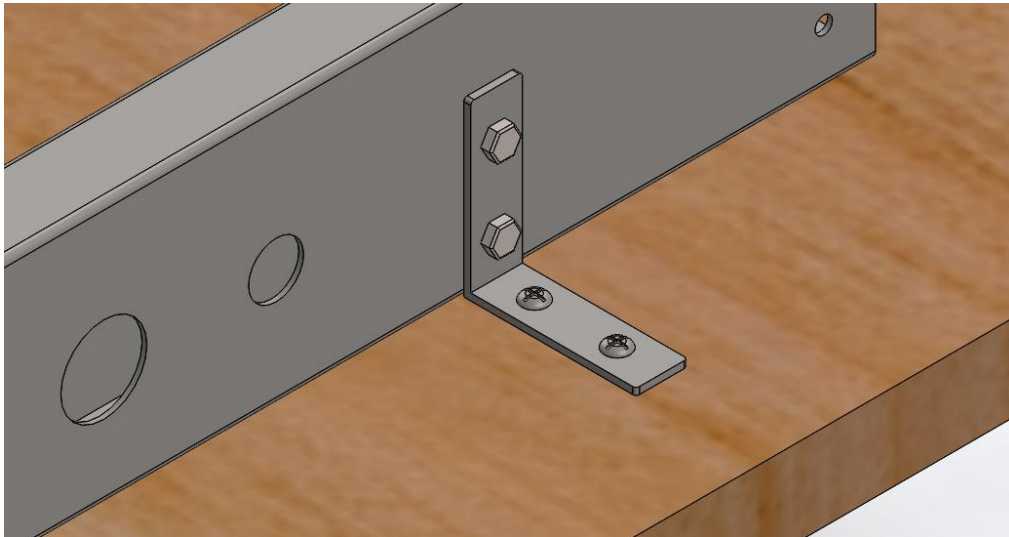


Fig. 5.6. Unión de los tubos con las escuadras mediante tornillos con roscado parcial.

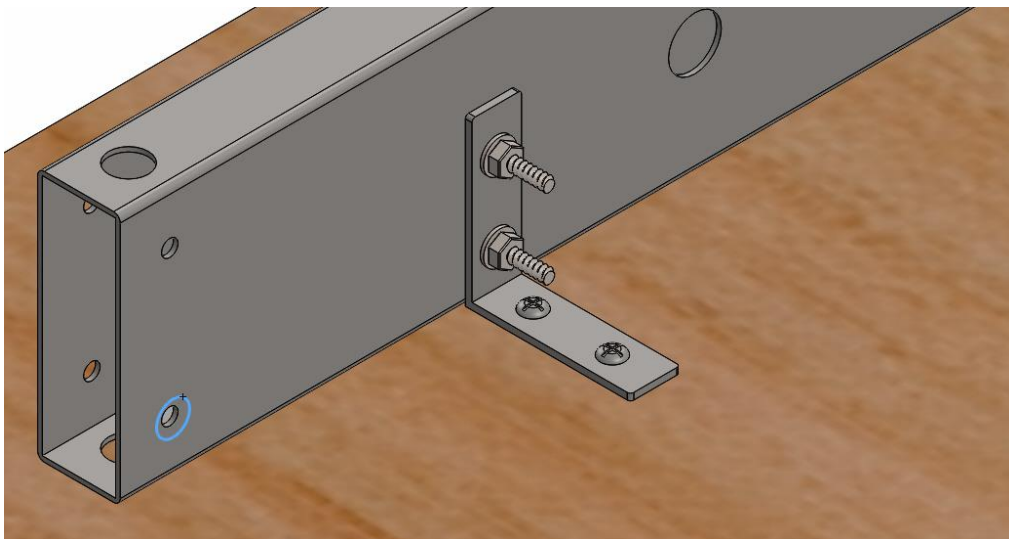


Fig. 5.7. Unión de los tubos con las escuadras mediante tornillos de roscado parcial.

Se ensamblarán las varillas de soporte lateral en los extremos de los tubos rectangulares, la fijación de las varillas se hará mediante tornillos con roscado parcial y 5 [mm] de diámetro (Fig. 5.8).

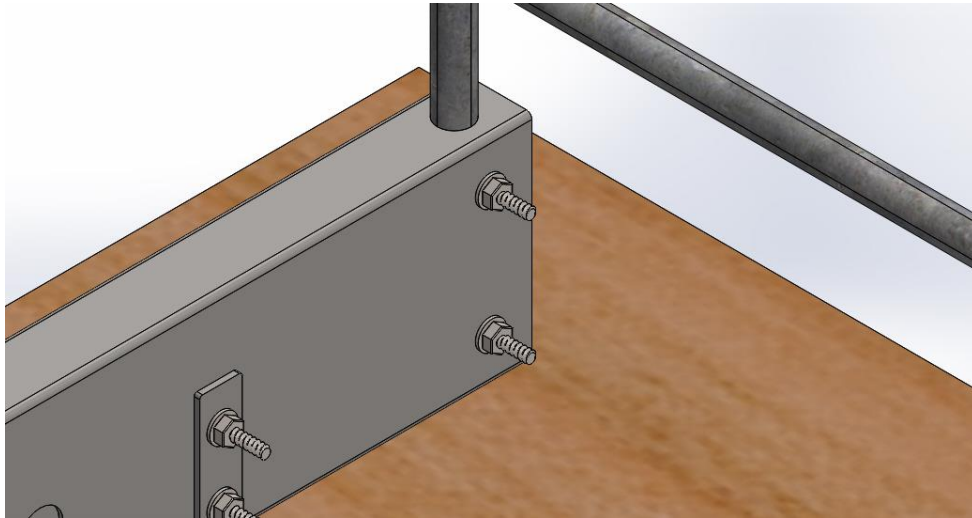


Fig. 5.8. Unión de los soportes laterales al tubo rectangular mediante tornillos de roscado parcial.

Se alinearán las chumaceras a los orificios en los tubos rectangulares y luego se insertarán los soportes inferiores, para asegurar que estos no se salgan del subsistema se introducirá un pequeño gancho en una cavidad de cada soporte y evitará que puedan salir (Fig. 5.9).

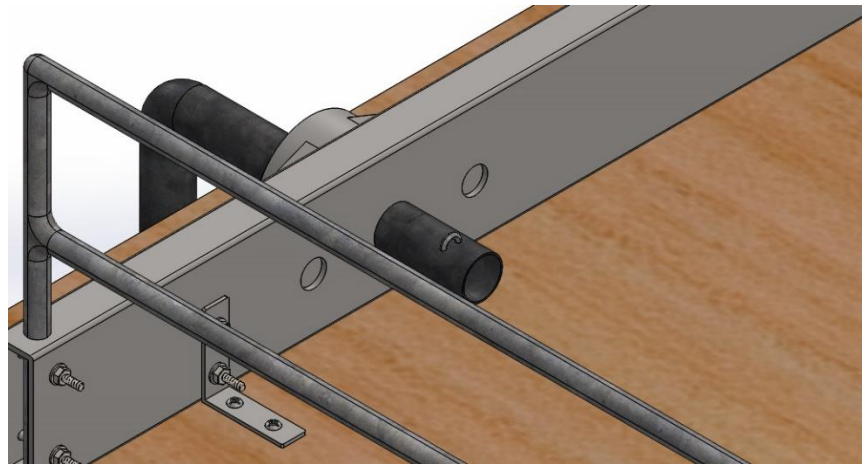


Fig. 5.9. Soporte de la cama y su respectivo seguro para impedir que salgan.

Después se unirá el soporte ondulado a la base de la cama mediante adhesivo para madera compuesto de silicona, que será aplicado en las ondas inferiores con excepción de las dos últimas de cada extremo, para que estas puedan deformarse con libertad ante la acción del peso del colchón y del usuario (Fig. 5.10).

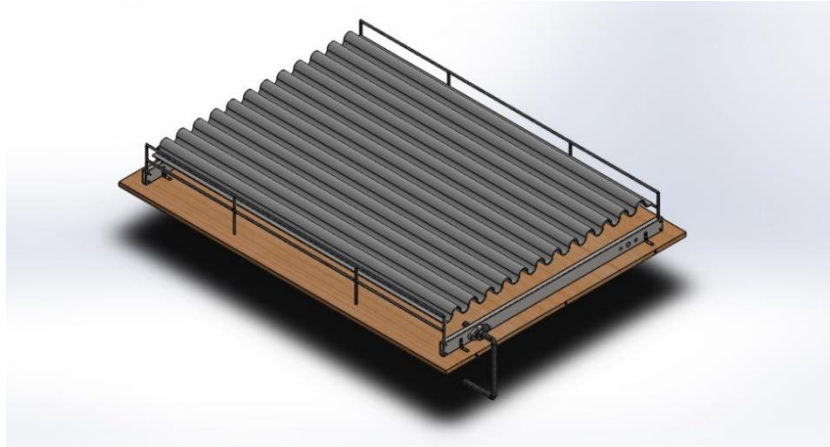


Fig. 5.10. Colocación del soporte ondulado en el subsistema de cama plegable.

Se realizará el ensamble de las chumaceras en los tubos de acero rectangular asegurándolas con los con tornillos con roscado parcial de 12 [mm] de diámetro (Fig. 5.11 y Fig.5.12).

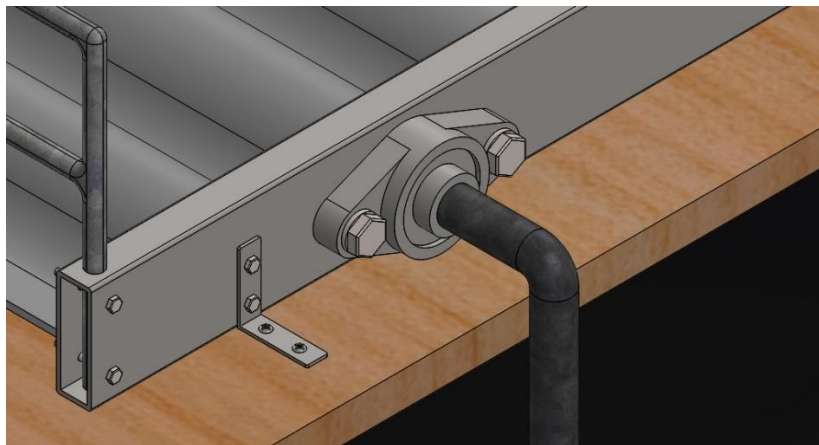


Fig.5.11. Ensamble de las chumaceras en el subsistema de cama plegable.

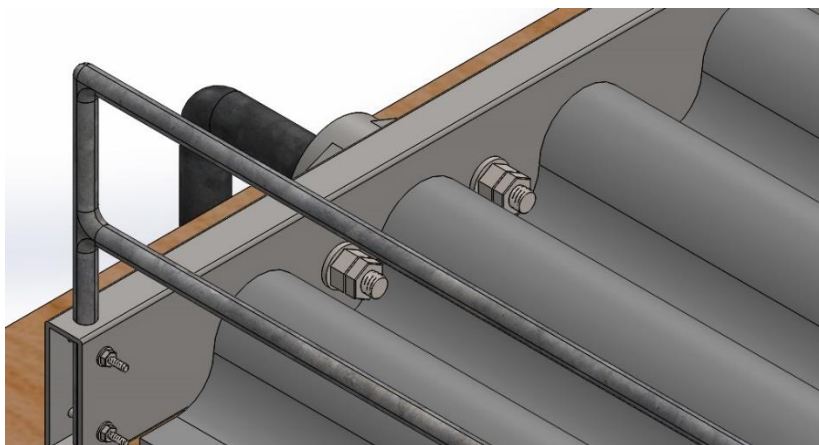


Fig.5.12. Ensamble de las chumaceras en el subsistema de cama plegable.

Para corroborar que no existe interferencia entre el soporte ondulado con el resto de componentes, se cambia el estado de visualización del subsistema para que los componentes tengan transparencia y es posible apreciar cómo no existe ninguna interferencia entre componentes (Fig.5.13 y Fig.5.14).

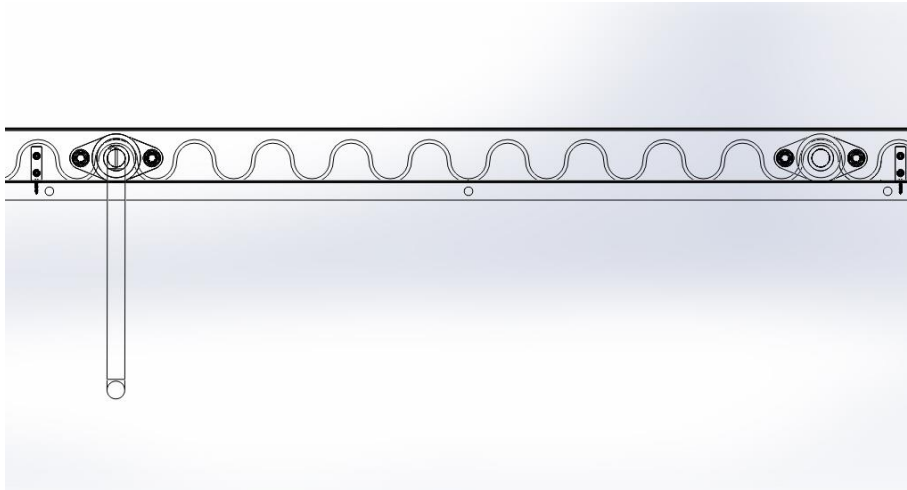


Fig. 5.13. Transparencia en el subsistema de cama plegable.

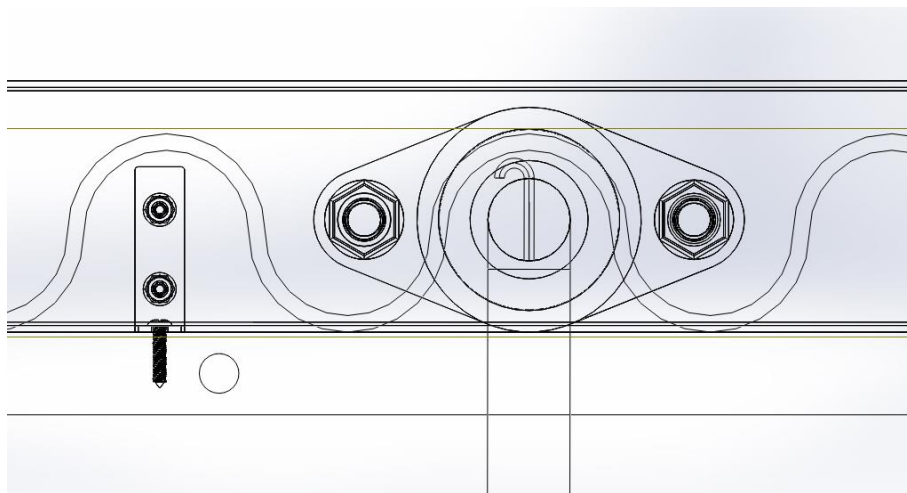


Fig. 5.14. Transparencia en el subsistema de cama plegable.

Se fijarán las bisagras escalonadas a la base principal en una posición simétrica para evitar que alguna de las dos tenga que soportar peso excesivo y una vez fijadas en la base principal de la cama, se ensamblará la mesa a las bisagras procurando que el eje de éstas últimas pueda rotar libremente. Todas las uniones de las bisagras tanto con la base principal como con la mesa se realizarán mediante tornillos de madera pequeños (Fig.5.15) (Fig.5.16).

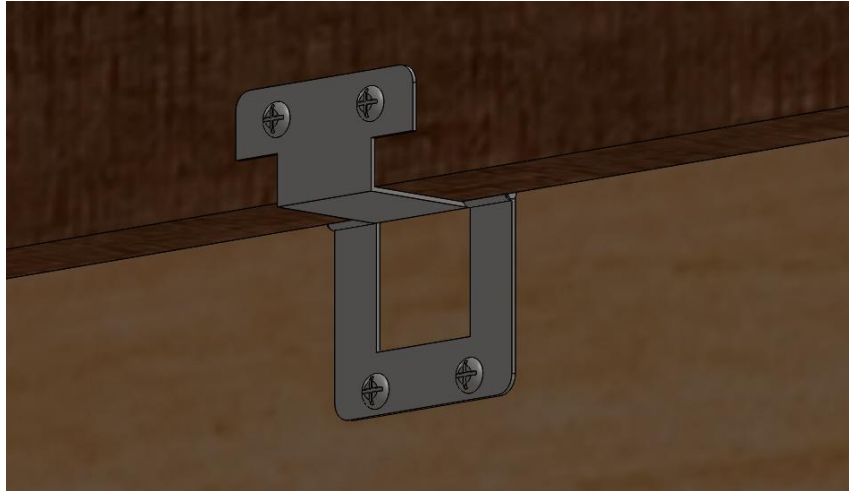


Fig. 5.15. Ensamble de bisagra escalonada en el subsistema de cama plegable.

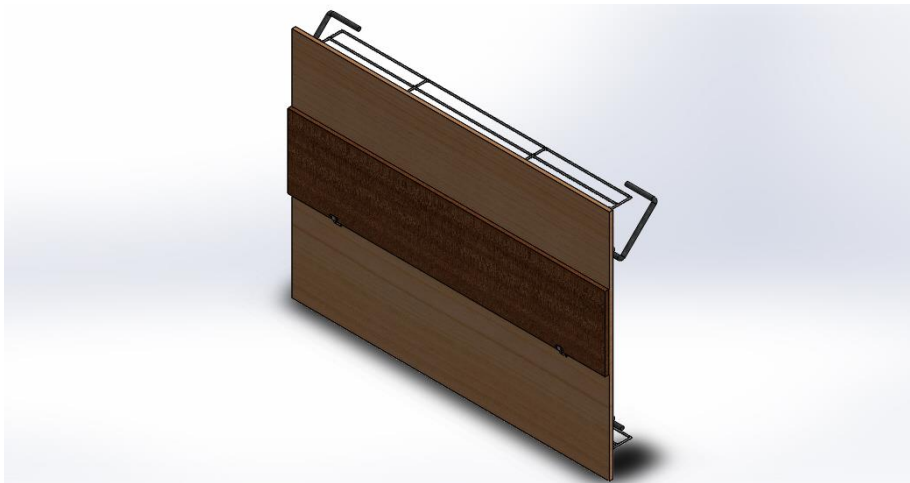


Fig. 5.16. Mesa en el subsistema de cama plegable.

5.2.4. Subsistema de puertas móviles.

Las puertas del subsistema se obtendrán a partir del corte en tablero MDF con las dimensiones que se especifican en la parte del anexo, posteriormente serán cubiertas por una chapa de madera que contraste con el resto de la estructura.

La corredera del subsistema se fabricará a partir del doblado y cortado de una lámina de acero galvanizado, primero se realizará un embutido colocando la lámina sobre un troquel que cuente con una cavidad, lo que terminará generando un arreglo de la lámina con perfil en U; posteriormente se volverán a realizar un par de doblados en los extremos del perfil, con lo que se obtendrá la estructura de la corredera.

La base móvil se genera a partir de soldar tres tubos de acero con perfil cuadrado, los extremos en dónde será soldada la base móvil contarán con corte angular para facilitar su alineación en el proceso de soldadura (Fig. 5.17).

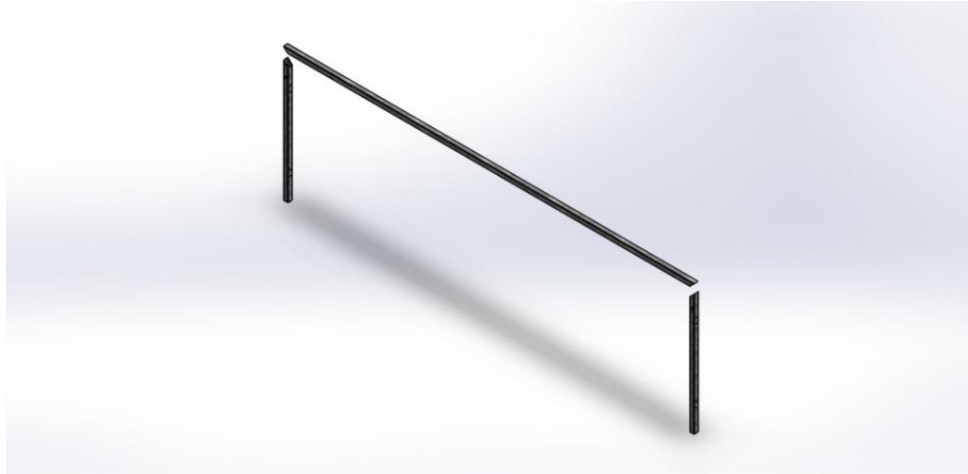


Fig. 5.17. La base móvil se obtiene mediante el ensamble de tres secciones de tubo cuadrado.

Se usaron bisagras convencionales de la marca Phillips para la unión de las puertas a la base móvil, porque son más económicas que las bisagras de tipo escalonado [38].

5.2.4.1. Proceso de ensamble del subsistema.

Antes de ensamblar los componentes es necesario realizar las perforaciones requeridas en la base móvil de acuerdo a los planos del anexo. Una vez realizadas se insertarán varillas de acero de 12 [mm] de diámetro y 50[mm] de longitud en la perforación más grande, asegurándose en el extremo que coincide con la parte frontal de la base móvil con tuercas ranuradas DIN 981 y arandelas de seguridad DIN 5406 (Fig.5.18). En los extremos opuestos de la varilla se insertarán los rodamientos, asegurándose con tuercas ranuradas y arandelas de seguridad (Fig. 5.19).



