

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ENEP ARAGÓN

LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Silla de Ruedas

COMPACTABLE PARA ADULTO



PROYECTO DE TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL
PRESENTA

RAÚL VICENTE GALINDO SOSA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SAN JUAN DE ARAGÓN, MÉXICO

AGOSTO 2002





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A TI, SER NUMERO UNO DEL UNIVERSO
Porque mediante tu fuerza eterna
nos impulsas siempre adelante

A mis padres Alfredo y Delia, mi hermano José , mi esposa Yasmín y mi hija Alexia
Por permitirme la oportunidad de seguir creciendo
y apoyarme en todo momento

A Bertha Ochoa, Paty Díaz, Manuel Borja, Rodrigo Sánchez, Ricardo Obregón.
Por compartir conmigo y apoyar de cerca este proyecto
y hacer que llegara a su culminación

A los profesores actuales y pasados de Diseño Industrial de la ENEP Aragón
Por darnos a todos los alumnos la valiosa educación
que nos lleva a lograr nuestras metas

A los Talleres Productivos para Discapacitados Tecámac, Institución de Asistencia Privada
Por todo el apoyo recibido, tanto al haber sido parte de ellos
como para la realización de este proyecto

A la Unidad Académica Profesional Zumpango de la UAEM
Por las facilidades prestadas en sus instalaciones

Y sobretodo, a todas aquellas personas con discapacidad con quienes conviví
sobretodo a Beto, Lulú, Celvi, Mariana,
porque me hicieron ver la vida de diferente forma
al apreciar en su justa medida lo bueno y malo que nos sucede.
Porque todo tiene razón de ser

GRACIAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

	PAG
INTRODUCCIÓN	1
1. LA SILLA DE RUEDAS Y SU CONTEXTO	
1.1. Definiciones y antecedentes históricos	3
1.2. Usuarios, ergonomía y antropometría	5
1.3. Ambientes de uso	15
1.4. Mercado meta, productos existentes y comercialización	18
1.5. Actividades y secuencias de uso actuales	27
1.6. Impacto social y económico	38
1.7. Viabilidad técnico-productiva	39
1.8. Innovación formal	43
2. DISEÑO DE LA SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO	
2.1. Los requerimientos de diseño	45
2.2. El concepto base	49
2.3. Alternativas por subsistema	51
2.4. Integración de alternativas	53
2.5. Concepto final	57
3. LA SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO 	
3.1. Descripción del producto a través de subsistemas	61
3.2. Funcionamiento y operación	63
3.3. Propuesta de color	74
3.4. Planos técnicos	76
3.5. Producción	112
3.6. Estimado de costos	116
CONCLUSIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	121
GLOSARIO	123

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



forma:

En el capítulo 1, se dan algunos breves antecedentes y definiciones de la silla de ruedas y se analizaron diversos aspectos de la problemática de una silla de ruedas:

- como es el contexto donde se desenvuelve el producto;
- cual es el mercado por el que se considera un producto viable comercialmente;
- como funciona y se utiliza la silla de ruedas;
- que impacto social y económico presenta, considerando el mercado seleccionado;
- cuales son las características técnico—productivas consideradas para la fabricación del producto; y
- cual puede ser la innovación formal factible de presentar en una silla de ruedas.

En el capítulo 2 se describe más específicamente que se necesita de una silla de ruedas, cuales son los requerimientos que surgieron de los análisis presentados en el anterior capítulo. Además se presenta el desarrollo del proceso proyectivo llevado a cabo para encontrar un concepto de diseño que diera respuesta a los requerimientos planteados.

En el capítulo 3 se presenta la solución de diseño a que se llegó, incluyendo planos técnicos, ilustraciones, pruebas realizadas, diagrama de operaciones, y estimado de costos.

Y por último, se exponen las conclusiones del proyecto.