Fig. 5.18. Ensamble de tuercas ranuradas y arandelas de seguridad para la unión de rodamientos.



Fig. 5.19. Ensamble de tuercas ranuradas y arandelas de seguridad para la unión de rodamientos.

Para la selección de rodamientos se considera que éstos se encontrarán expuestos a cargas radiales al soportar el peso de las puertas, de la mesa y la carga que el usuario ejerza sobre la mesa; las cargas axiales son despreciables comparadas con las cargas radiales. Dichas cargas serán repartidas entre 4 rodamientos, al existir mayor demanda para cargas axiales se seleccionan rodamientos de bolas con diámetro de $\frac{1}{2}$ " [40].

Una vez instalados los rodamientos se procede a ensamblar las puertas en la base móvil, primero se fijarán las bisagras a cada puerta y para su unión se usarán los tornillos alomados para madera, que serán atornillados en la parte trasera de las puertas para no afectar la estética. Después se ensamblará la otra parte de las bisagras a la base móvil, dicha unión se hará en los bordes internos de la base móvil con tornillos con roscado parcial, 5 [mm] de diámetro (Fig. 5.20 y Fig.5.21).

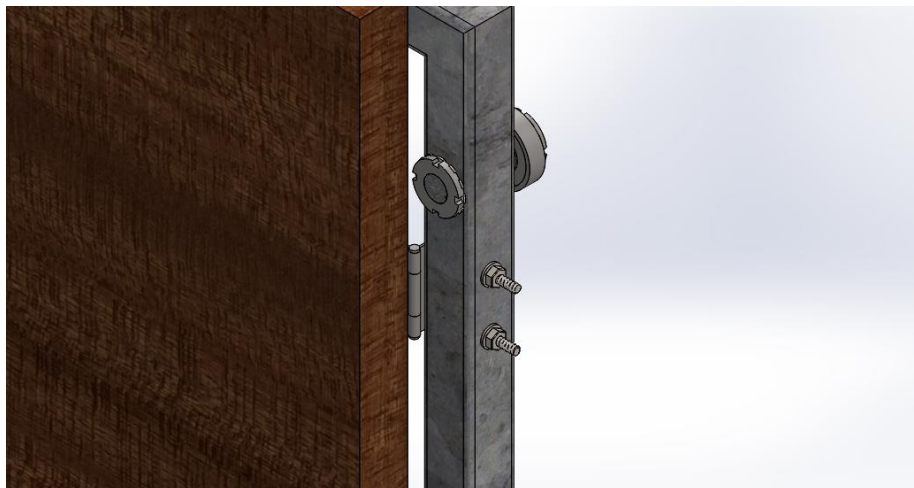


Fig. 5.20. Ensamble de bisagras en el subsistema de puertas móviles.



Fig. 5.21. Ensamble de bisagras en el subsistema de puertas móviles.

Por último, se realizará el ensamble de la puerta grande en la base móvil, primero se fijarán las bisagras en la parte trasera de la puerta para no afectar la estética y se ensambla el arreglo anterior a la base móvil mediante tornillos con roscado parcial y 5 [mm] de diámetro, una vez ensamblado el subsistema se podrá notar que la puerta grande se encuentra 3 [mm] por debajo de las otras puertas, ya que si se encuentran al mismo nivel el eje de la bisagra estorba al sobresalir ligeramente y por lo tanto estorba para hacer uso de la mesa (Fig. 5.22 y Fig. 5.23).

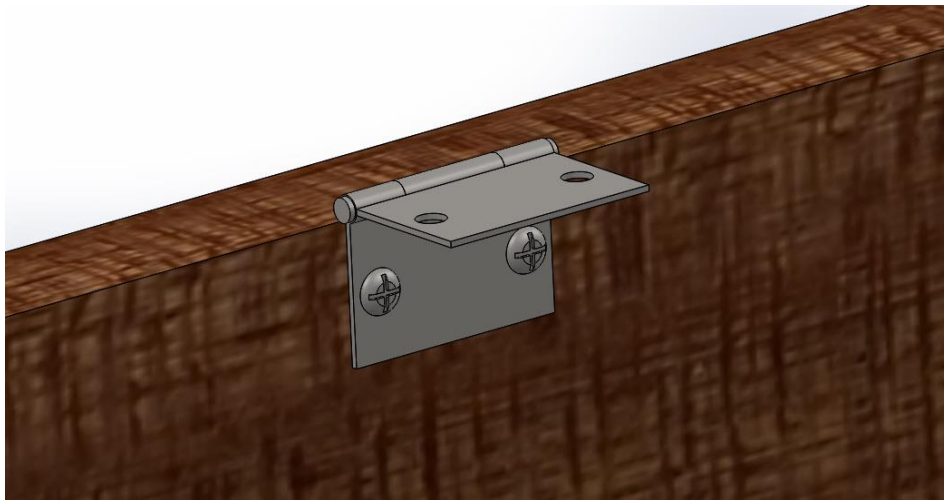


Fig.5.22. Ensamble de bisagras para unión de puertas grandes a la base móvil.

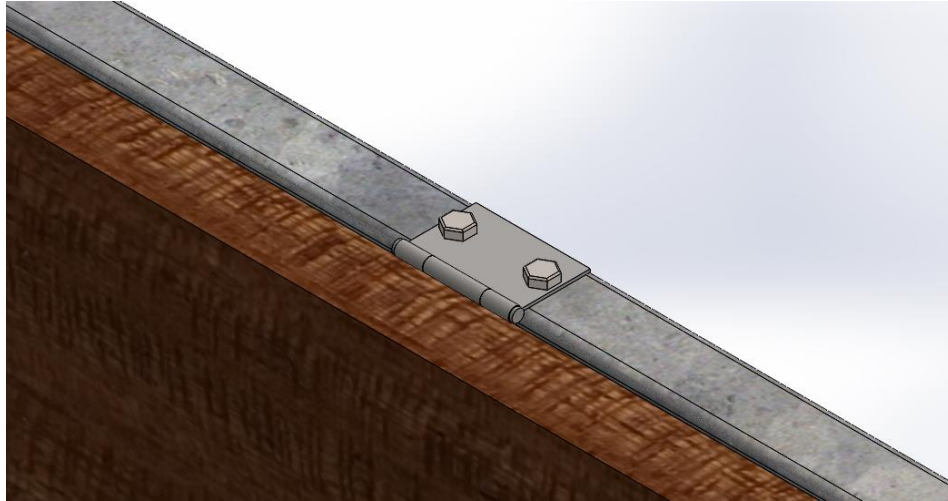


Fig.5.23. Ensamble de bisagras para unión de puertas grandes a la base móvil.

5.2.5. Medios de unión.

En total habrá tres tipos de medios de unión que serán tornillos para madera, tornillos con roscado parcial y adhesivo de alta adherencia.

Los tornillos fabricados para unión madera-madera presentan varios tipos de cabeza, sin embargo, la cabeza que más se usa es la avellanada que una vez insertado proporciona buen acabado, al quedar la superficie de la cabeza del tornillo al mismo nivel que la superficie de la madera. El material del que generalmente son fabricados es de acero con algún tipo de tratamiento térmico y recubrimiento de bicromato para evitar una degradación de la madera cuando se encuentre en contacto con la rosca del tornillo.

Serán necesarios dos tipos de tornillo para madera, el primer tipo de tornillo será de cabeza avellanada con longitud total de 50 [mm] y diámetro de 5 [mm], este tipo de tornillo se usará en la unión de componentes de madera; el segundo tipo de tornillo será de cabeza alomada con longitud total de 20 [mm] y diámetro de 5 [mm], usados en la unión de bisagras o escuadras con algún componente de madera (Fig. 5.24).



Fig.5.24. Tornillos para la inserción en madera.

El otro tipo de unión será mediante tornillos con roscado parcial, en los que su vástago sobrepasará el espesor de la unión de componentes por una pulgada (25.4 [mm]), el extremo roscado del tornillo será asegurado con tuerca y arandelas para

ayudar a distribuir la concentración de esfuerzos producto de la unión, evitando el desgaste en la de superficie de la madera.

Para la unión en las chumaceras se usarán tornillos con roscado parcial y cabeza hexagonal bajo normativa DIN931 con 12 [mm] de diámetro, 75 [mm] de longitud total del vástago y 30 [mm] de longitud de roscado. Las tuercas bajo normativa DIN934 tendrán un grosor de 10 [mm], una distancia entre lados extremos de 19[mm] y entre aristas extremas de 21.1[mm]. Con base en normativa DIN936 las dimensiones de las contratuercas solamente serán distintas a las dimensiones de la tuerca en el espesor, el cual será de 7 [mm] en las contratuercas. Las arandelas bajo la normativa DIN125 tendrán un diámetro interior de 13 [mm], diámetro exterior de 24[mm] y grosor de 2.5[mm] ^[32] ^[34] (Fig. 5.25).

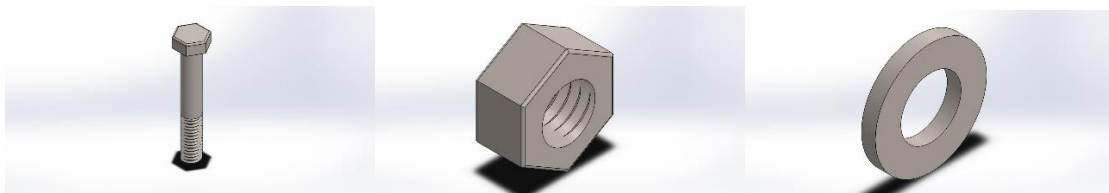


Fig.5.25. Tornillos con roscado parcial, tuercas y arandelas para el ensamble de chumaceras.

El segundo tipo de tornillos con roscado parcial corresponderá al mismo tipo de normativa, las dimensiones serán de 5 [mm] de diámetro, 40 [mm] para la longitud total del vástago y 16[mm] de longitud de roscado. Las tuercas tendrán 4 [mm] de espesor, 7[mm] entre sus lados opuestos y 7.66 [mm] de distancia entre aristas. Las arandelas tendrán un diámetro interno de 5.3 [mm], diámetro externo de 10 [mm] y un grosor de 1 [mm].

5.3 Ensamble entre subsistemas.

Para ensamblar los subsistemas se alineará el subsistema de repisas al subsistema de marco, procurando que se encuentren alineados los bordes (Fig. 5.26)

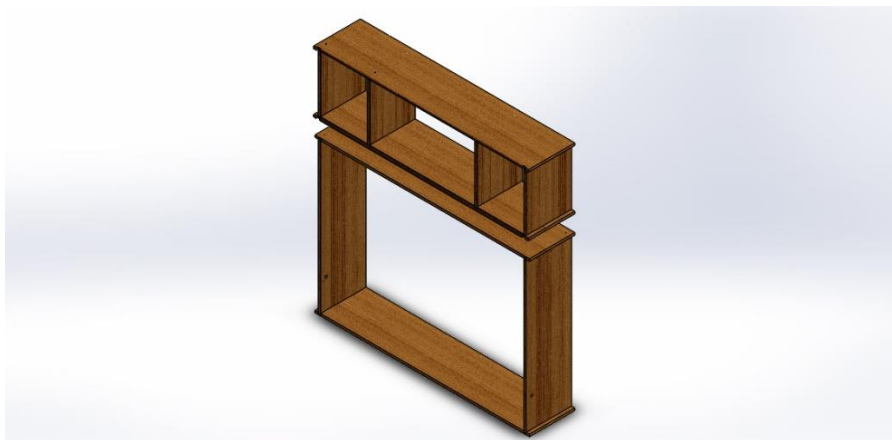


Fig.5.26. Ensamble entre el subsistema de marco y el subsistema de repisas.

Para ensamblar los subsistemas de cama plegable y marco se tiene que alinear el diámetro interno de la chumacera con el orificio del marco, ambos orificios serán comunes a la barra de acero (Fig. 5.27). Una vez alineados los subsistemas se insertará la barra de acero por cualquiera de los dos orificios del marco, hasta que el otro extremo de la barra salga por el otro orificio del marco (Fig. 5.28).

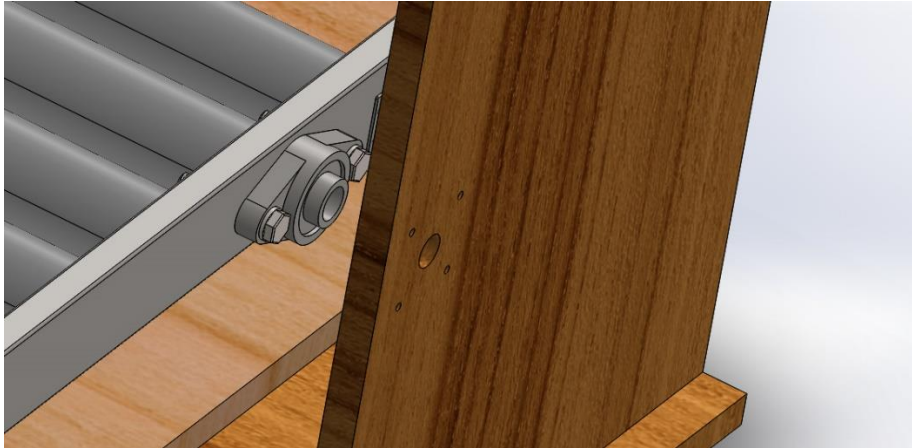


Fig. 5.27. Antes de insertar la barra de acero se debe alinear el diámetro interno de la chumacera y el orificio del subsistema de repisas.



Fig. 5.28. Inserción de la barra de acero para ensamble entre el subsistema de marco y el subsistema de cama plegable.

Se insertan las correderas en las ranuras del subsistema de repisas y se asegura mediante tornillos en los extremos en dónde no alcanzan a avanzar los rodamientos, para evitar la fricción entre estos (Fig. 5.29). Los rodamientos del subsistema de puertas móviles deben encontrarse dentro de las correderas cuando se ensamblen con respecto a al resto de los subsistemas, de otro modo la altura del techo complicaría introducir el subsistema de puertas móviles.

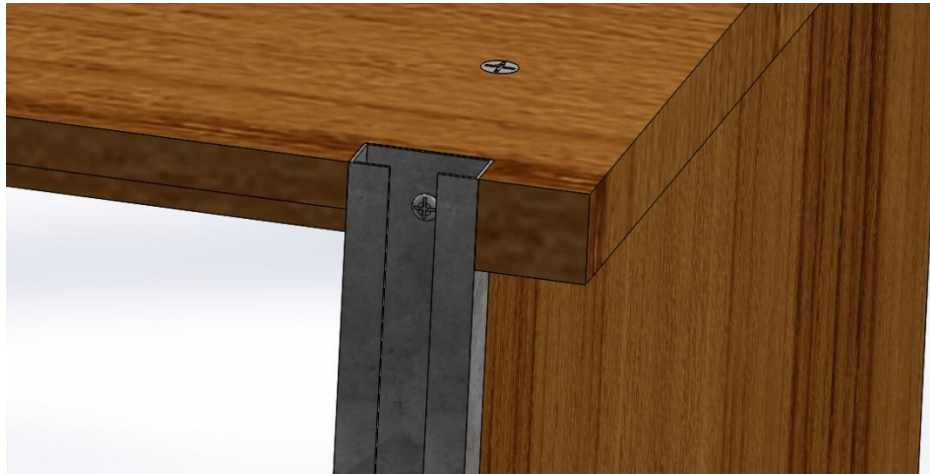


Fig. 5.29. La fijación de la corredera será a través de tornillos en los extremos.

Se comprueba que, al momento de rotar el subsistema de cama plegable sobre el eje, no existe ningún tipo de interferencia entre subsistemas (Fig. 5.30 y Fig.5.31).

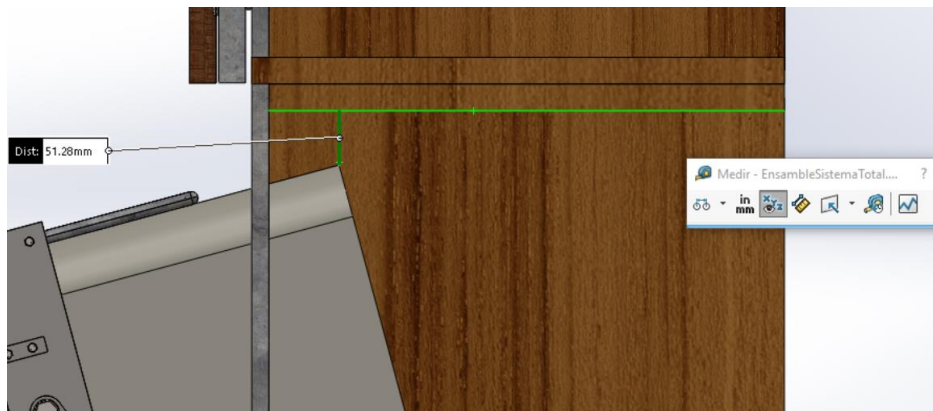


Fig.5.30. No existe interferencia entre el colchón y la parte superior del subsistema de marco.

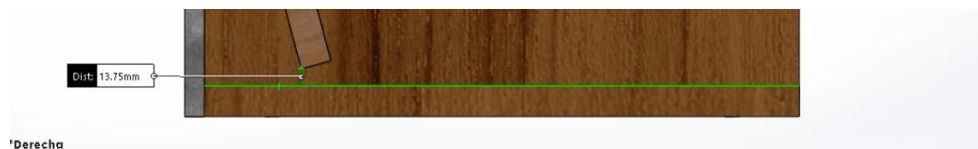


Fig. 5.31. No existe interferencia entre el subsistema de cama plegable y el de marco.

La tapa que unirá el subsistema de marco y de repisas será ensamblada por la parte trasera, siendo fijada a ambos subsistemas con 4 tornillos de cabeza avellanada para madera (Fig. 5.32).



Fig.5.32. Ensamble de la tapa trasera a los subsistemas de camas plegables y repisas.

La placa que ayudará a retener la barra de acero en el subsistema de marco será ensamblada con cuatro tornillos de cabeza alomada, el diámetro de las perforaciones de la placa es mayor a 5 [mm], para evitar la placa pueda dañar las cuerdas del tornillo (Fig. 5.33).

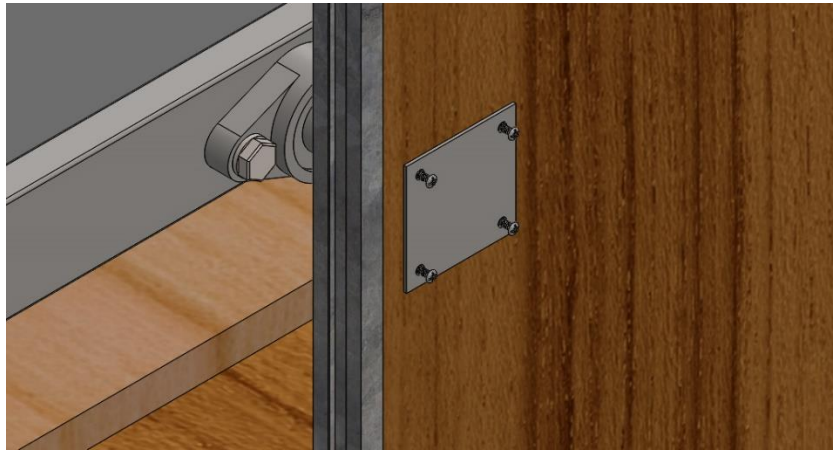


Fig. 5.33. Ensamble de una placa de retención para la barra de acero.

Las jaladeras para las puertas pequeñas serán de tipo perilla para facilitar el ensamble y aminorar los costos ^[44] (Fig. 5.34); para la puerta más grande y la base de la cama se ensamblan jaladeras de barras por estar expuestas éstas a mayor demanda física en su uso ^[45] (Fig. 5.35). Ambos tipos de jaladeras se insertan en las perforaciones correspondientes a cada puerta.



Fig. 5.34. Jaladera tipo perilla ensamblada en las puertas menores.



Fig. 5.35. Jaladera de barra ensamblada en la puerta mayor.

La apariencia del sistema una vez que fueron ensamblados todos los subsistemas y fue integrado el colchón, quedará de la siguiente manera (Fig. 5.36).



Fig. 5.36. Sistema completamente ensamblado.

5.4. Aplicación del análisis de elemento finito en el diseño.

En el presente diseño se vuelve fundamental la aplicación del análisis de elemento finito, sobre todo para predecir los efectos producidos por las múltiples cargas externas que afectan al sistema. Para ello se hará uso del complemento “*simulation*” de SolidWorks que permite predecir el comportamiento parcial o general de un sistema al ser sometido a gradientes de presión, temperatura, esfuerzos, etc.

Para estas primeras simulaciones existirá una carga de 2400 [N] actuando uniformemente sobre la estructura de la base de la cama de cada uno de los sistemas estudiados. Dicha magnitud corresponde a la suma del peso promedio de una persona del sexo femenino, una de sexo masculino y un colchón con un peso de 993 [N] [30].