Este documento pretende exponer una de muchas posibles formas de abordar un proceso de diseño, partiendo de una identificación de necesidades hasta la obtención de un producto satisfactor de ellas. El lector tiene en sus manos la posibilidad de ahondar más en el tema, o de utilizar la información presentada para evaluar la factibilidad de mejoras en este u otros productos. Deseo que el valor que este documento representa, sea considerado a nivel de una sensible aportación.

1

La silla de ruedas y su contexto

1.1. Definiciones y antecedentes históricos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Definiciones

Dentro del sector de la población que engloba a las personas con discapacidad física, existe una constante en ellos, el uso de aparatos y equipos cuya función principal es la de favorecer o sustituir "la función de las extremidades inferiores, permitiendo trasladarse de un lugar a otro" (Nichols, 1985:281) y se les conocen como ayudas funcionales o ayudas para la movilidad. Estos aparatos y equipos de ayuda funcional son todos aquellos que de alguna forma sustituyen parte de la discapacidad física de la persona en los miembros inferiores, cumpliendo además con la finalidad de tener una mejor integración o reintegración social, según sea el caso por nacimiento, enfermedad o accidente, de la persona con discapacidad.

Entre estos aparatos y equipos, uno de los más comunes y que permite el traslado de las personas con alguna discapacidad motriz e incluso de personas que temporalmente sufren de alguna lesión que les impide moverse por medio de sus piernas, es la silla de ruedas, de las cuales la más común en el mercado es la denominada silla de ruedas estándar, base para el desarrollo de este proyecto. De hecho, a las personas con discapacidad física que requieren de utilizar constantemente la silla, se les llega a nombrar personas sobre silla de ruedas, de tal suerte que una silla de ruedas para algunas personas se llega a convertir en parte de su cuerpo o como una prenda de uso personal, sin la cual su desenvolvimiento se puede ver nulificado.

Además de este uso por personas con discapacidad, también se les encuentra en el ámbito hospitalario, en las zonas de rehabilitación, y en general como medio de traslado de los pacientes, así como de personas de la tercera edad, de 60 años en adelante, las cuales utilizan la silla para mejorar la velocidad de traslado.

Ahora, es necesario puntualizar algunas definiciones.

Primero, ¿cuáles son las ayudas para la movilidad? Las ayudas para la movilidad se clasifican en dos tipos (Nichols, 1985:281):

- ♦ Descarga parcial del peso corporal (manipulación del paciente): bastones, muletas o andaderas.
- ♦ Descarga total del peso corporal: por medio de silla de ruedas impulsada por el paciente, por otra persona, motorizada o vehículos para el exterior.

Por lo tanto entendemos por silla de ruedas aquella ayuda para la movilidad que permite la descarga total del peso corporal del paciente y es impulsada por el paciente u otra persona que lo auxilie.

Dentro de estas existe la siguiente clasificación (Kottke, 1990:569-579):

- ◆ Silla de ruedas manual
- ◆ Silla de ruedas con propulsión eléctrica
- ◆ Transportes eléctricos y
- ◆ Dispositivos adosables de propulsión.

A su vez la silla de ruedas manual se puede encontrar con diferentes modelos (Buchwald, 1978,168-174):

- ◆ Con base en los tipo de ruedas existen:
 - Silla con ruedas grandes atrás y pequeñas adelante.
 - Silla con ruedas grandes adelante y pequeñas atrás.
 - Silla con cuatro ruedas pequeñas.
- ◆ Con base en los tipo de descansabrazos:
 - Descansabrazos fijo.
 - Descansabrazos corredizo.
 - Descansabrazos desmontable.
 - Descansabrazos en escalón.
 - Descansabrazos en escalón desmontables.
- ◆ Con base en los tipo de respaldo:
 - Respaldo fijo.
 - Respaldo reclinable.
 - Respaldo con cabecera desmontable.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De igual forma se encuentran modelos para niño que se utilizan de los 5 a los 15 años, y adulto para personas de 16 años en adelante. (Ver página 16, análisis de productos existentes.)

Antecedentes históricos

Hasta aquí se tiene un conocimiento básico de la silla de ruedas, pero ¿cómo podemos conocer más de nuestro producto?

Para conocer más a fondo nuestro producto se investigó cierto sesgo histórico sobre las sillas de ruedas.

Respecto a sus antecedentes tenemos que: "Históricamente la silla de ruedas está asociada con invalidez. El presidente Franklin D. Roosevelt, uno de los más famosos y exitosos entre los usuarios de las sillas de ruedas del mundo, valorizó la independencia de la movilidad y dispuso de una silla de cocina adaptada para que le proporcionara cierto grado de esta función. Sin embargo, se mostró remiso a que lo fotografiaran en la silla de ruedas, temiendo que esto pudiera dar una impresión de debilidad o incapacidad. Esta actitud prevaleció durante años y por consiguiente sólo en forma reciente se ha podido disponer de sillas de ruedas que proporcionen el máximo de funcionalidad para satisfacer la amplia variedad de necesidades de los usuarios." (Kottke, 1990:568)



Fig 1. Silla de Ruedas del presidente Franklin D. Roosevelt

De igual forma "en Gran Bretaña la historia del diseño y desarrollo de las sillas de ruedas empezó realmente con el suministro gratuito bajo los auspicios del Ministerio de Pensiones. Cuando se fundó el Ministerio en 1917 el Lord Kitchener Memorial Fund ya suministraba sillas de ruedas a los militares inválidos." (Nichols, 1985:283)

De esta forma encontramos que el desarrollo de estas ayudas funcionales, ha sido poco en el lapso de casi un siglo, ya que desde hace tres décadas se mantiene un estilo similar para las sillas con variaciones en los materiales o algunas mejoras en las articulaciones de la silla. De hecho el mayor desarrollo se da en los sistemas de impulso motriz que se han mejorado principalmente en los aspectos de rendimiento y peso.

También es importante destacar que la diversidad de enfermedades y discapacidades que tienen las personas que utilizan la silla es elevada y por lo tanto hay una variedad de sillas dependiendo del tipo de paciente que la vaya a utilizar.

Hasta este momento hemos conocido los antecedentes y definiciones básicas de la silla de ruedas. Comenzamos entonces a conocer a nuestro objeto.

A partir de aquí es donde comenzaremos a conocer al usuario. Quienes son y cuales son sus características antropométricas. De igual forma comenzaremos a interrelacionar al usuario con el objeto presentando los aspectos básicos de la ergonomía de una silla de ruedas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2. Usuarios, ergonomía y antropometría

Usuarios y estadísticas poblacionales

El primer paso para conocer a los usuarios es definirlos, especificar las características generales que los identifican y a la vez clasificarlos de acuerdo a la relación que tienen con el objeto. Para nuestro análisis se definieron cuatro tipos de usuario conforme se resume en el Cuadro 1. de acuerdo con el nivel de interrelación con el objeto. Este nivel de interrelación se explicará más a detalle en el punto 1.5.

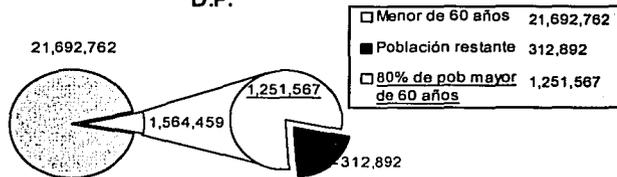
Cuadro 1. Tipos de Usuario		
TIPO DE USUARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS ANTROPOMÉTRICOS BÁSICOS
A) USUARIO PRIMARIO	Persona con discapacidad temporal o permanente que utiliza la silla.	Edad.: a partir de 15 hasta más de 100 años. Estatura: 145 a 173.5 cm. Peso: de 35 a 120 Kg. Sexo: Masculino (48.82%) Femenino (51.18%)
B) USUARIO SECUNDARIO	Persona que auxilia al usuario primario, que no es especialista del área de la salud.	Edad.: a partir de 15 hasta 50 años. Estatura: 145 a 173.5 cm. Sexo: Masculino (48.82%) Femenino (51.18%)
C) USUARIO TERCARIO	Persona que auxilia al usuario primario, especialista en el área de la salud, comúnmente una enfermera o paramédico.	Edad.: a partir de 15 hasta 60 años. Estatura: 145 a 173.5 cm. Sexo: Masculino (18%) Femenino (82%)
D) USUARIO ESPORÁDICO	Personal de mantenimiento.	Edad.: a partir de 15 hasta 50 años. Estatura: 145 a 173.5 cm.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2000.