La primera evaluación será para simular el comportamiento del diseño inicial de la cama plegable ante la presencia de una fuerza externa de 2400 [N] y posteriormente se realiza la simulación para el rediseño de la cama plegable ante una fuerza externa de la misma magnitud; las restricciones en dichos casos son en los extremos del eje y la parte inferior del soporte de cama.

Los resultados arrojan que la mayor concentración de esfuerzos se da en la parte intermedia de la estructura metálica del somier y sobre todo en la zona cercana a la curvatura en los soportes de la cama (Fig. 5.37 y Fig. 5.38). Aun cuando los esfuerzos no rebasan el límite de cizallamiento de la madera podrían provocar fatiga y deformaciones que comprometerían la comodidad del usuario.

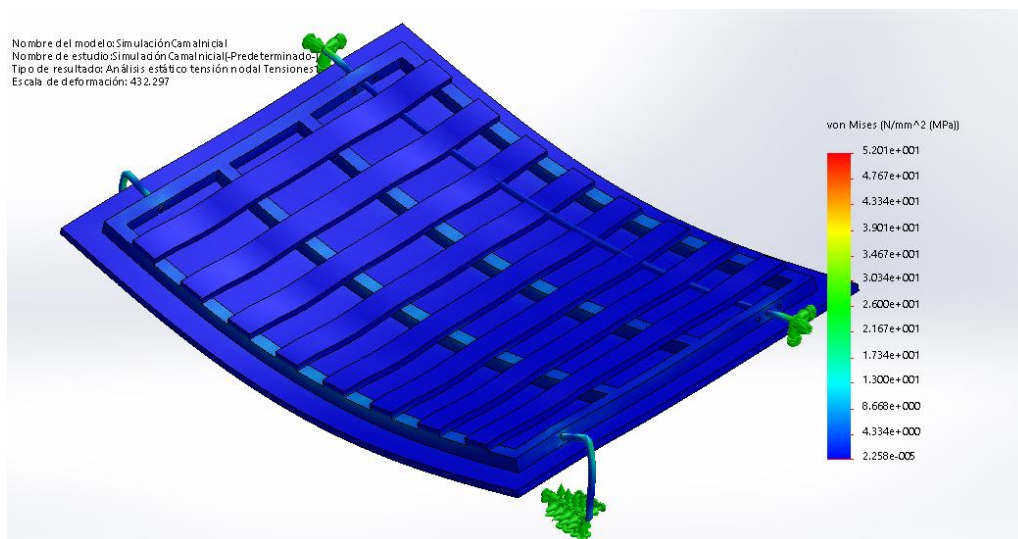


Fig. 5.37. Esfuerzos de Von Mises en el diseño inicial.

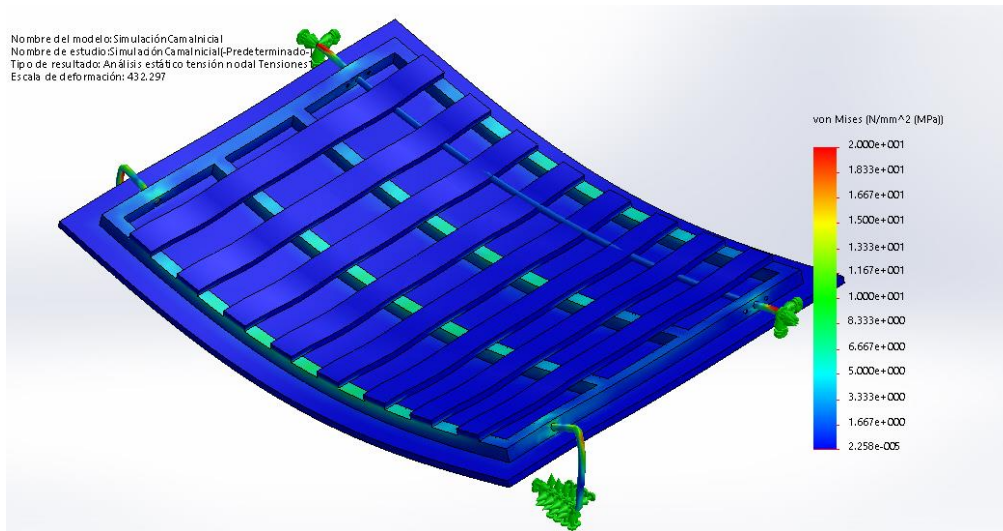


Fig. 5.38. Esfuerzos de Von Mises en el diseño inicial (Escala reducida hasta 2[MPa]).

En el rediseño se aplicó las mismas restricciones, una carga total de 2400 [N] repartida en la parte superior de los pliegues del componente ondulado y con mallado basado en la curvatura del combinado; se sustituyeron tornillos, tuercas y aranceles por relaciones de posición o restricciones concéntricas al existir dificultades para generar el mallado por la gran cantidad de componentes (Fig. 5.39 y Fig. 5.40).

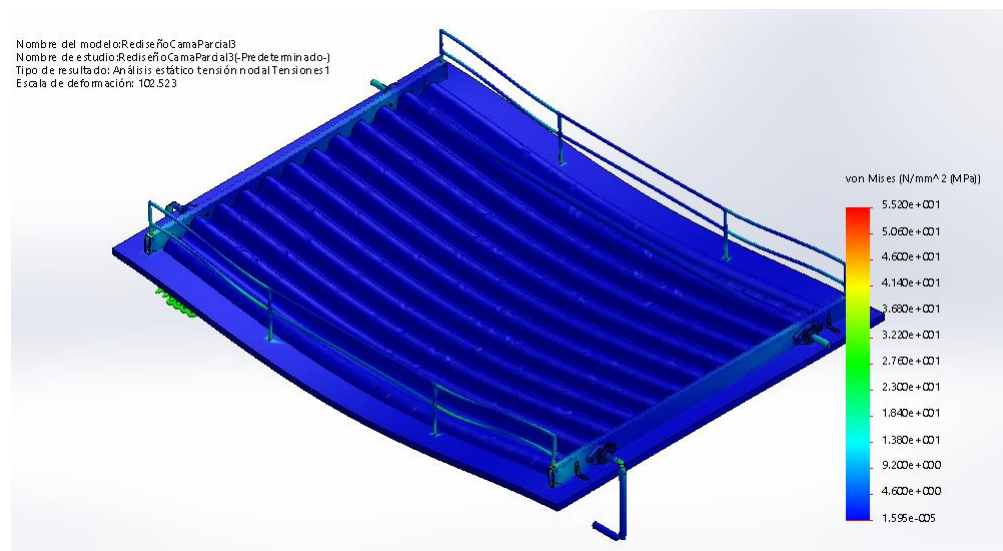


Fig. 5.39. Esfuerzos de Von Mises en el rediseño del sistema.

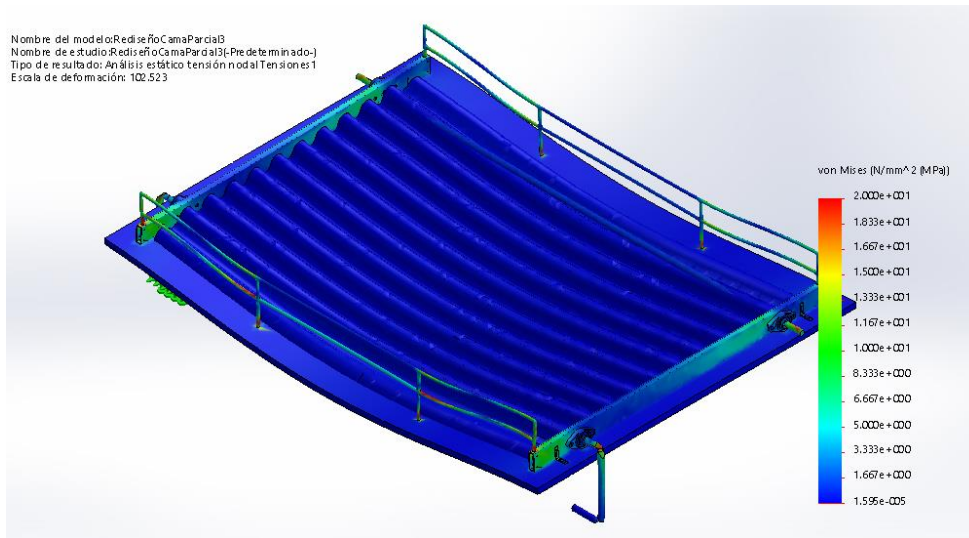


Fig. 5.40. Esfuerzos de Von Mises en el rediseño de la cama (Escala reducida hasta 2[MPa]).

La simulación muestra que las zonas donde existe mayor concentración de esfuerzos son puntuales, éstas son en los extremos de los tubos rectangulares de la cama, en el eje de la cama, en la curvatura del soporte inferior de la cama y en la parte inferior del soporte lateral; este último es el que podría comprometer la funcionalidad del subsistema ya que existe contacto ajustado con la base principal de la cama (Fig. 5.41).

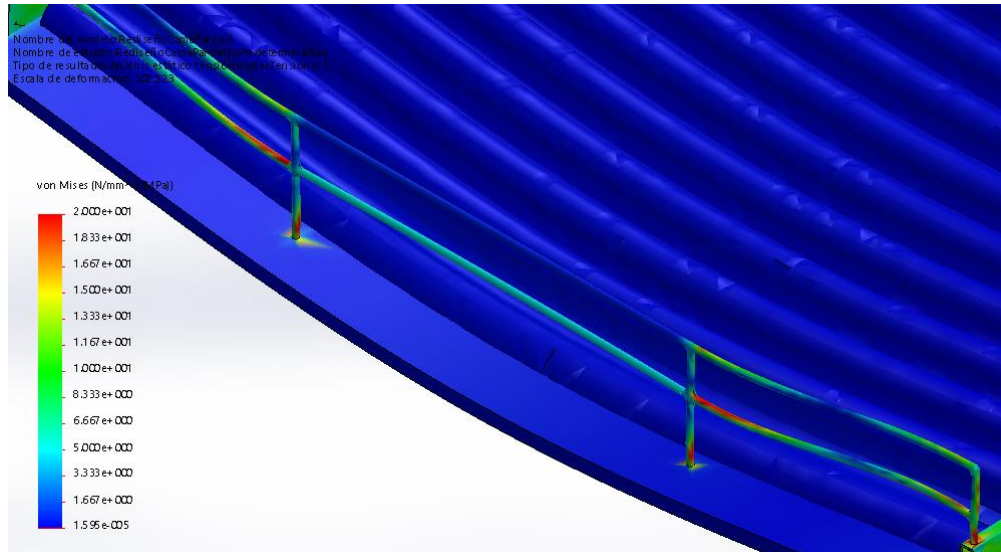


Fig. 5.41. Esfuerzos de Von Mises entre la base de la cama y el soporte lateral (Escala reducida hasta 2[MPa]).

Para evitar el fenómeno anterior una solución es sobredimensionar el orificio por el que estará insertado el soporte lateral o simplemente eliminar la parte de la varilla que entra en contacto con la base principal, por la conveniencia en la manufactura se hará esto último.

Aplicando el rediseño al subsistema se puede apreciar que ya no existe concentración de esfuerzos entre el soporte lateral y la base principal; ahora las zonas en donde existen mayores tensiones son entre componentes metálicos (Fig. 5.42 y Fig. 5.43).

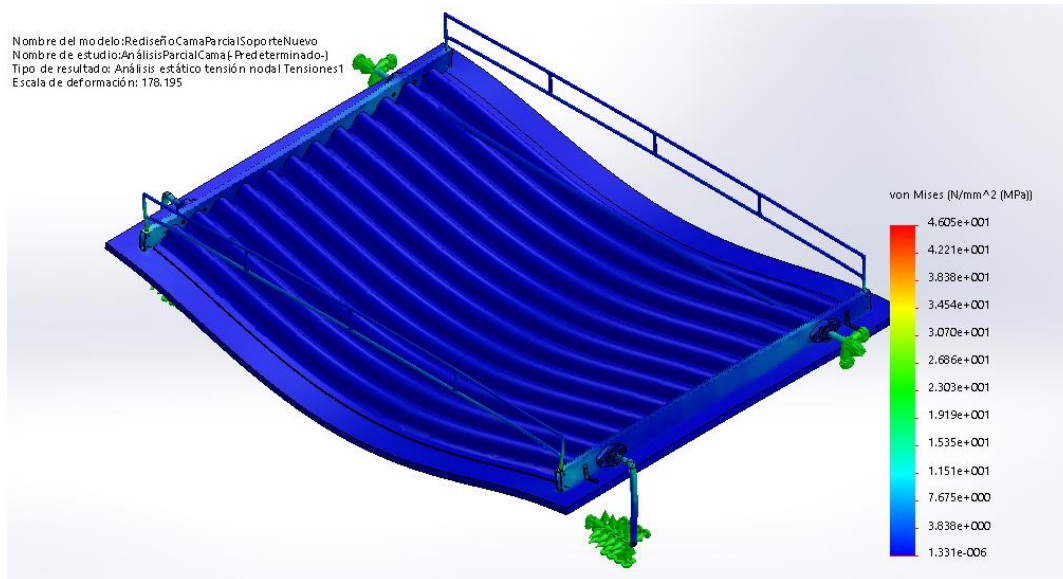


Fig. 5.42. Esfuerzos de Von Mises en el rediseño de la cama, con soporte lateral y soporte ondulado modificado.

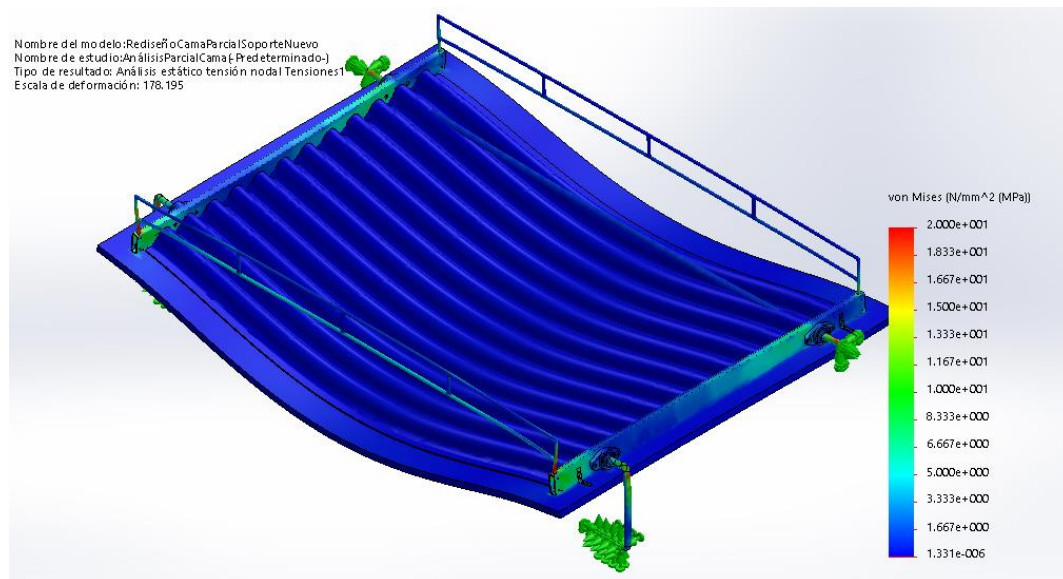


Fig. 5.43. Esfuerzos de Von Mises en el rediseño de la cama, con soporte lateral y soporte ondulado modificado. (Escala reducida hasta 2[MPa])

Además, se generó una modificación en el soporte ondulado con el objetivo de evitar que los extremos de éste choquen con la base principal, en vez de ondas en los extremos se integraron pestañas planas que ayudan a que el soporte se desplace linealmente cuando se produzca la deformación del componente (Fig. 5.44).

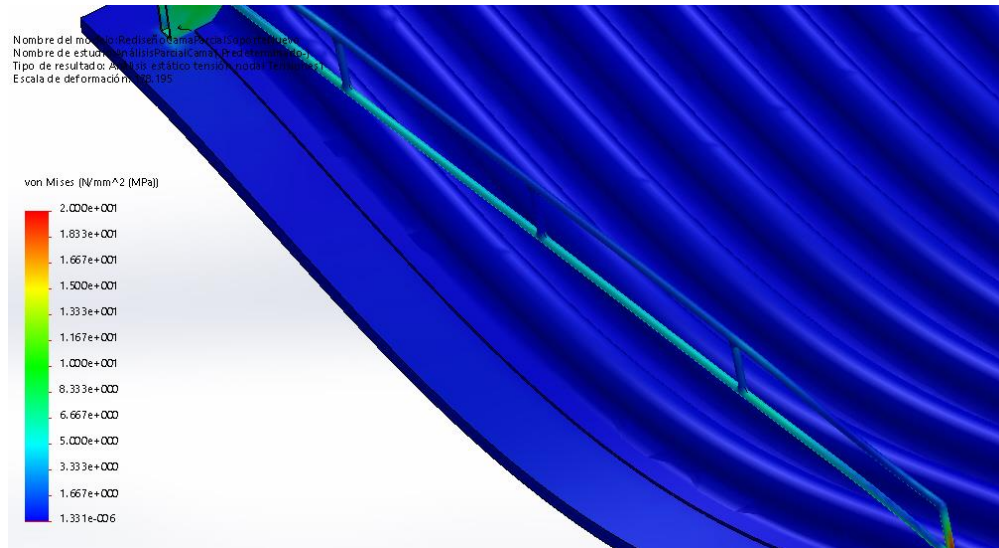


Fig. 5.44. Ya no existe concentración de esfuerzos entre la base de la cama y los soportes laterales, el rediseño del soporte ondulado permite un mejor desplazamiento ante la deformación.

Para conocer la magnitud de esfuerzos de Von Mises en el soporte ondulado se tiene que reducir el rango numérico de 0.1 [MPa] – 0.8 [MPa]. El soporte ondulado muestra un mayor grado de esfuerzos de Von Mises en las zonas de color azul claro que corresponden a la parte central del mismo, la magnitud aproximada en estas zonas es de 0.3 [MPa] (Fig. 5.45).

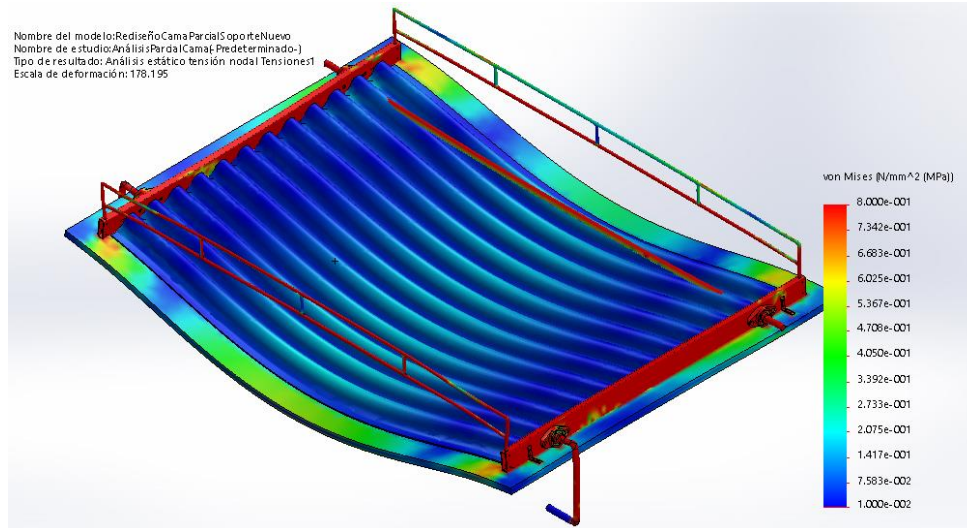


Fig. 5.45. Esfuerzos de Von Mises en el rediseño de la cama (Escala reducida hasta 0.3 [MPa])

Para conocer si las tablas verticales del marco podrán soportar de manera efectiva la carga total del subsistema de cama plegable, se realizará el ensamble entre éstos y se aplicará la simulación en conjunto con un rango máximo de visualización de 1.4 [MPa]. Los resultados muestran que los esfuerzos máximos en dichos las tablas verticales son de 0.5 [MPa] y no comprometen la funcionalidad de la madera MDF (Fig. 5.46).