El usuario primario, que es al que se enfocará en un 90% el diseño de la silla, se le describe de la siguiente forma: persona de cualquier sexo, de edad a partir de los 15 años en adelante, que padece de una discapacidad temporal o permanente, en uno o ambos miembros inferiores, lo que lo imposibilita a trasladarse por su propio pie, para lo cual utiliza una ayuda funcional denominada silla de ruedas.

Geográficamente se le ubica en la República Mexicana, en los estados de México, Morelos y el Distrito Federal y zonas aledañas a los límites de estos estados. Esta ubicación se seleccionó en base a la zona de influencia de la Institución para la que se

Gráfica 3.
80% de la población mayor de 60 años
en los estados de México, Morelos y el
D.F.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000

Por lo tanto el universo de probables usuarios primarios es de 1,413,042 personas.

El usuario secundario, es la persona que auxilia al usuario primario, que no es especialista del área de la salud, comúnmente es un familiar cercano y se le describe de la siguiente forma: persona predominantemente de sexo femenino, de edad adulta desde los 18 años en adelante, que auxilia al usuario primario de la silla de ruedas.

Geográficamente lo ubicamos en la misma zona que al usuario primario.

La población de este tipo de usuarios se considera a una razón aproximada de 1 usuario primario por 1.5 usuarios secundarios. Por lo tanto el universo de probables usuarios secundarios es de 2,119,563 (9.11%) personas. (Ver la gráfica 4)

Gráfica 4.
Usuarios secundarios en los estados
de México, Morelos y el D.F.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

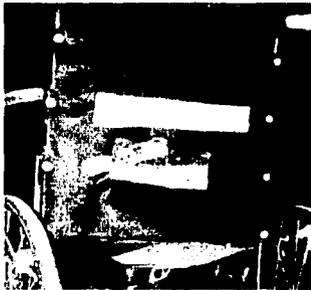
Los usuarios terciarios se definen como aquellas personas que auxilian al usuario primario y son especialistas del área de la salud, principalmente enfermeras y paramédicos. Para esto se considera el total de personas que laboran en el sector salud tanto público como privado de la zona geográfica descrita para el usuario primario, bajo el rubro de paramédicos, enfermeras y auxiliares de enfermería, lo que da un total de aproximadamente 79,225 (0.34%) usuarios terciarios. (Ver la gráfica 5)



B) El material del que se fabrique el asiento y el respaldo tiene que ser de un material que permita una adecuada circulación de aire, la transpiración corporal, y al mismo tiempo sea impermeable, por cuestión de los problemas de la falta de control de esfínteres, y fácil de limpiar o lavar en casa.



C) El punto de equilibrio de la silla debe colocarse en un lugar tal que una persona no se vaya de espaldas al momento de sentarse, o un amputado al empujarse hacia atrás con la falta de peso en la parte frontal, o un espásmico al momento de tener un ataque, por tener un punto de equilibrio colocado muy al frente. Tampoco deberá colocarse muy atrás, proporcionando mal un punto de apoyo para elevar la silla y colocarla en posición de dos ruedas, dando problemas a usuarios secundarios que no tienen la suficiente fuerza para realizar dicho movimiento.