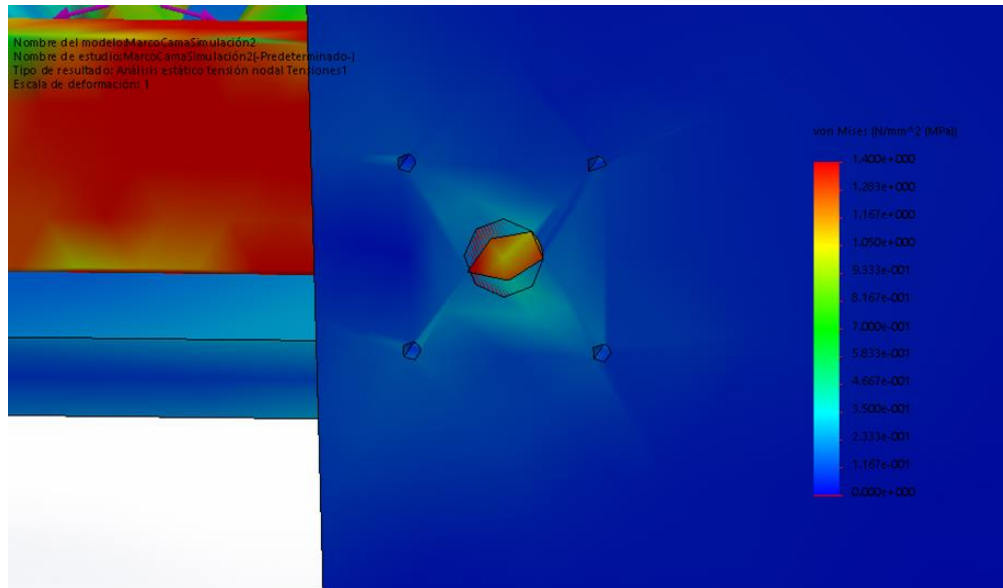


Fig. 5.46. Esfuerzos en Von Mises en los componentes verticales del subsistema de marco (escala reducida hasta 1.4 [MPa])

El máximo grado de deformación será en la parte central de los soportes ondulados con una magnitud máxima de 15.19 [mm] (Fig. 5.47) con una concentración máxima de esfuerzos en la unión entre los tubos rectangulares y los soportes laterales de la cama, con una magnitud máxima de 60.025 [MPa] (Fig. 5.48).

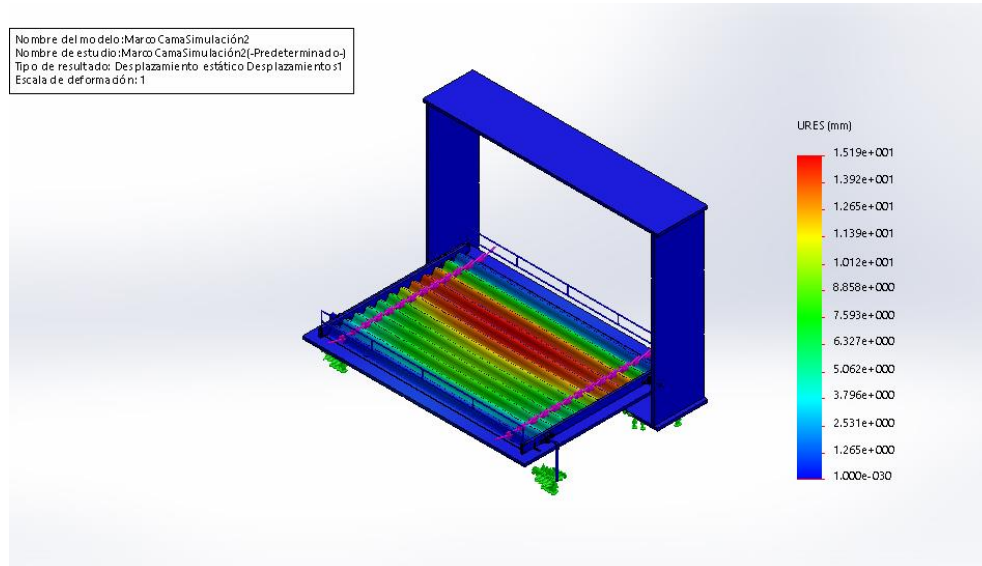


Fig. 5.47. Deformaciones en el ensamble entre subsistemas (Escala real).

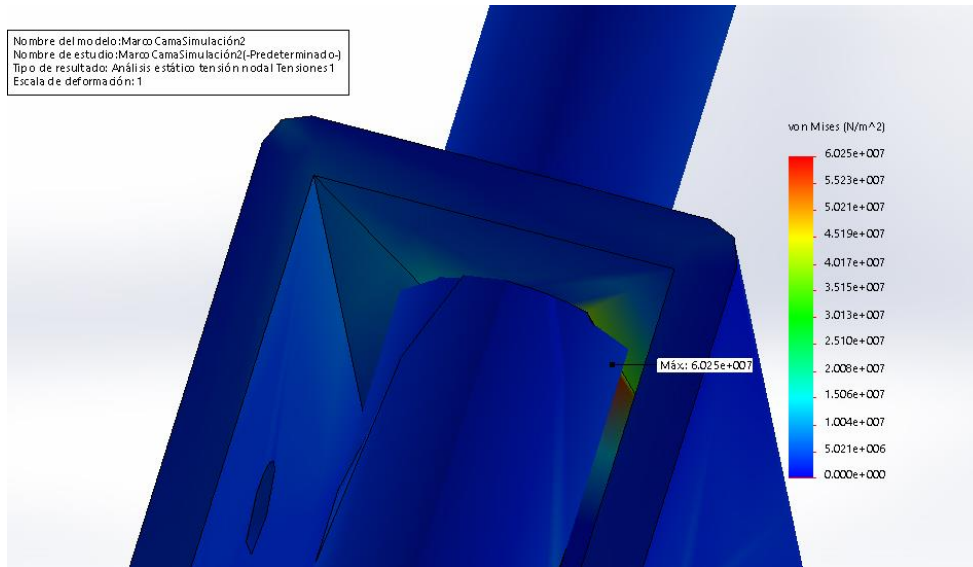


Fig. 5.48. La concentración de esfuerzos máxima será entre el soporte ondulado y el tubo rectangular.

La siguiente simulación se hará al mismo subsistema cuando se encuentra en estado pasivo, en este estado el subsistema se encontrará sujetado únicamente por los extremos del tubo galvanizado. Se asignará el módulo gravedad al no existir ninguna carga externa sobre el sistema y la restricción será en la superficie inferior del marco.

Los resultados de la simulación muestran que las zonas más expuestas a esfuerzos son los extremos del soporte de cabeceras que queda en la parte inferior, donde los mayores esfuerzos de Von Mises indican 150.2 [MPa] y la zona que se encontrará más expuesta a deformación es la parte central del soporte de varillas con una deformación máxima de 12.45 [mm] (Fig. 5.49, Fig. 5.50 y Fig. 5.51).

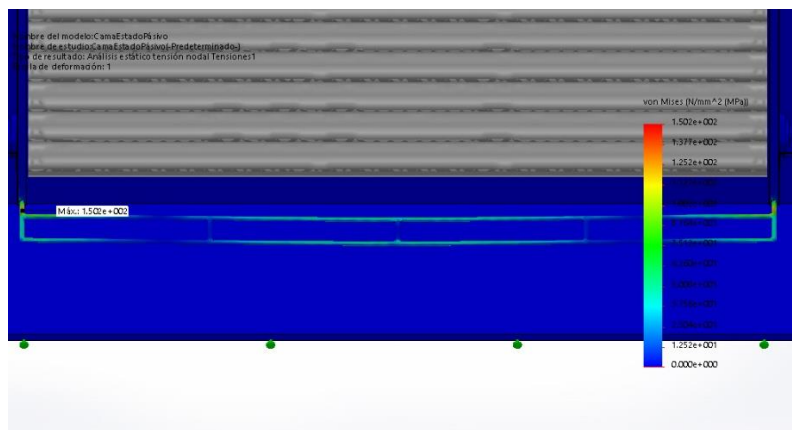


Fig. 5.49. Esfuerzos de Von Mises sobre el soporte lateral en estado pasivo.

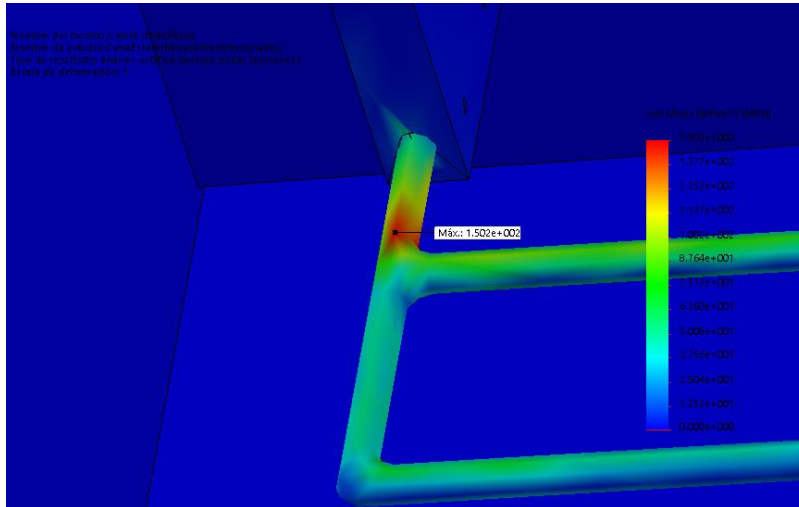


Fig. 5.50. Concentración máxima de esfuerzos sobre el soporte lateral en estado pasivo.

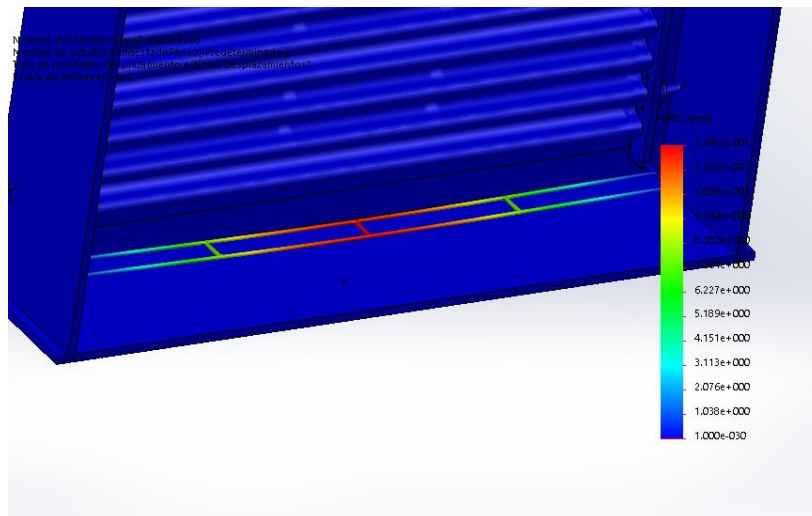


Fig. 5.51. Deformaciones en el soporte lateral en estado pasivo (escala real).

La simulación referente a la base móvil podrán indicar si los esfuerzos de Von Mises exceden los esfuerzos cortantes máximos o límites elásticos por parte de los materiales; en la simulación se dio como principales restricciones la parte inferior de la base y las puertas, en un caso se establece una carga distribuida de 300[N] sobre la mesa (Fig. 5.52) y en un segundo ensayo una carga puntual de 30 [Kg] sobre el centro de masa de la mesa (Fig. 5.53). En ambos casos se detectó que la mesa al no encontrarse respaldada por la base móvil (debido a que lo impide la cabeza de los tornillos que se utilizan para ensamblar las bisagras), provocando una excesiva flexión de la mesa, que se ve reflejado en mayores esfuerzos de Von Mises y deformación de la mesa (sobre todo en casos donde la carga sobre la mesa es puntual).

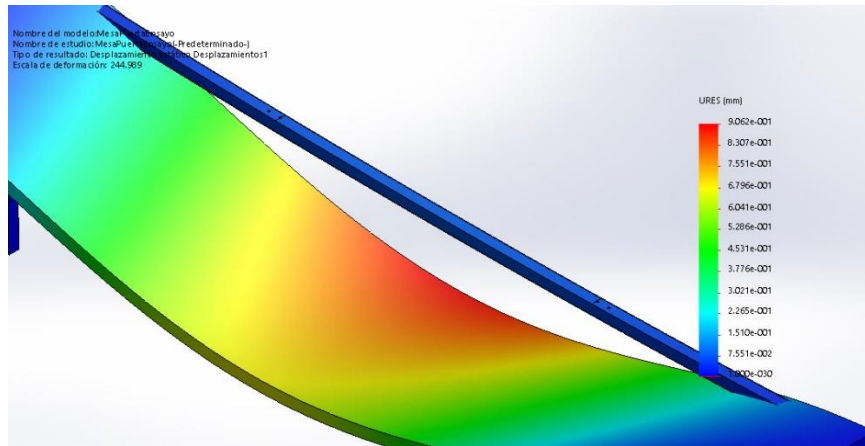


Fig. 5.52. Deformaciones en la mesa de apoyo con carga distribuida (escala real).

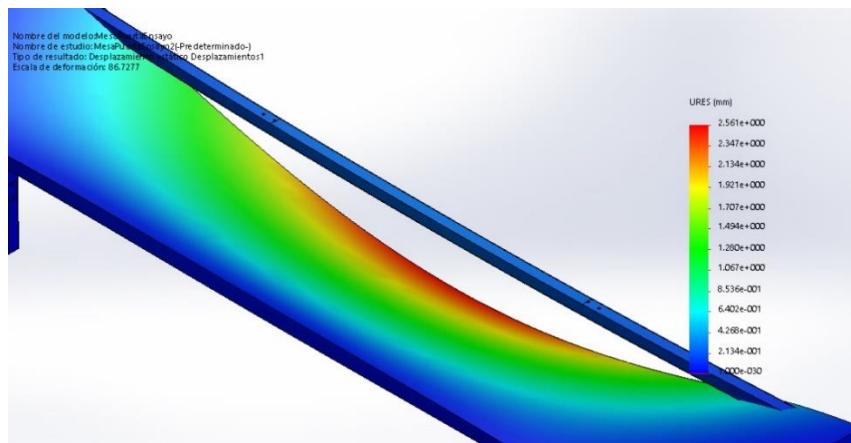


Fig. 5.53. Deformaciones en la mesa de apoyo con carga puntual (escala real).

Para corregir lo anterior se integró una película delgada de poliuretano adherida en la superficie superior de la base móvil, para que sirva como apoyo de la mesa cuando ésta se encuentra desplegada; la integración de dicha película ayuda a reducir la concentración de esfuerzos (Fig. 5.54) y los esfuerzos máximos son de 24.22 [MPa] en la zona de las bisagras (Fig. 5.55).

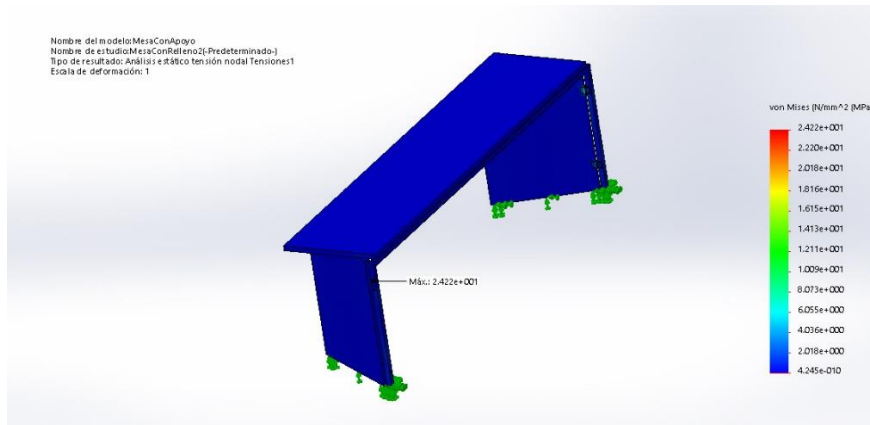


Fig. 5.54. Esfuerzos de Von Mises sobre el subsistema de mesa de apoyo con soporte de poliuretano.

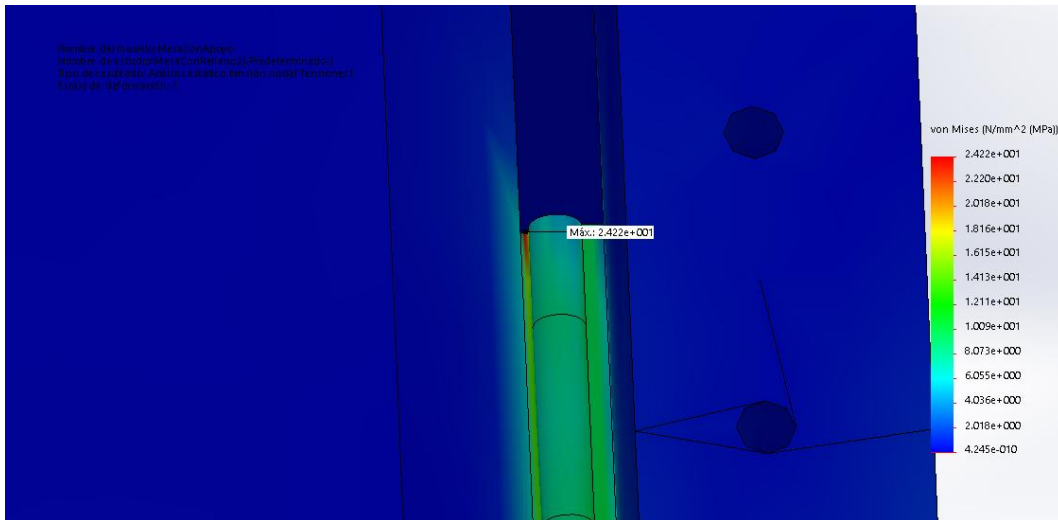


Fig. 5.55. La máxima concentración de esfuerzos será en las bisagras.

En lo que respecta a la magnitud máxima de deformación de 0.01548 [mm], esta surge en los bordes largos de la mesa de apoyo (Fig. 5.56).

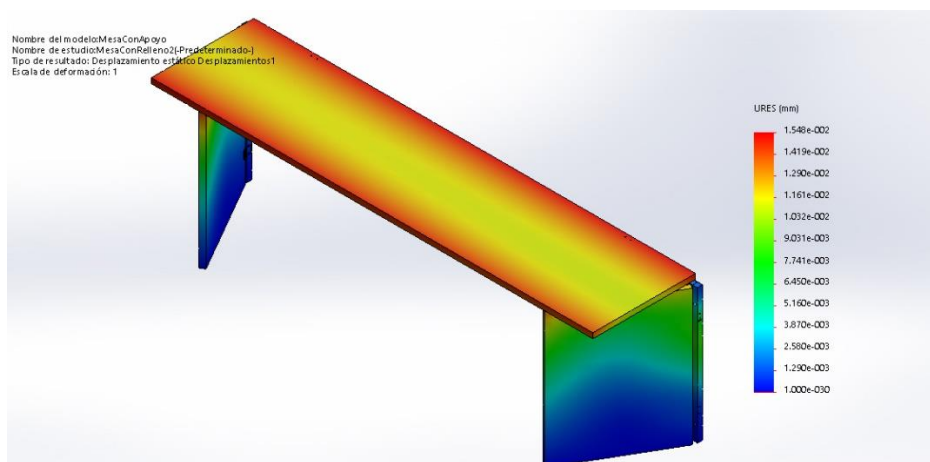


Fig.5.56. Deformaciones sobre el subsistema de mesa de apoyo con soporte de poliuretano (Escala real).

5.5. Aplicación de ajustes en el diseño.

Existen un total de cuatro ensambles entre ejes y agujeros que requieren de la especificación del ajuste involucrado; para especificar todos ellos se hará uso de las recomendaciones de ajustes por parte de ISO.

Para establecer el ajuste entre los componentes verticales del marco y la barra de acero se tiene que considerar que debe existir un apriete muy forzado entre ambos, atendiendo a la recomendación de ISO el apriete será H7n6 y los límites de tolerancia referidos al ajuste se pueden apreciar en los planos de ambos componentes.

Para establecer el ajuste entre barra de acero y chumaceras se tiene que considerar que debe existir un juego ligeramente restringido entre ambos para que exista

rotación del eje, atendiendo a la recomendación de ISO el apriete será H7f7 y los límites de tolerancia referidos al ajuste se pueden apreciar en los planos de ambos componentes.

Para establecer el ajuste entre el eje de la base móvil y los rodamientos se tiene que considerar que debe existir un juego ligeramente restringido entre ambos para que exista rotación del eje, siendo mayor que en el caso anterior y atendiendo a la recomendación de ISO el apriete será H8f7, los límites de tolerancia referidos al ajuste se pueden apreciar en los planos de ambos componentes.

Para establecer el ajuste entre los soportes inferiores de la cama y las chumaceras se tiene que considerar que debe existir un juego idéntico al caso anterior, atendiendo a la recomendación de ISO el apriete será H8f7 y los límites de tolerancia referidos al ajuste se pueden apreciar en los planos de ambos componentes.

Para ajustes que se presentan de forma común existe una serie de tablas de las tolerancias superiores e inferiores propias del agujero y el eje, en función de la calidad de las tolerancias, y el diámetro nominal de ambos. Para los anteriores casos las secciones de dichas tablas que interesan serán las siguientes (tabla 5.1 y tabla 5.2) [31].



DIÁMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H7  No pasa - pasa	EJES				
		NO PASA 				
		PASA				
		s 6	r 6	n 6	m 6	k 6
1 a 3	+ 0.009* 0.000	+ 0.022 + 0.015*	+ 0.019 + 0.012*	+ 0.013 + 0.006*	+ 0.009 - 0.002*	
Más de 3 a 6	+ 0.012* 0.000	+ 0.027 + 0.019*	+ 0.023 + 0.015*	+ 0.016 + 0.008*	+ 0.012 + 0.004*	
Más de 6 a 10	+ 0.015* 0.000	+ 0.032 + 0.023*	+ 0.028 + 0.019*	+ 0.019 + 0.010*	+ 0.015 + 0.006*	+ 0.010 + 0.001*
Más de 10 a 18	+ 0.018* 0.000	+ 0.039 + 0.028*	+ 0.034 + 0.023*	+ 0.023 + 0.012*	+ 0.018 + 0.007*	+ 0.012 + 0.001*
Más de 18 a 30	+ 0.021* 0.000	+ 0.048 + 0.035*	+ 0.041 + 0.028*	+ 0.028 + 0.015*	+ 0.028 + 0.008*	+ 0.015 + 0.002*
Más de 30 a 40	+ 0.025* 0.000	+ 0.059 + 0.043*	+ 0.050 + 0.034*	+ 0.033 + 0.017*	+ 0.025 + 0.009*	+ 0.018 + 0.002*
Más de 40 a 50						
Más de 50 a 65	+ 0.030* 0.000	+ 0.072 + 0.053* + 0.078 + 0.059*	+ 0.060 + 0.041* + 0.062 + 0.043*	+ 0.039 + 0.020*	+ 0.030 + 0.011*	+ 0.021 + 0.002*
Más de 65 a 80						
Más de 80 a 100	+ 0.035* 0.000	+ 0.093 + 0.071* + 0.101 + 0.079*	+ 0.073 + 0.051* + 0.076 + 0.054*	+ 0.045 + 0.023*	+ 0.035 + 0.013*	+ 0.025 + 0.003*
Más de 100 a 120						
Más de 120 a 140	+ 0.040* 0.000	+ 0.117 + 0.092* + 0.125 + 0.100* + 0.133 + 0.108*	+ 0.088 + 0.063* + 0.090 + 0.065* + 0.093 + 0.068*	+ 0.052 + 0.027*	+ 0.040 + 0.015*	+ 0.028 + 0.003*
Más de 140 a 160						
Más de 160 a 180						
Más de 180 a 200	+ 0.046* 0.000	+ 0.151 + 0.122* + 0.159 + 0.130* + 0.169 + 0.140*	+ 0.106 + 0.077* + 0.109 + 0.080* + 0.113 + 0.084*	+ 0.060 + 0.031*	+ 0.046 + 0.017*	+ 0.033 + 0.004*
Más de 200 a 225						
Más de 225 a 250						
Más de 250 a 280	+ 0.052* 0.000	+ 0.190 + 0.158* + 0.202 + 0.170*	+ 0.126 + 0.094* + 0.130 + 0.098*	+ 0.066 + 0.034*	+ 0.052 + 0.020*	+ 0.036 + 0.004*
Más de 280 a 315						

Tabla 5.1. Límites superiores e inferiores para ajustes comunes [31].



DIÁMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H7  No pasa - pasa	EJES 					
		NO PASA			PASA		
		j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	d 9
1 a 3	+ 0,009* 0,000	+ 0,006 - 0,001*	+ 0,000 - 0,007*	- 0,003 - 0,010*	- 0,007 - 0,015*	- 0,014 - 0,028*	- 0,020 - 0,045*
Más de 3 a 6	+ 0,012* 0,000	+ 0,007 - 0,001*	0,000 - 0,008*	- 0,004 - 0,012*	- 0,010 - 0,022*	- 0,020 - 0,038*	- 0,030 - 0,060*
Más de 6 a 10	+ 0,015* 0,000	+ 0,007 - 0,002*	0,000 - 0,009*	- 0,005 - 0,014*	- 0,013 - 0,028*	- 0,025 - 0,047*	0,040 - 0,076*
Más de 10 a 18	+ 0,018* 0,000	+ 0,008 - 0,003*	0,000 - 0,011*	- 0,006 - 0,017*	- 0,016 - 0,034*	- 0,032 - 0,059*	- 0,050 - 0,093*
Más de 18 a 30	+ 0,021* 0,000	+ 0,009 - 0,004*	0,000 - 0,013*	- 0,007 - 0,020*	- 0,020 - 0,041*	- 0,040 - 0,073*	- 0,065 - 0,117*
Más de 30 a 40	+ 0,025* 0,000	+ 0,011 - 0,005*	0,000 - 0,016*	- 0,009 - 0,025*	- 0,025 - 0,050*	- 0,050 - 0,089*	- 0,080 - 0,142*
Más de 40 a 50	+ 0,030* 0,000	+ 0,012 - 0,007*	0,000 - 0,019*	- 0,010 - 0,029*	- 0,030 - 0,060*	- 0,060 - 0,106*	- 0,100 - 0,174*
Más de 50 a 65	+ 0,035* 0,000	+ 0,013 - 0,009*	0,000 - 0,022*	- 0,012 - 0,034*	- 0,037 - 0,071*	- 0,072 - 0,126*	- 0,120 - 0,207*
Más de 65 a 80	+ 0,040* 0,000	+ 0,014 - 0,011*	0,000 - 0,025*	- 0,014 - 0,039*	- 0,043 - 0,083*	- 0,085 - 0,148*	- 0,145 - 0,245*
Más de 80 a 100	+ 0,046* 0,000	+ 0,016 - 0,013*	0,000 - 0,029*	- 0,015 - 0,044*	- 0,050 - 0,096*	- 0,100 - 0,172*	- 0,170 - 0,285*
Más de 100 a 120	+ 0,052* 0,000	+ 0,016 - 0,016*	0,000 - 0,032*	- 0,017 - 0,049*	- 0,056 - 0,108*	- 0,110 - 0,191*	- 0,190 - 0,320*
Más de 120 a 140							
Más de 140 a 160							
Más de 160 a 180							
Más de 180 a 200							
Más de 200 a 225							
Más de 225 a 250							
Más de 250 a 280							
Más de 280 a 315							

Tabla 5.2. Límites superiores e inferiores para ajustes comunes [31].

En el ajuste de H7n6 con diámetro de 25.4 [mm] la tolerancia superior del agujero será de 25.421 [mm] y la tolerancia inferior de 25.4 [mm]; para el eje la tolerancia superior será de 25.428 [mm] y la tolerancia inferior será de 25.415 [mm].

En el ajuste de H7f7 con diámetro de 25.4 [mm] la tolerancia superior del agujero será de 25.421 [mm] y la tolerancia inferior de 25.4 [mm]; para el eje la tolerancia superior será de 25.38 [mm] y la tolerancia inferior será de 25.359 [mm].

En el ajuste de H8f7 con diámetro de 25.4 [mm] la tolerancia superior del agujero será de 25.433 [mm] y la tolerancia inferior de 25.4 [mm]; para el eje la tolerancia superior será de 25.38 [mm] y la tolerancia inferior será de 25.359 [mm].

CONCLUSIONES.

En el desarrollo del siguiente trabajo se desarrolló un mobiliario que brinda versatilidad en las funciones ofrecidas, su diseño fue pensado en atender las necesidades de usuarios en condiciones de hacinamiento y usuarios que en un futuro cercano podrían tener un creciente interés en adquirirlos, lo que terminó generando una mayor certeza en las actividades que el mobiliario debe satisfacer.

Los conceptos de diseño fueron sometidos a una evaluación que permitiera cuantificar el grado de cumplimiento de las necesidades y su desempeño en otros rubros relevantes; para dicha evaluación se hizo uso de una matriz de decisión que indicó el concepto que representaba la mejor alternativa.

Al modelar la arquitectura de los componentes del sistema se hizo uso del método de Boothroyd, la eficiencia de ensamble fue el parámetro en función del que se obtuvo certeza de una mejora en la facilidad para manipular e insertar los componentes del sistema, al aumentar porcentualmente la eficiencia del sistema rediseñado con respecto al sistema inicial. Con la ayuda de TRIZ se logró resolver problemas que se presentaban en forma de contradicciones técnicas e identificar propuestas para encaminar al producto a una mayor innovación, lo que también implicó un rediseño de los subsistemas.

Una vez que se generaron los componentes del sistema, fue posible detallar otros aspectos relevantes como el material del que estarán conformados los componentes, especificar las características esenciales en los ensambles y comprobar la funcionalidad estructural mediante FEM, en donde los resultados indicaron que en ningún caso se rebasa el límite elástico de cada componente.

La alternativa de diseño generado no debe considerarse como un modelo terminal o definitivo en lo que se refiere a este tipo de sistemas, al contrario, debe verse como un diseño que pretende contribuir al estado del arte existente y cuyo desarrollo encaja más en las particularidades de dos sectores de habitantes de la Ciudad de México. Aún falta mucho desarrollo en estos sistemas y adecuar el diseño de éstos a necesidades más específicas de cada ciudad o nuevas costumbres de usuarios.

En lo personal el desarrollo del trabajo además de ayudar a reafirmar muchos conocimientos y aprender varios más, me permitió darme cuenta del potencial comercial que existe en esta clase de sistema, dicho potencial comercial viene acompañado de un gran número de retos. En contra parte también pude comprobar como a pesar de existir empresas dedicadas a la venta de mobiliarios multifuncionales, sus productos ofrecidos no responden precisamente a las nuevas costumbres de los usuarios y en general a pesar de ser un producto basado en la innovación, no existe una apertura a integrar nuevas alternativas e ideas que permitan mejorar los productos existentes.

TRABAJO A FUTURO.

Lo que procedería al presente trabajo es presentar una propuesta formal a alguna de las empresas dedicadas a la venta de este tipo de sistema; dicha propuesta formal no solamente podría encaminar a una comercialización del sistema, sino además que para la incorporación de ciertos principios y propuestas al diseño del mismo tipo de mobiliarios.

El desarrollo de este tipo de sistemas se encuentra en la actualidad abierto a cualquier aportación que facilite o mejore su desempeño y el presente diseño no es la excepción, por lo que en un futuro podría ser retomado mucho de lo propuesto para ser mejorado por otras personas o simplemente adecuarlo a las necesidades de personas de otras regiones.

El desarrollo de nuevos materiales podría beneficiar indirectamente al desarrollo del sistema, ya sea en la reducción de costos manteniendo la calidad del producto o que éste sea capaz de ofrecer una mayor vida útil sin aumentar los costos.

BIBLIOGRAFIA.

LIBROS:

- [1] ULRICH, K. T. & EPPINGER, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (5ª ed.). McGraw Hill/Interamericana editores. México.
- [2] BOOTHROYD, G., KNIGHT, W., DEWHURST, P. (2011). *Product Design for Manufacture and Assembly* (3ª ed.). CRC Press, Taylor and Francis Group. Boca Ratón, FL.
- [3] ALTSHULLER, G. (2007). *The Innovation Algorithm; TRIZ, Systematic innovation and technical creativity* (2ª ed.). Technical Innovation Center, Inc. Worcester, MA.
- [4] PANERO, J. & ZELNIK, M. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores, estándares antropométricos* (7ª ed.). Editorial Gustavo Gili. Barcelona, España.
- [5] GROOVER, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3ª ed.). McGraw Hill/Interamericana editores. México.
- [6] SMARDZEWSKI, J. (2015). *Furniture Design*. Springer International Publishing Switzerland. Basilea, Suiza.
- [7] RIES, E. (2013). *El método Lean Startup*. Editorial Deusto. México.

TESIS CONSULTADAS:

- [8] NASSER, F. Multifunctional furniture for underprivileged communities: A milestone in sustainable development, Tesis (Master of Science). West Lafayette, Indiana. Purdue University, 2013, 97 pp.
- [9] VON CRUZ, V.M. Diseño de mueble multifuncional para estudiantes de nivel medio superior implicados en el éxodo estudiantil, Tesis (Ingeniería en diseño). Oaxaca. Universidad Tecnológica de la Mixteca, 2008, 117 pp.

ARTÍCULOS.

- [10] RANGEL-ELIZALDE, A. I. (2015). *Estudio antropométrico de la población mexicana masculina laboralmente productiva*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional.
- [11] ÁVILA CHAURAND, R., PRADO LEÓN, L.R. & GONZÁLEZ MUÑOZ E.L. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana* (2ª ed.). Guadalajara, Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- [12] BILALIS, N. (2000). *Computer Aided Desing-CAD*. InnoRegio Project. Chania, Crete: Technical University of Crete.

[13] ORTIZ PRADO, A., RUÍZ CERVANTES O. & ORTÍZ VALERA J. A. (2013). *Modelado de procesos de manufactura*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.

[14] MORILLAS, A. *Muestreo en poblaciones finitas*. Málaga, Andalucía: Universidad de Málaga.

[15] G.T.M. Grupo de Tecnología Mecánica S.R.L. (2016). Ajustes y tolerancias. Puni, Perú.

[16] ASTONKAR, D.V. & KHERDE, S.M. *Development in various multipurpose furniture's by using space saving approach*. International Research Journal of Engineering and Technology (ISO 9001:2008 Certified Journal). 2(6): 257-264. Septiembre de 2015. Disponible: <https://www.irjet.net/archives/V2/i6/IRJET-V2I645.pdf>

[17] RUÍZ P. A. Muebles para espacios pequeños: Grandes en optimización, versatilidad y confort. *Revista M&M*. 7(2): 66-74. 2 de marzo de 2014. Disponible: https://issuu.com/gimmermedina/docs/muebles_espacios

[18] Forest Products Laboratory. (2010). Wood handbook—Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

[19] Virutex, S.A. de C.V. Nueva Sierra de incisión SRI174T-UCP Cortes rectos y precisos de manera fácil y rápida. *Virutas, revista informativa para los profesionales de la madera*. 15(15), p.1-18. noviembre de 2007. Disponible: <https://www.virutex.es/img/folletos/8.pdf>

CITAS BIBLIOGRAFICAS.

[20] Organización Mundial de la Salud. (2000). Principios de higiene de la vivienda. Ginebra. [En línea]. Disponible: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38629/1/9243561278_spa.pdf

[21] Secretaria de Obras y Servicios del Gobierno de Distrito Federal (2011). Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico. Ciudad de México. [En línea]. Disponible: <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/r406001.pdf>

[22] Aguilar Juárez, David. (2 de septiembre de 2005). Baja tamaño de vivienda popular. *El Universal* [En línea]. Disponible: <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas/47314.html>

[23] Masnick, M. (31 de Julio de 2009). Why Segway Failed To Reshape The World: Focused On Invention, Rather Than Innovation, TechDirt. [En línea]. Disponible: <https://www.techdirt.com/articles/20090730/1958335722.shtml>

[24] Mateos, David. (12 de febrero de 2003). Segway, de “patinete del futuro” a negocio fracasado. *El Mundo* [En línea]. Disponible: <http://www.elmundo.es/elmundomotor/2003/02/12/ocio/1045077239.html>

[25] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2016). Encuesta Nacional de los Hogares 2015. México. p.9. [En línea]. Disponible: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/especiales/ei_2015/doc/eic_2015_presentacion.pdf

[26] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2015). Anuario Educación Superior – Licenciatura; ciclo escolar (2014-2015). México. [En línea]. Disponible: <http://www.anuies.mx/iinformacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

[27] Semac.org.mx. (2017). Sociedad De Ergonomistas De México, A.C. - Ergonomía. México. [En línea]. Disponible: <http://www.semac.org.mx/index.php/ergonomia.html> [Visitado 13 agosto de 2017].

[28] solidworks.es. (2017). Información de la empresa. [En línea]. Disponible: http://www.solidworks.es/sw/183_ESN_HTML.htm

[29] mueblesmultiespacio.com. (2017). Combo, Cama - Librero – Escritorio. México. [En línea]. Disponible: <https://www.mueblesmultiespacio.com/combo-cama>

[30] imco.org.mx. (2018). ¿Cómo es el mexicano promedio? vía El País. [En línea] Disponible: https://imco.org.mx/banner_es/como-es-el-mexicano-promedio-via-el-pais/

[31] Ternium Argentina, S.A. de C.V. (2018). Tolerancias y ajustes. Argentina. [En línea]. Disponible: <https://www.eet460rafaela.edu.ar/descargar/apunte/952>

PROVEEDORES.

[32] Industrial de Tornillería y Elementos Metálicos. (2014). Catálogo general, gama de productos DIN/ISO. [En línea]. Disponible: http://indtornilleria.com/Catalogo_general_web.pdf

[33] Acerostoreo.com. (2017). Tubo Rectangular – Aceros Tereo. [En línea] Disponible: <http://acerostoreo.com/tubo-rectangular/> [Visitado 5 agosto de 2017].

[34] El tornillo.com.mx. (2017). El Tornillo, consulte nuestra amplia variedad de productos. [En línea] Disponible: http://www.eltornillo.com.mx/catalogo_listado.php?pag=1&linea=10 [Visitado 3 Sep. 2017].

[35] Masisa México. (2017). Ficha técnica, madera MDF. [En línea] Disponible: http://www.masisa.com/mex/wp-content/files_mf/1492019048MDF.pdf

[36] EBCOEM. (2017). UCFL/UCFLW 200 series, ISO 9002 certified. [En línea] Disponible: <http://www.ebcoem.com/pdf/4-4-UCFL-UCFLW200Series.pdf>

[37] Ducasse Industrial. (2017). Sistemas de carros D150/HD150. [En línea] Disponible: http://www.ducasseindustrial.com/images/productos/HD%20150/hd150_ficha.pdf

[38] Phillips. (2017). Bisagras, ficha técnica. [En línea] Disponible: http://axalc.com.mx/fichas_tecnicas/7ba92-FICHAS-bisagra-de-piso-1500.pdf

[39] herrajesbralle.com.mx. (2017). Catálogo, bisagra escalón. [En línea] Disponible: <http://www.herrajesbralle.com.mx/BISAGRA-DE-ESCALON.php>

[40] Grainger.com.mx. (2017). Cojinete Radial de Bolas doble, diámetro de 12mm. [En línea] Disponible: <https://www.grainger.com.mx/producto/DAYTON-Cojinete-Radial-de-Bolas%2CDoble%2Cdia-12mm/p/1ZGG4>

[41] Magnetic-union. (2018). Dimensiones de imanes de neodimio. [En línea] Disponible: <https://www.magnetic-union.com>

[42] Fischer México. (2018). Silicona multiuso DMS. [En línea] Disponible: <http://www.fischermex.com.mx/Pagina-principal/Sector/fischer-Innovaciones/Silicona-multiuso-DMS.aspx>

[43] herrajesbralle.com.mx. (2017). Catálogo, jaladeras de perilla negra. [En línea] Disponible: <http://www.herrajesbralle.com.mx/JALADERA-DE-PERILLA-NEGRA.php>

[44] herrajesbralle.com.mx. (2017). Catálogo, jaladera inoxidable de barra sólida. [En línea] Disponible: <http://www.herrajesbralle.com.mx/JALADERA-INOX-DE-BARRA-SOLIDA.php>

MESOGRAFÍA:

[45]groupon.com. (2017). 60-Minute Segway Micro Tour of City Landmarks for One or Two from Segway of Richmond (30% Off). [Ilustración]. Disponible: <https://www.groupon.com/biz/richmond-va/segway-of-richmond>

[46] camaexpres.com. (2016). Sofá cama con arcón de almacenaje. [Ilustración]. Disponible: <http://camaexpres.com/sofas/21-sofa-cama-con-arcon-de-almacenaje.html>

[47] xikara.net. (2016). Cama abatible con sofá nuovoliolá. [Ilustración]. Disponible: <http://xikara.net/catalogo/cama-abatible-con-sofa-nuovoliola/>

[48] paredro.com. (2014). La silla que se cuelga con diseño de ticket. [Ilustración]. Disponible: <http://www.paredro.com/10-muebles-multifuncionales-perfectos-para-espacios-pequenos/>

[49] planetadeco.com. (2013). Muebles multifuncionales para espacios pequeños. [Ilustración]. Disponible: <http://www.planetadeco.com/espacios-pequenos/muebles-multifuncionales-para-espacios-pequenos/>

[50] pinterest.com.mx. (2017). Ideas para cocinas pequeñas. [Ilustración]. Disponible: <https://www.pinterest.com.mx/pin/328410997809186777/>

[51] triz-journal.com. (2006). Unleashing The Voice Of The Product And The Voice Of The Process. [Ilustración]. Disponible: <https://triz-journal.com/unleashing-voice-product-voice-process/>

[52] argusengineering.com. (2017). Finite Element Analysis, Link Arm Stress Analysis. [Ilustración]. Disponible: http://www.argusengineering.net/work/fea_link.html

[53] CASTILLO JIMÉNEZ, R. (2013). *Ajuste, puesta en marcha y regularización de los sistemas mecánicos* (1ª edición). IC Editorial. Málaga, España. [Tabla]. Disponible: <http://reader.digitalbooks.pro/book/preview/18727/a04?1535494124399>

ENLACE A LA ENCUESTA ELECTRÓNICA:

^[54] <https://es.surveymonkey.com/r/6KM6BNL>

ANEXO

Cuestionario “Estudio para conocer características de los inmuebles y obtener información para la incorporación de mobiliario versátil.”

1.- En una escala de 1 al 5, donde 1 completamente insuficiente y 5 es completamente ideal
¿Qué tan amplio consideras que es el espacio de los cuartos que conforman tu casa?

1 2 3 4 5

2.- ¿Qué actividades realizas en los siguientes sectores de tu casa?

	Dormir	Ingerir Alimentos	Atender visitas / Reuniones	Escribir o dibujar a mano	Utilizar computadora	Ver televisión
Habitaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sala	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comedor/Cocina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.- ¿Hay alguna actividad que te gustaría realizar o poder realizarla de manera más cómoda, pero la falta de mobiliario o espacio ha sido un inconveniente?

Ej. Estudiar en tu habitación o acostarte en la sala.

Sí No

4.- En caso de que la respuesta anterior hay sido afirmativa, especifica lo siguiente:

¿Cuál ha sido la actividad que no has podido realizar? _____

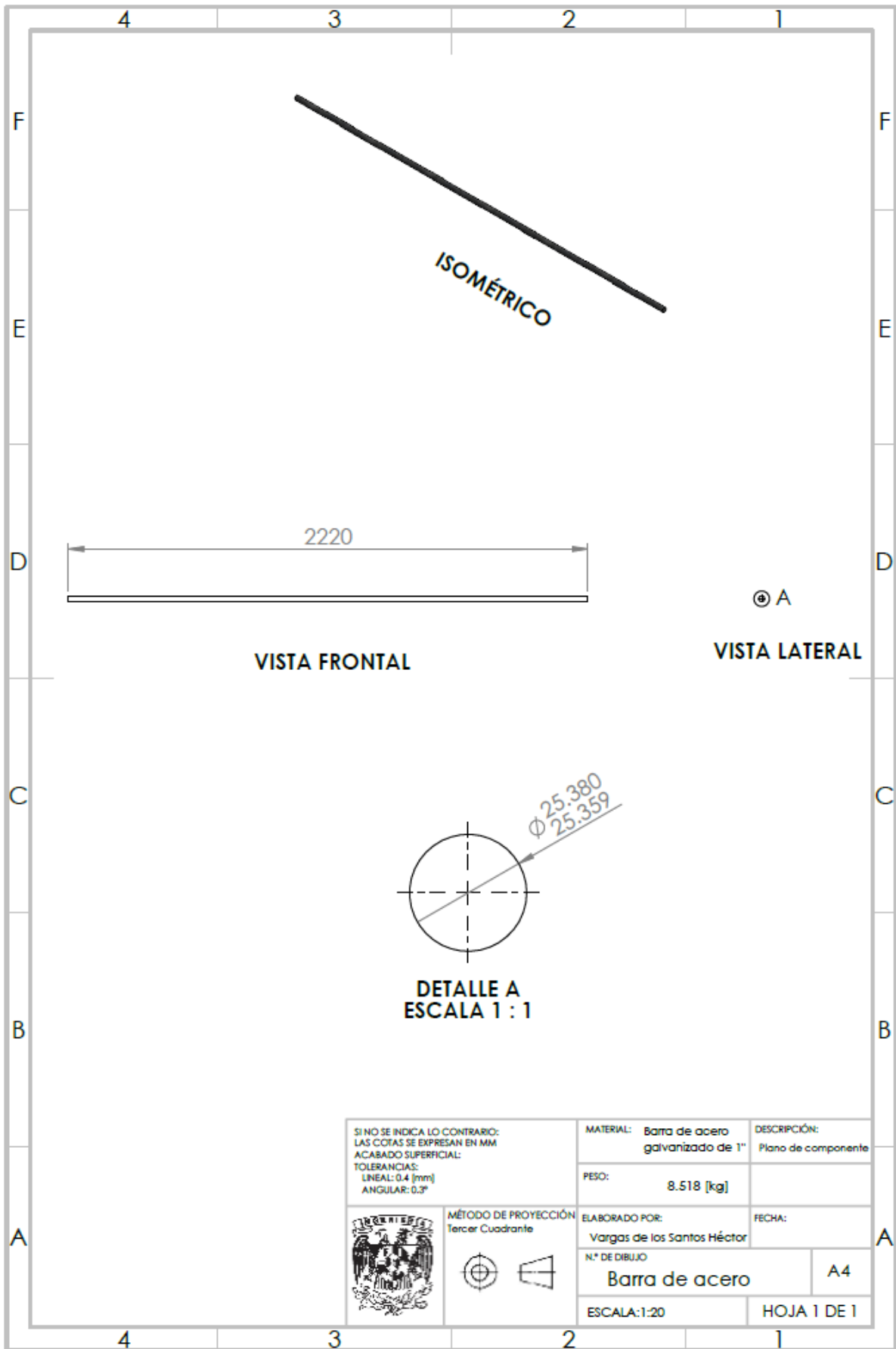
¿En qué parte de tu casa ha sido? _____

¿Qué mueble te hubiera gustado adicionar para realizarla? (opcional) _____

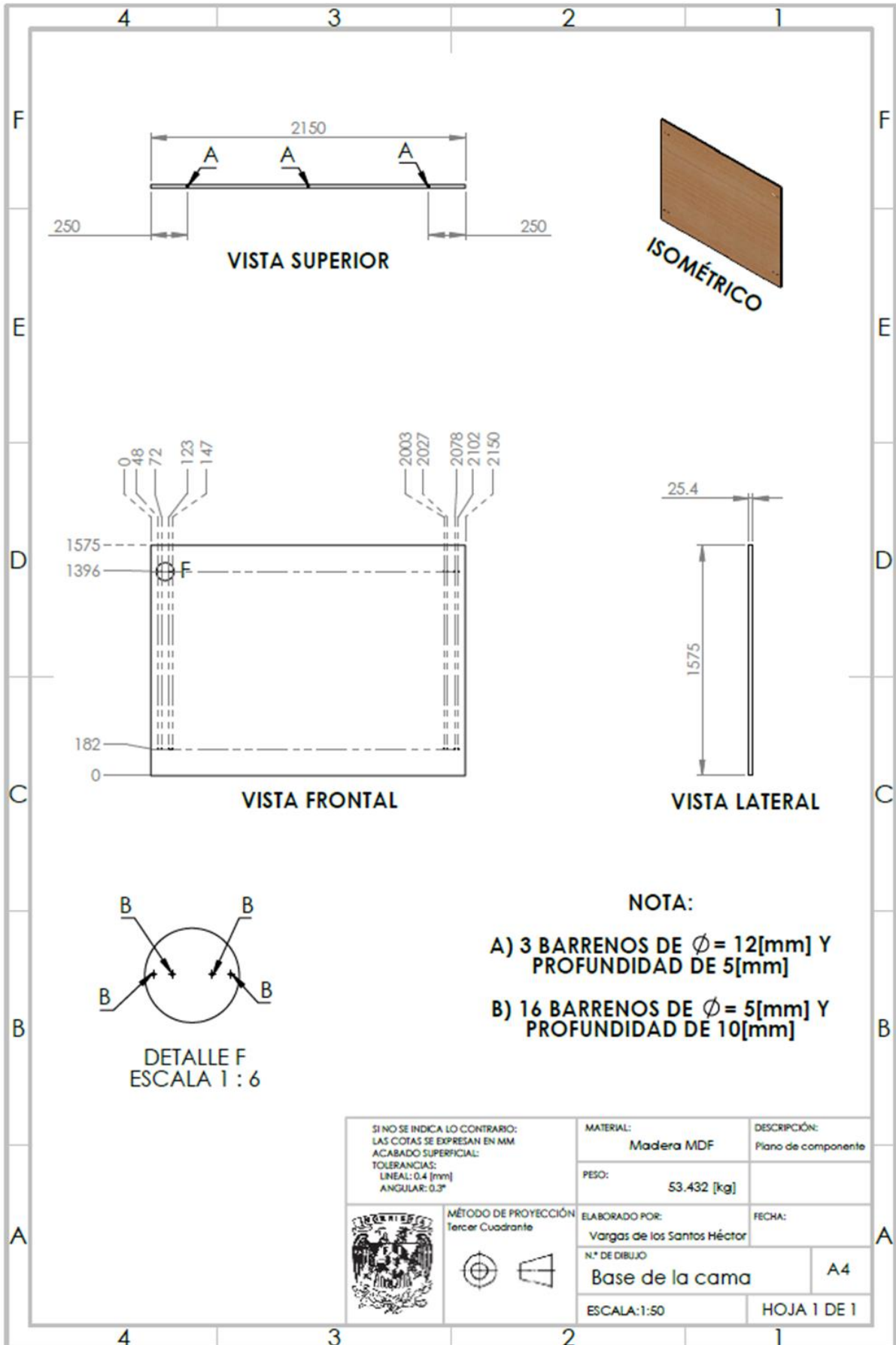
5.- Observa el siguiente video.

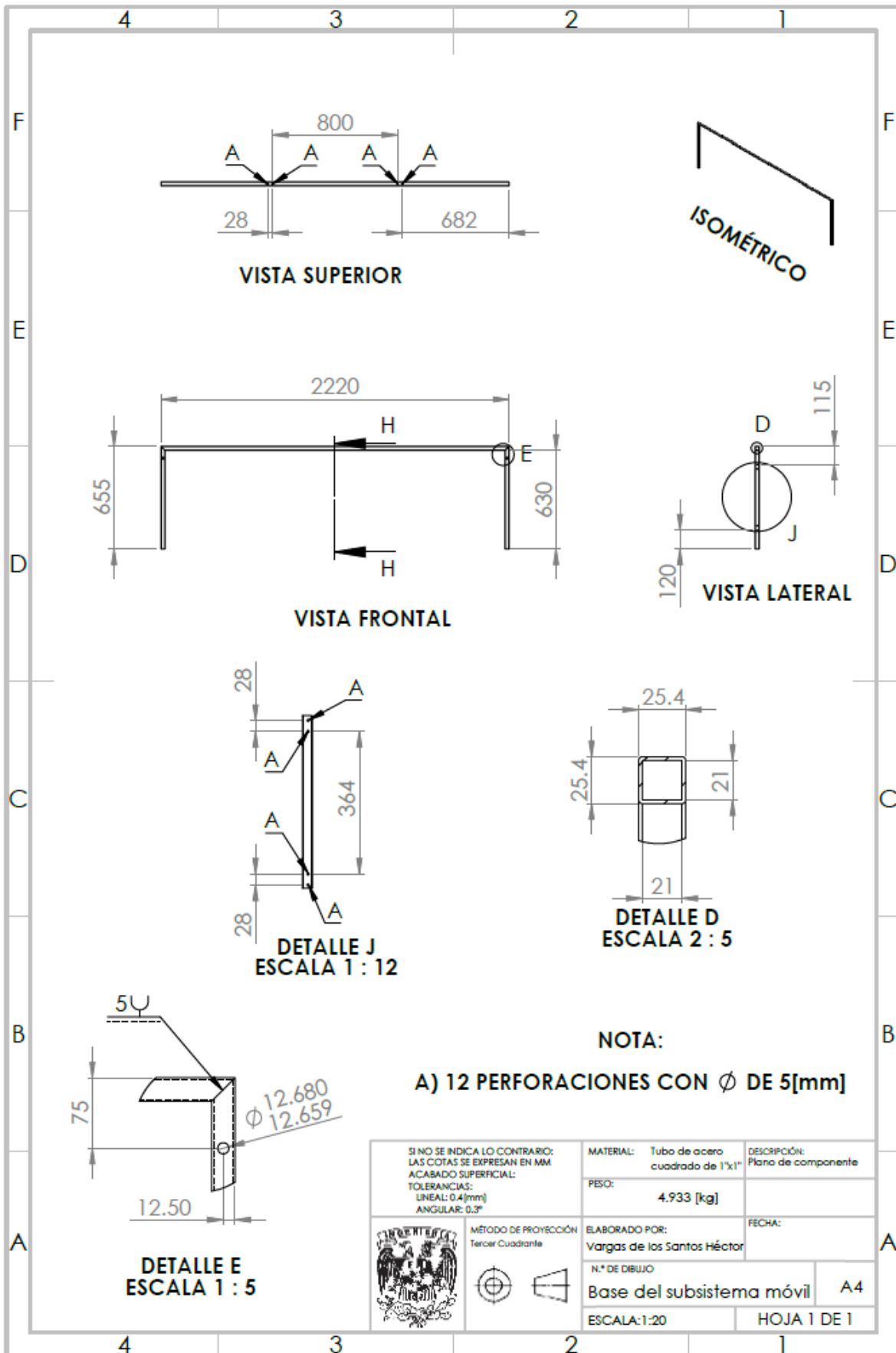
¿Qué te motivaría a adquirir cualquiera de los sistemas mostrados?

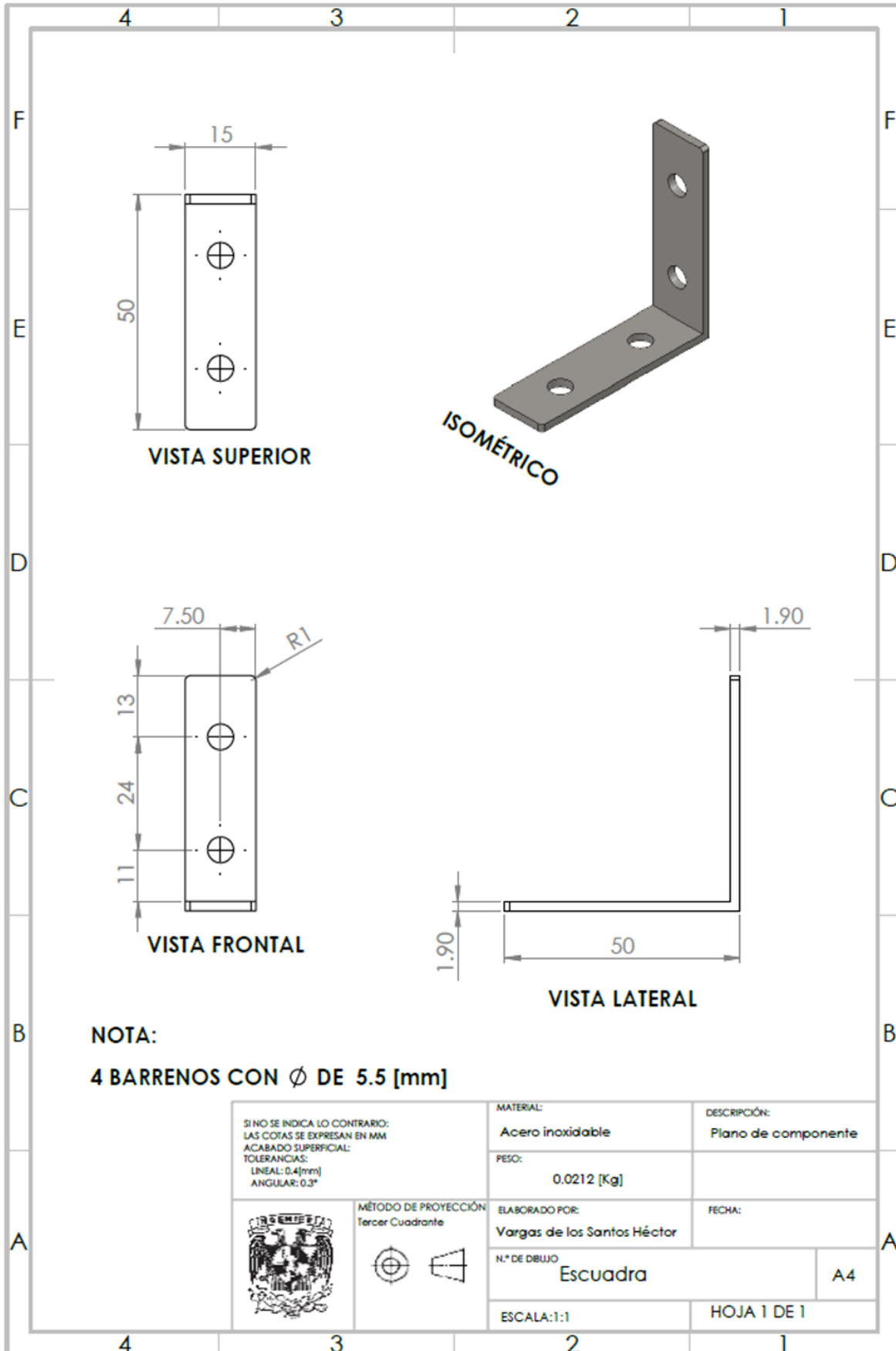
6.- ¿Cuáles serían los motivos en general por los que no adquirirías cualquiera de ellos?

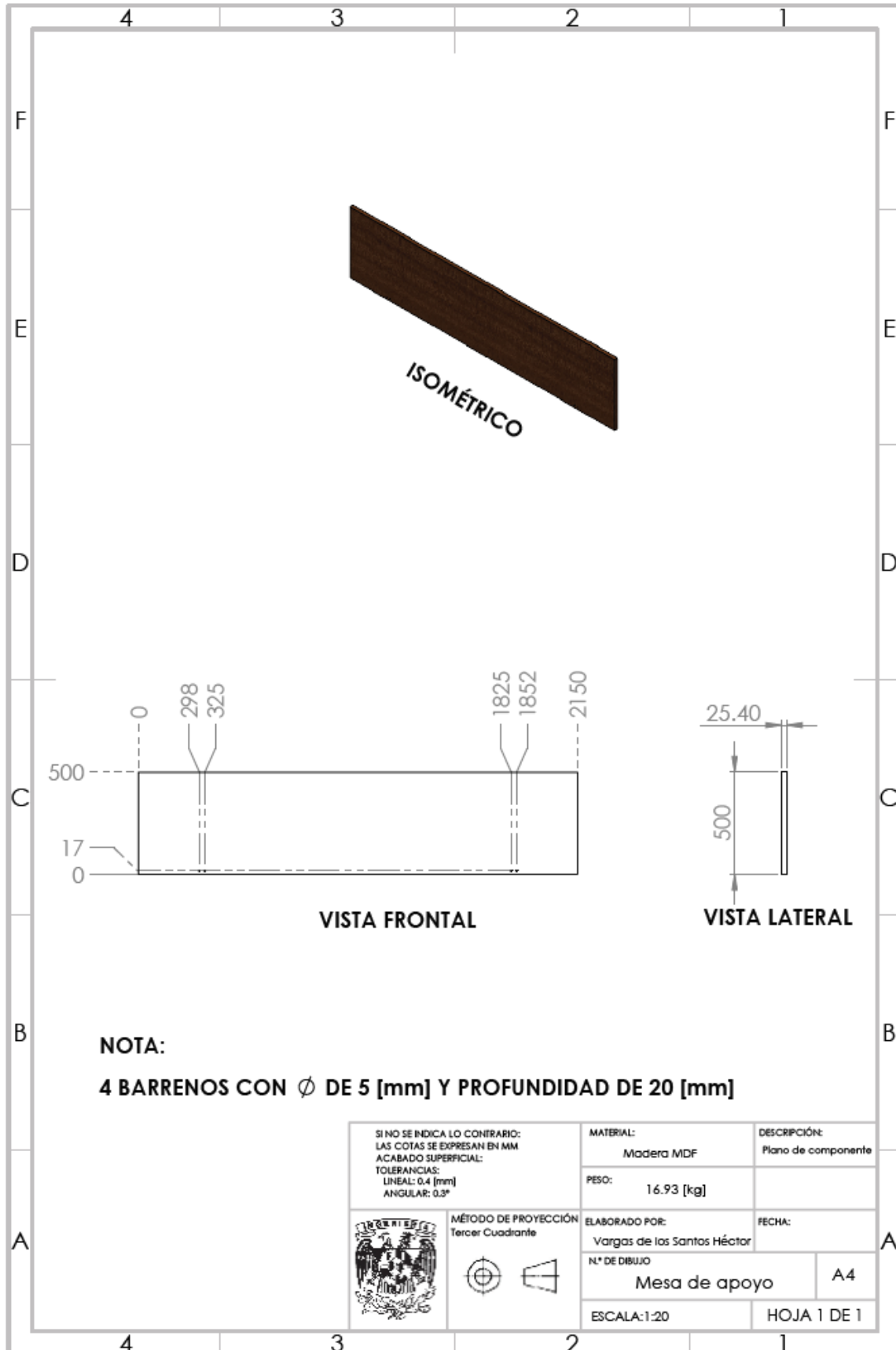


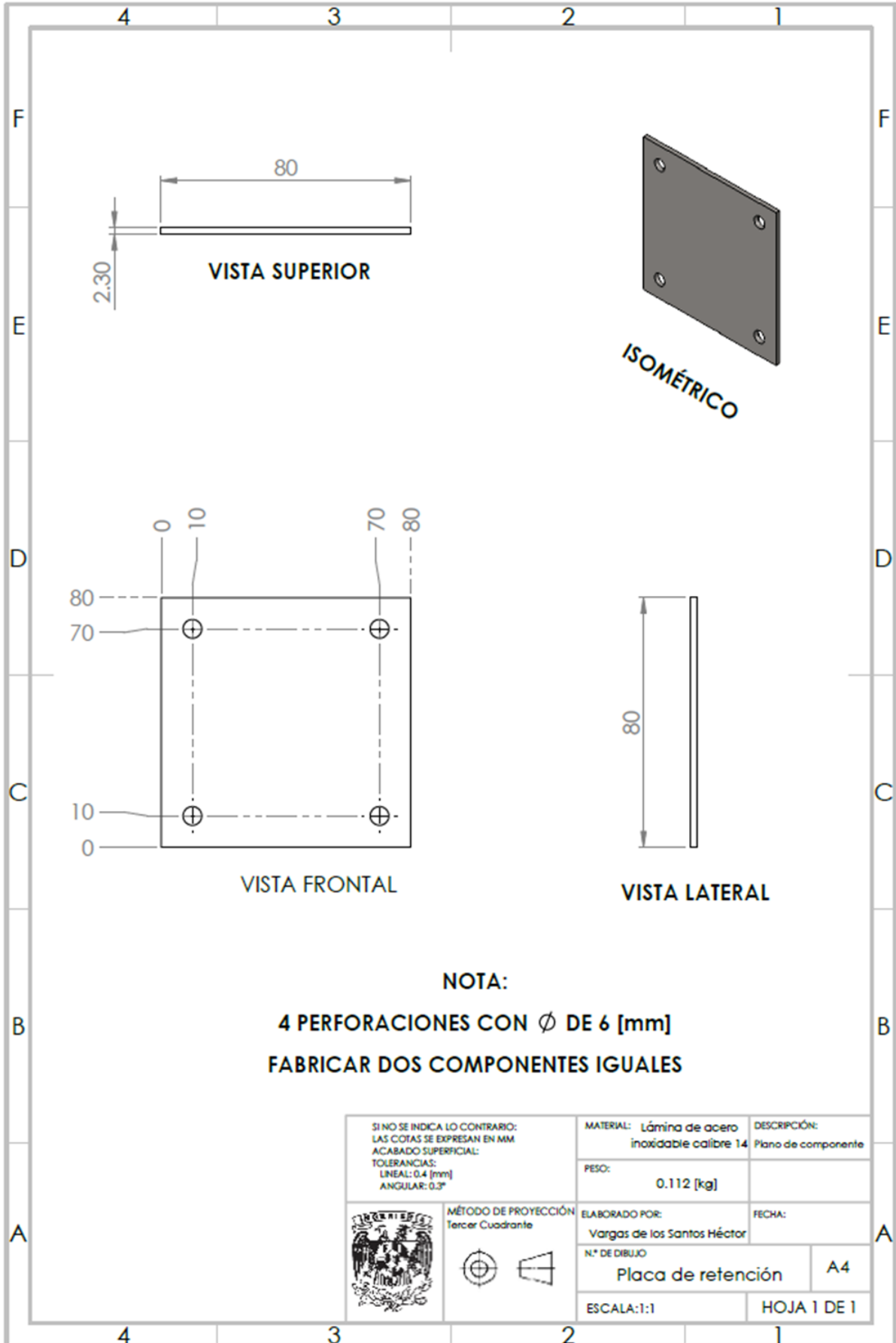
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: 0.4 (mm) ANGULAR: 0.3°	MATERIAL: Barra de acero galvanizado de 1"	DESCRIPCIÓN: Plano de componente
	PESO: 8.518 [kg]	
	MÉTODO DE PROYECCIÓN: Tercer Cuadrante	ELABORADO POR: Vargas de los Santos Héctor
		N.º DE DIBUJO: Barra de acero
	ESCALA: 1:20	FECHA: A4
		HOJA 1 DE 1