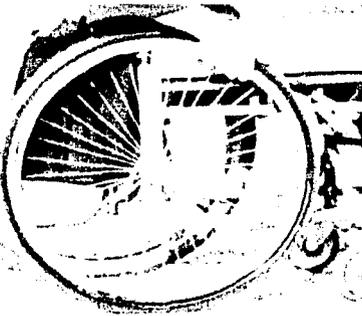
D) El asiento y el respaldo actuales, por causa del método de ensamble utilizado, generan líneas de corte sobre las piernas y la espalda respectivamente. Esto debe evitarse, ya que aun cuando las piernas no tengan movimiento ni sensibilidad por parte de la persona, aún son parte viva y debe tenerse el cuidado necesario. Los músculos, el sistema circulatorio, los huesos, la piel, tienen vida aun cuando la conexión con el cerebro ha sido rota y no se tengan sensaciones en dicha parte. En el caso de la espalda es más notorio, porque excepto en el caso de los cuadripléjicos, esta zona mantiene todos sus sistemas funcionando. La persona al no tener un adecuado soporte en la espalda tiende a separarse constantemente del respaldo para mantenerse cómodo.



E) Respecto a la dinámica del empuje de la silla en la actividad de autopropulsión, las sillas actuales impiden una correcta manipulación, por causa de tener un respaldo demasiado ancho. Un respaldo pequeño puede proporcionar suficiente soporte y a la vez no impide el adecuado movimiento de los brazos para la autopropulsión.



F) Partes importantes para una silla adecuada son también, el soporte que proporcione el respaldo en la zona lumbar de la espalda, y la distribución de la presión en la zona de los isquiones.

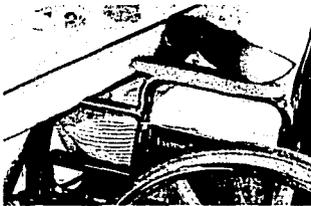


G) Una de las características de una silla de ruedas que proporcionan comodidad al usuario primario es el amortiguamiento de las imperfecciones de la superficie en la que se desplaza la silla. Para esto se recomienda el utilizar ruedas de tipo neumático que dan acojinamiento durante el traslado en la silla.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

H) Las coderas de una silla tienen la doble función de servir como zona de descanso de los brazos, y como punto de apoyo para la entrada y salida de la silla. Sin embargo estas funciones no deben interponerse con otras también importantes en el desempeño cotidiano de la silla de ruedas.





l) Por lo relativo a los usuarios secundario y terciario, se debe considerar una altura de los manerales y de los puntos de apoyo para elevar la silla a la posición en dos ruedas, proporcional con las diferentes estaturas que pueden presentar dichos usuarios, ya que aun cuando la silla esta diseñada para el usuario primario en un 90%, también intervienen los usuarios secundario y terciario en el desempeño de la silla de ruedas.

Todos estos factores observados a través de la experiencia personal, se pueden observar gráficamente en el punto 1.5 donde se relacionan las diferentes actividades y secuencias de uso.

Además de la anterior relación de factores, se deben conocer las características antropométricas que tendrán ingerencia en el diseño de la silla de ruedas, principalmente del usuario primario.

Antropometría

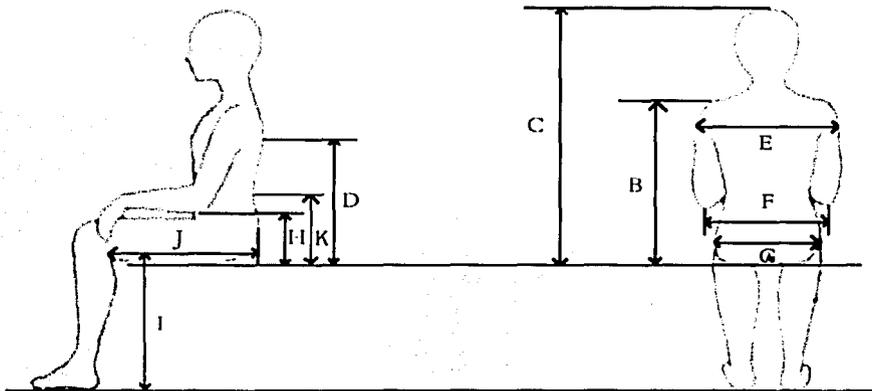
Dadas las características de la población que utiliza la silla de ruedas se utilizarán como referencia dos puntos, el primero es el indicado por la Universidad de Guadalajara en las tablas de Medidas Antropométricas de Ancianos de 60 a 90 años Zona Metropolitana de Guadalajara (UDG, 2000:93-100) y el segundo, las tablas de Medidas Antropométricas de Trabajadores Industriales Masculino y Femenino de 18 a 65 años, Zona Metropolitana de Guadalajara (UDG, 2000:83-90) del mismo libro, considerando los percentiles 5° y 95° que corresponderían, por ejemplo en ancianas, a las estaturas de 139.8 cm y 161.5 respectivamente, las cuales se pueden considerar un rango aceptable de datos antropométricos para el diseño de la silla.