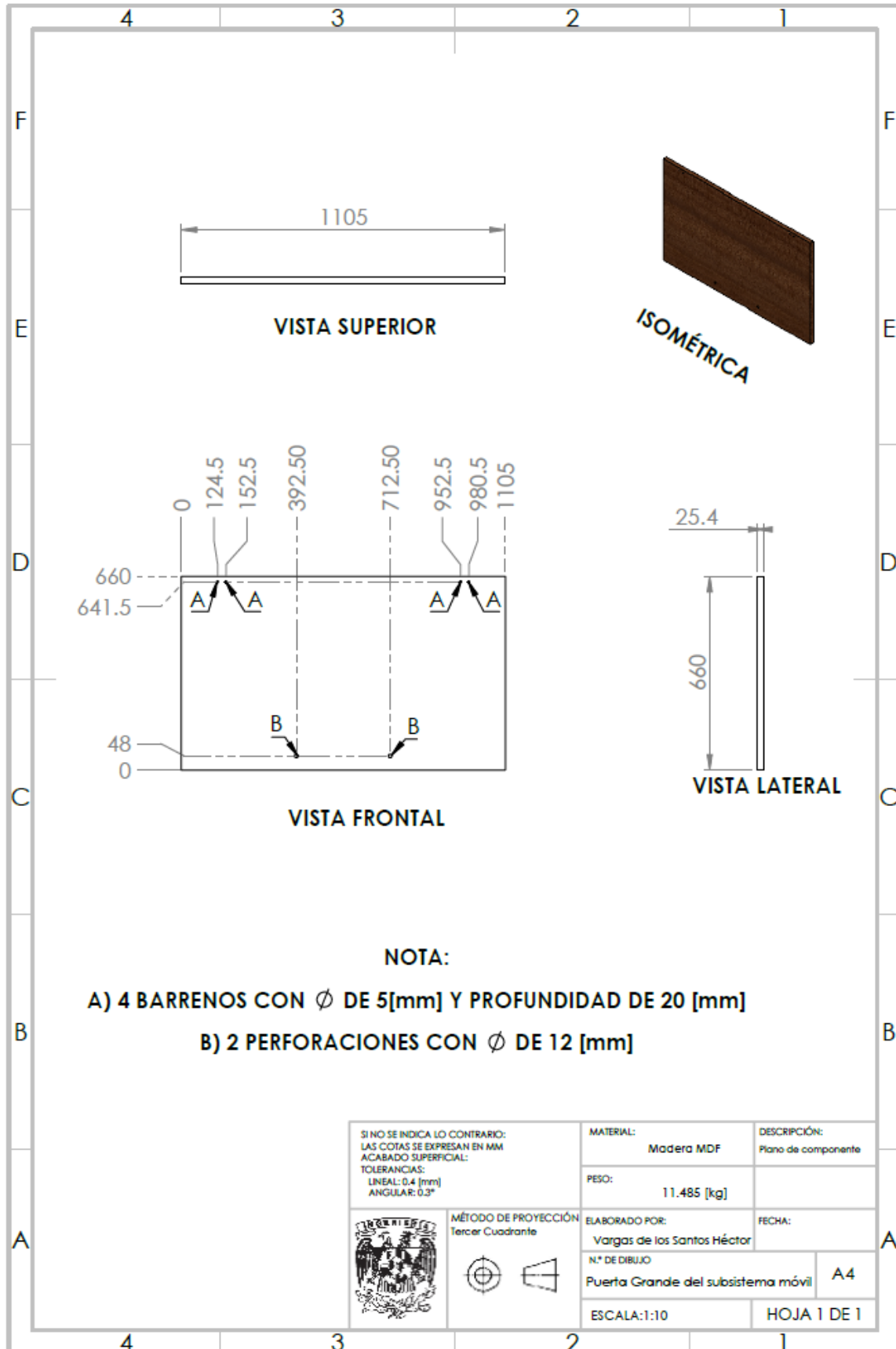


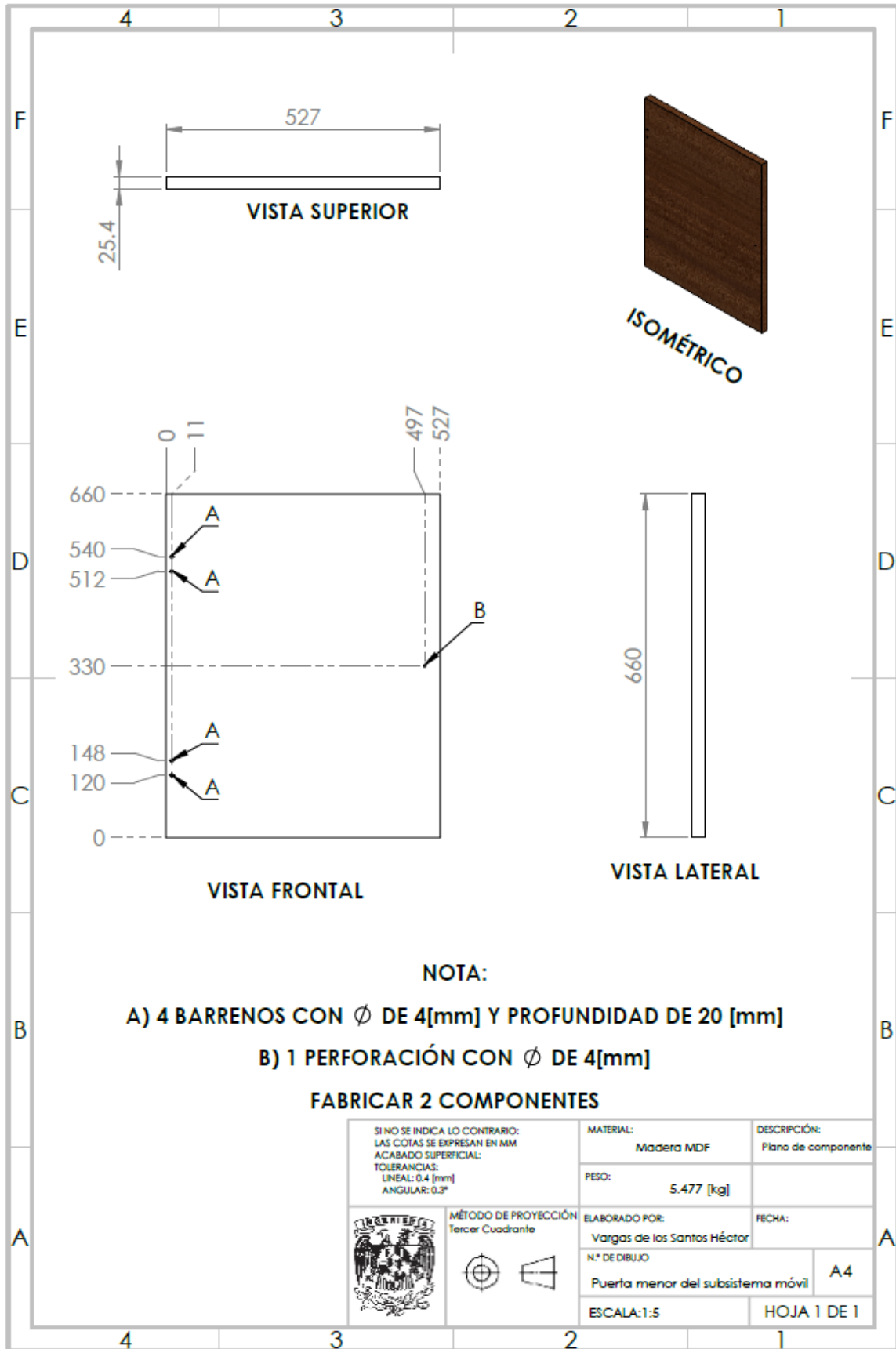


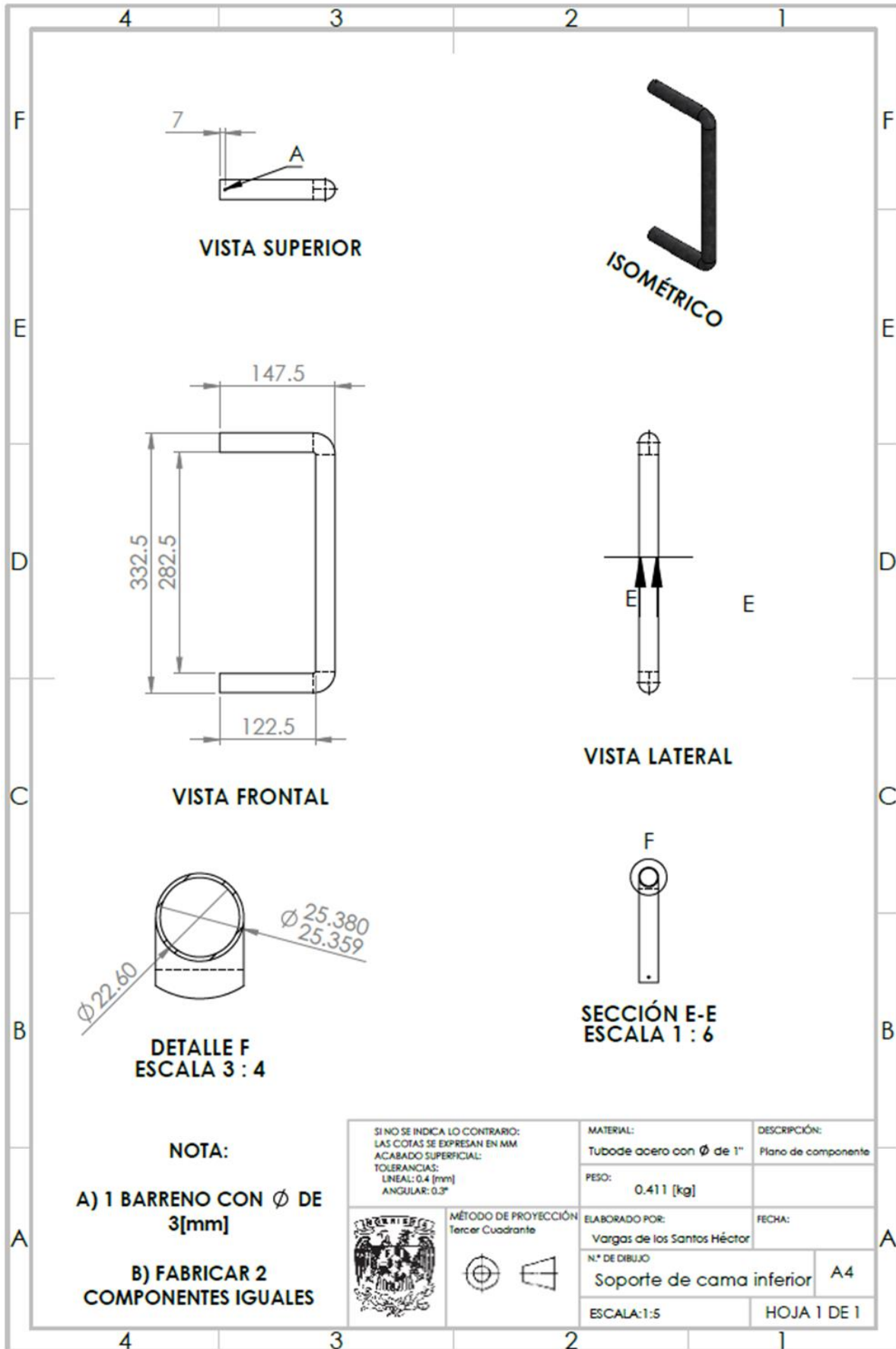




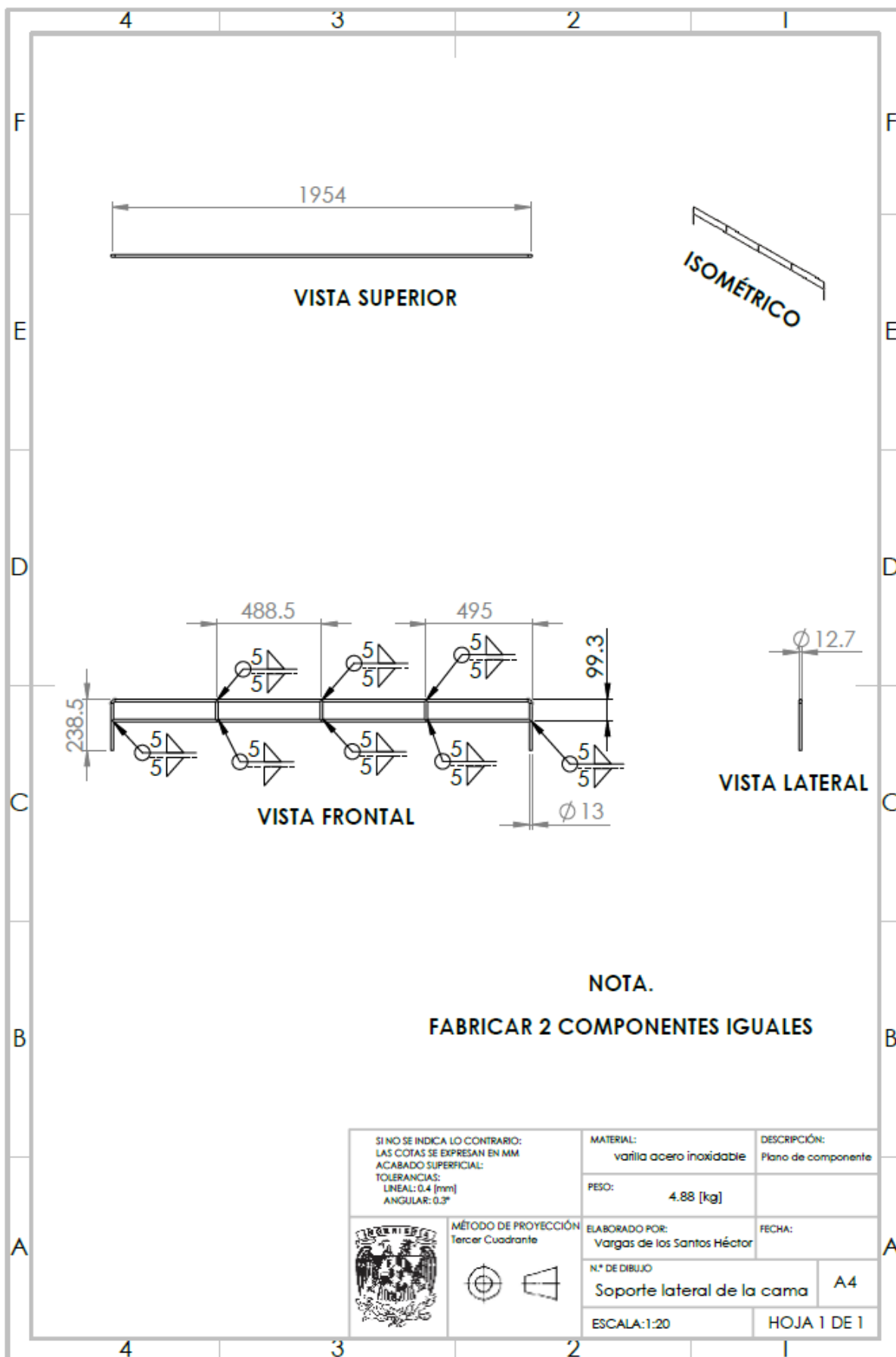





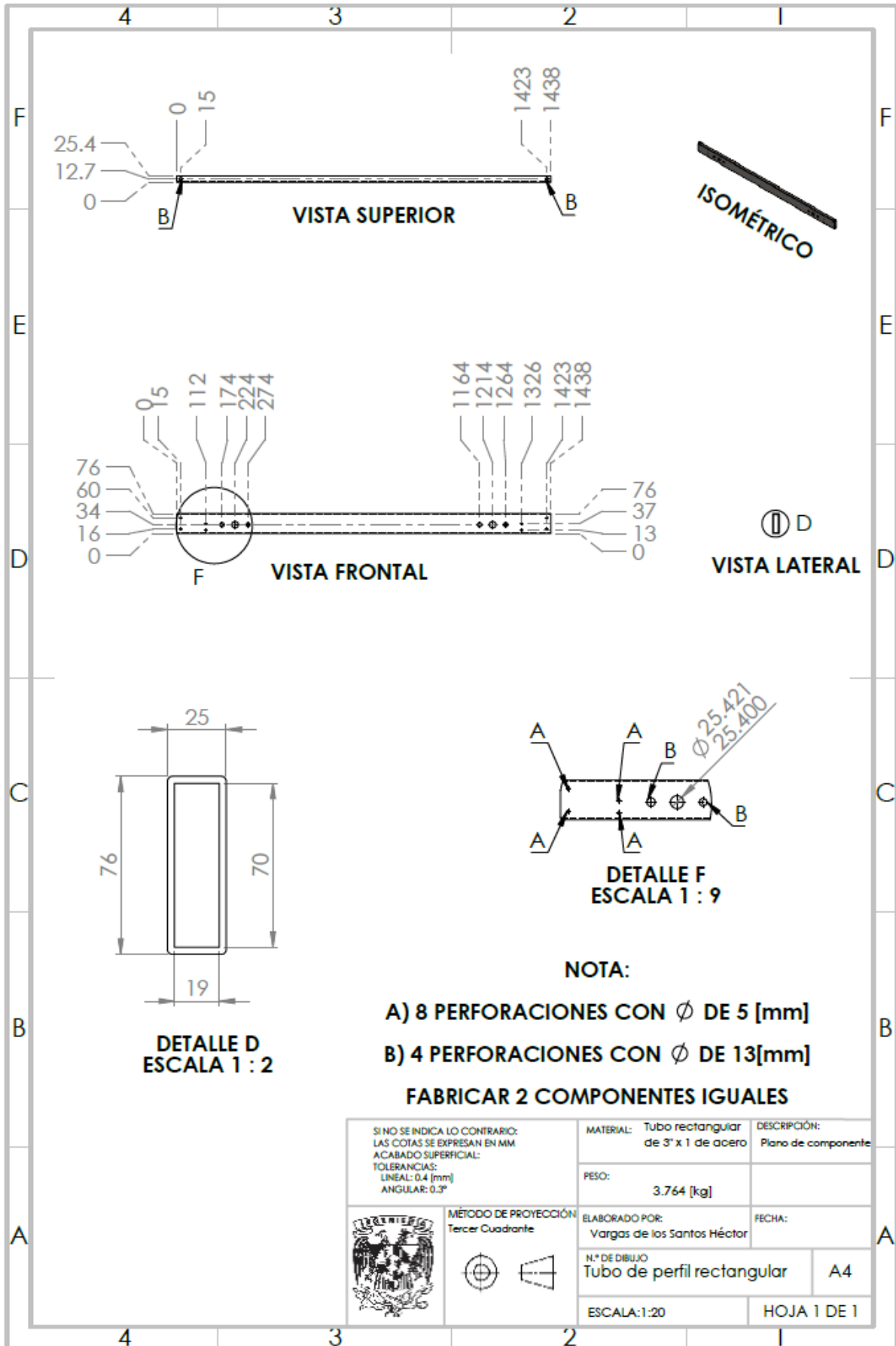


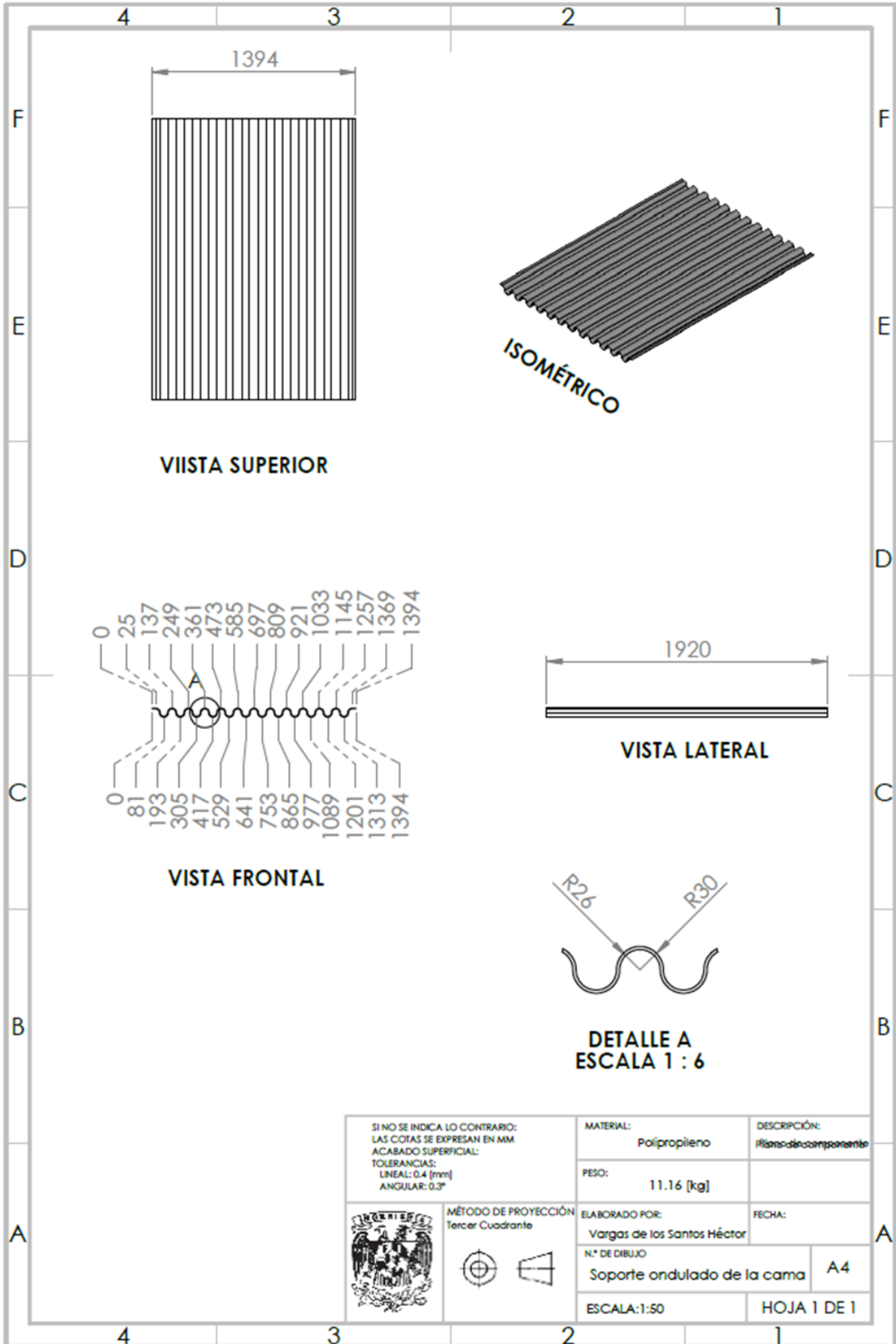


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: 0.4 [mm] ANGULAR: 0.3°	MATERIAL:	DESCRIPCIÓN:
	Tubode acero con ϕ de 1"	Plano de componente
	PESO:	
	0.411 [kg]	
MÉTODO DE PROYECCIÓN Tercer Cuadrante	ELABORADO POR:	FECHA:
	Vargas de los Santos Héctor	
	N° DE DIBUJO	A4
	Soporte de cama inferior	
	ESCALA: 1:5	HOJA 1 DE 1

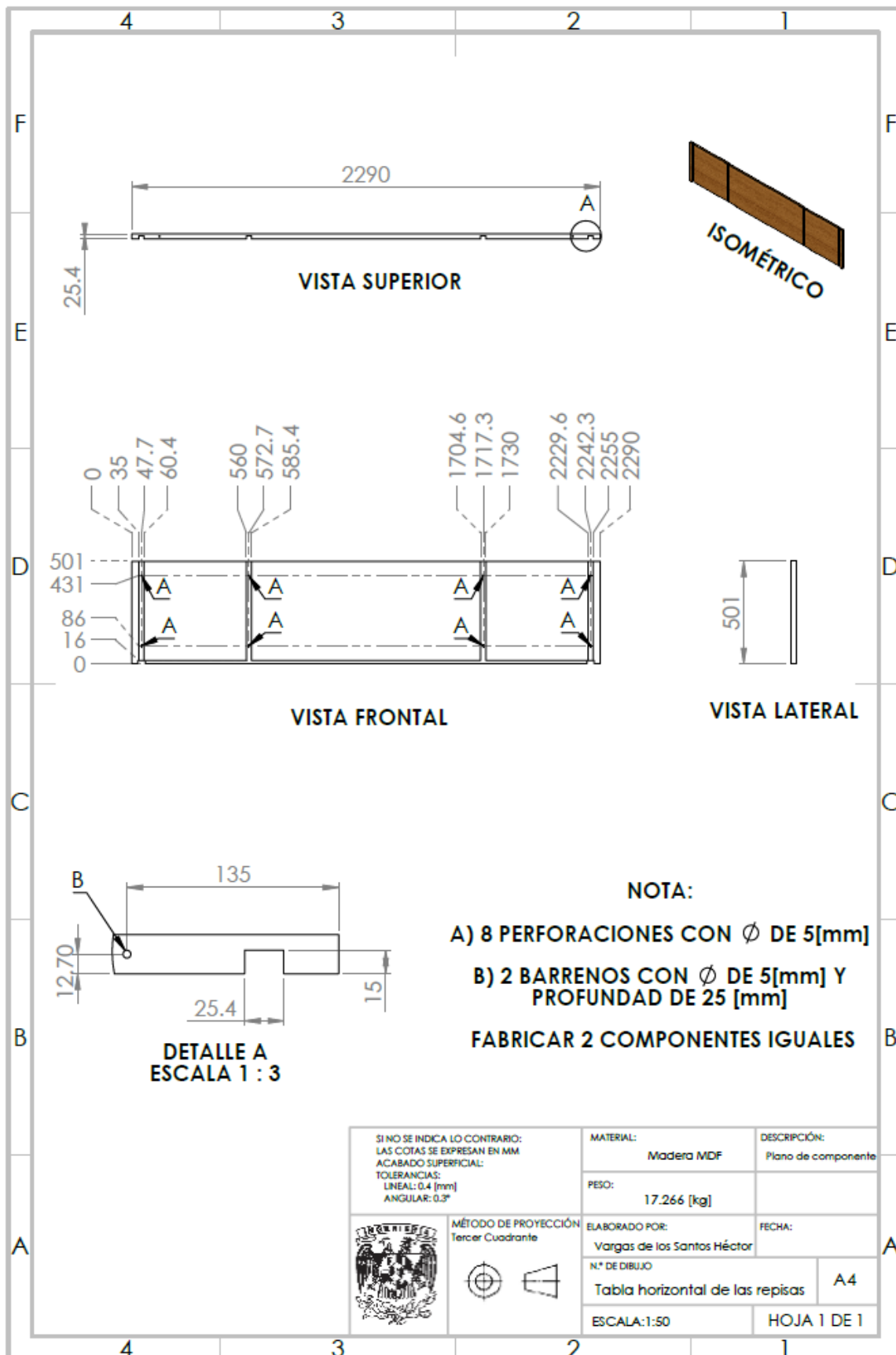


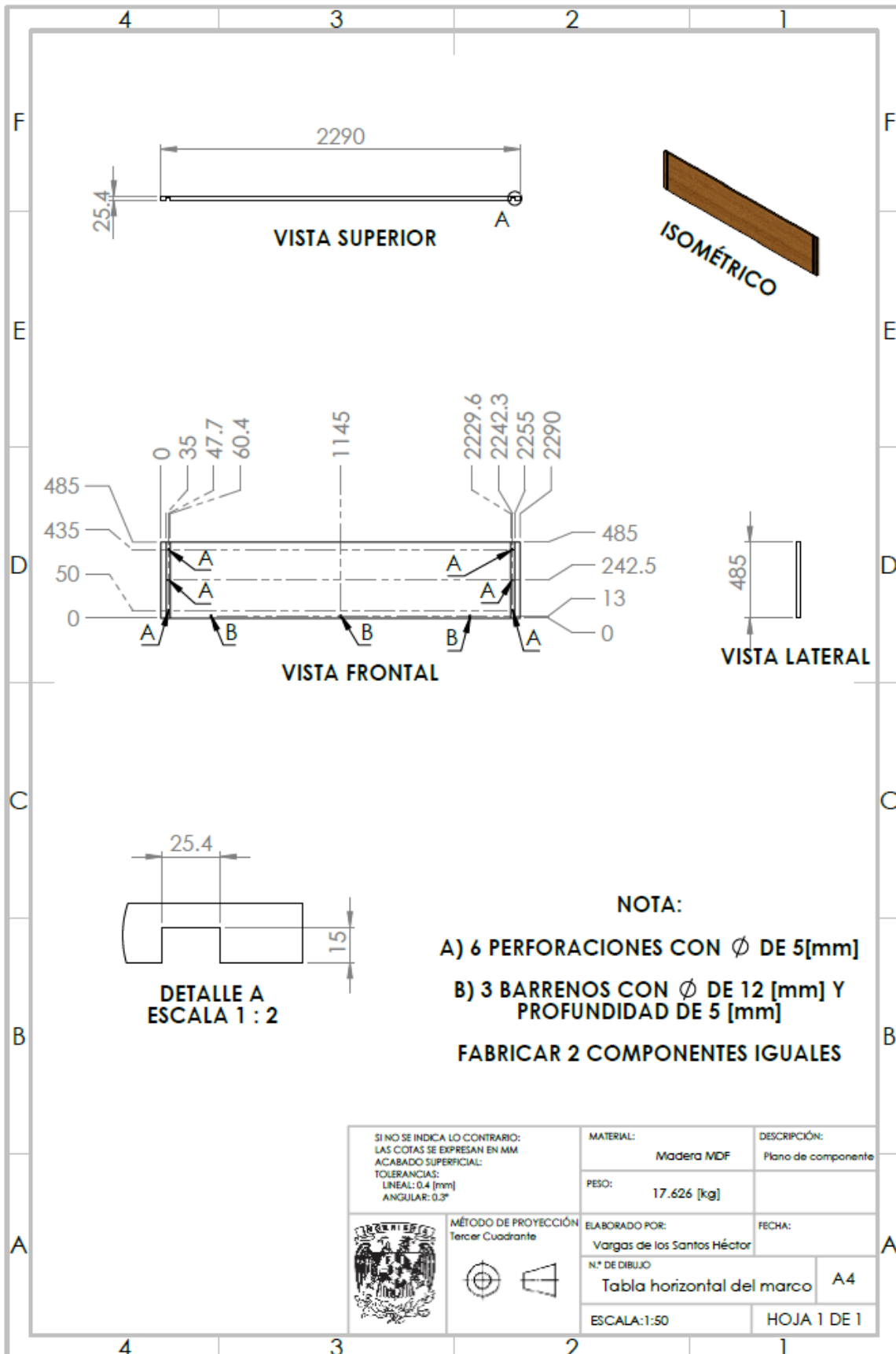
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: 0.4 (mm) ANGULAR: 0.3°	MATERIAL: varilla acero inoxidable	DESCRIPCIÓN: Plano de componente
	PESO: 4.88 [kg]	
 MÉTODO DE PROYECCIÓN Tercer Cuadrante	ELABORADO POR: Vargas de los Santos Héctor	FECHA:
	N.º DE DIBUJO Soporte lateral de la cama	A4
ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	

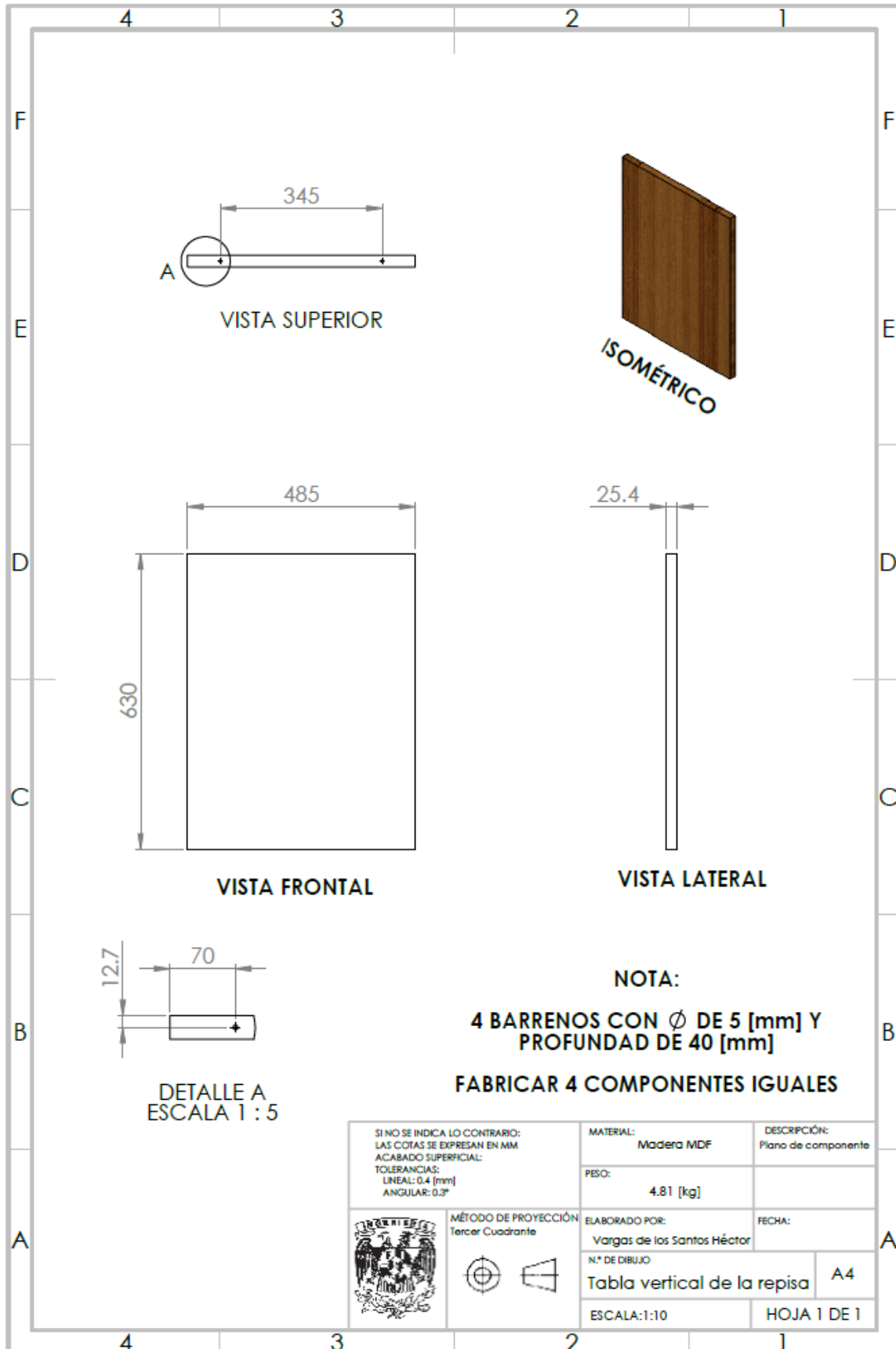


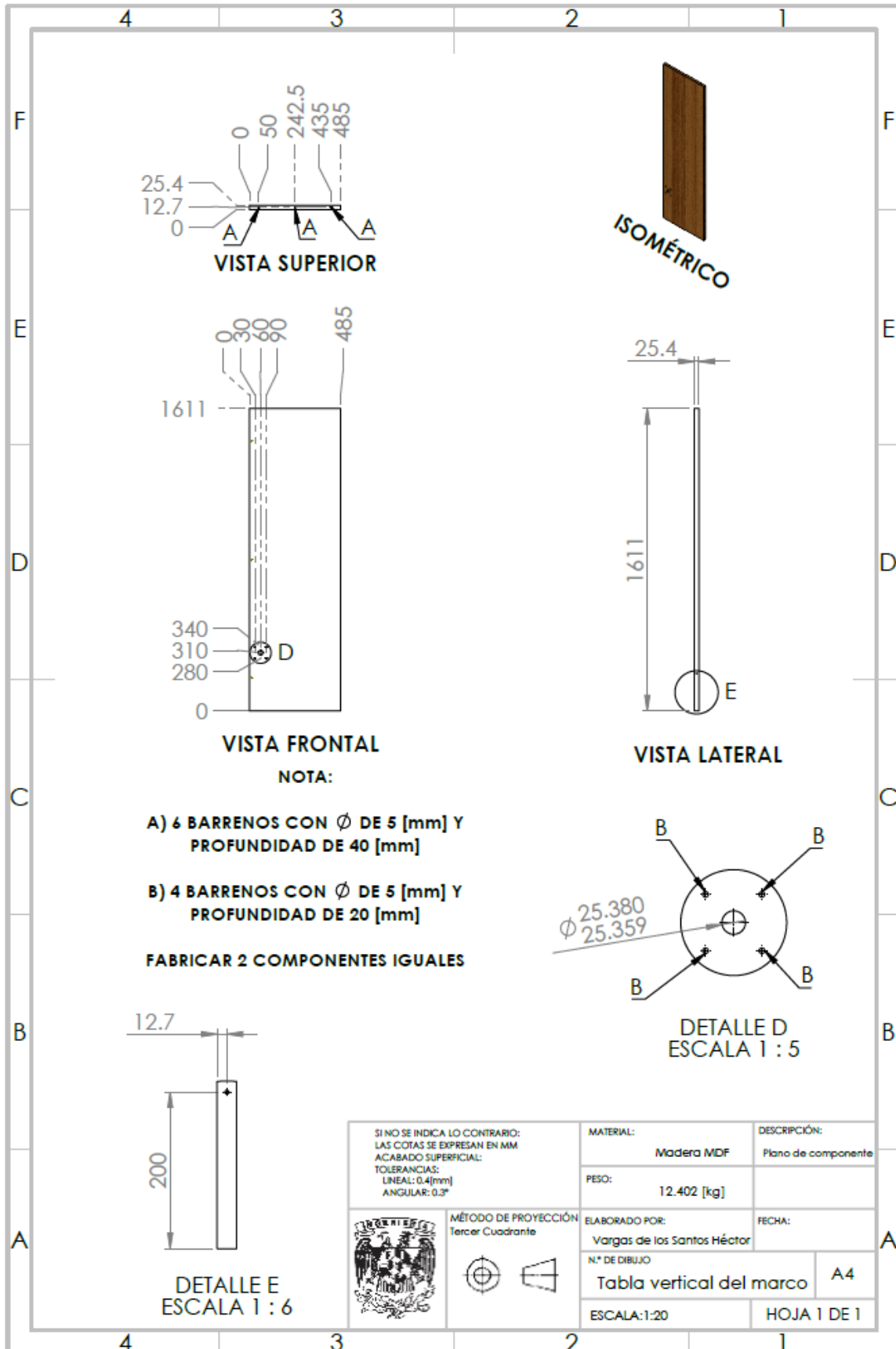


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: 0.4 [mm] ANGULAR: 0.3°	MATERIAL:	Polipropileno	DESCRIPCIÓN:	(Riesgo de descomponente)
	PESO:	11.16 [kg]		
 MÉTODO DE PROYECCIÓN Tercer Cuadrante	ELABORADO POR:	Vargas de los Santos Héctor	FECHA:	
	N.º DE DIBUJO	Soporte ondulado de la cama	A4	
	ESCALA: 1:50	HOJA 1 DE 1		









SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: 0.4[mm] ANGULAR: 0.2°	MATERIAL:	DESCRIPCIÓN:
	Madera MDF	Plano de componente
	PESO:	
	12.402 [kg]	
MÉTODO DE PROYECCIÓN Tercer Cuadrante	ELABORADO POR:	FECHA:
	Vargas de los Santos Héctor	
	N.º DE DIBUJO	A4
	Tabla vertical del marco	
ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1	