Estos datos están representados en el cuadro 2, comparándolos en las dimensiones antropométricas a utilizar en el diseño de la silla, y seleccionando los más acordes con la relación hombre-objeto. En la primera parte dichos datos están en celdas remarcadas para una mayor identificación. En la continuación del cuadro 2 se presentan los datos seleccionados, los datos funcionales para la silla, junto con el criterio de selección para cada dimensión.

Al llegar a este punto logramos obtener un conocimiento suficiente de los usuarios para identificar algunas de las necesidades. En el siguiente punto abordaremos el análisis del entorno en el que se utiliza el producto actualmente.

Cuadro 2. Datos antropométricos básicos para el diseño de la silla de ruedas

	DIMENSIONES DEL CUERPO	ANCIANOS		ANCIANAS		HOMBRES		MUJERES	
		PERCENTIL 5°	PERCENTIL 95°						
A	ESTATURA	151.9	174.6	139.8	161.5	157.6	178.0	147.1	165.8
B	ALTURA HOMBRO SOBRE ASIENTO	50.7	62.6	46.5	57.7	53.5	63.8	51.1	59.1
C	ALTURA POSICIÓN SEDENTE	77.4	91.1	71.4	84.9	82.5	92.7	79.0	87.9
D	ALTURA OMÓPLATOS SOBRE ASIENTO	—	—	—	—	39.6	48.6	37.7	46.9
E	DIÁMETRO DE TÓRAX	27.3	35.8	25.4	36.2	29.3	39.8	26.8	37.4
F	ANCHURA DE CODOS	43.6	58.4	41.5	58.6	44.3	62.0	41.1	58.2
G	ANCHURA DE CADERAS	—	43.8	31.8	45.6	32.8	42.3	34.7	47.2
H	ALTURA DE CODO EN REPOSO	17.5	27.7	16.3	26.0	20.1	29.0	20.7	29.3
I	ALTURA POPLÍTEA	37.2	43.4	32.5	39.6	37.4	45.3	33.8	40.6
J	DISTANCIA NALGA POPLÍTEO	43.0	52.0	42.0	50.6	43.2	52.6	43.4	51.3
K	ALTURA LUMBAR	15.9	24.0	15.8	22.2	—	—	—	—



Fuente: Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía. Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana.

Notas:

- Las celdas remarcadas son los datos seleccionados para el diseño de la silla de ruedas
- Medidas en centímetros.
- [-] Datos no disponibles

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2. Datos antropométricos básicos para el diseño de la silla de ruedas (Continuación)

	DIMENSIONES DEL CUERPO	FUNCIÓN PARA EL DISEÑO	DATO SELECCIONADO	DIMENSIÓN A UTILIZAR	CRITERIO DE SELECCIÓN
A	ESTATURA	Dato referencial de los percentiles	—	—	—
B	ALTURA ACROMION SOBRE ASIENTO	Punto de inicio de la cabecera	63.8 cm.	63.8 cm.	Se considera el dato más alto, dado que las personas con menores dimensiones pueden caber dentro del rango.
C	ALTURA POSICIÓN SEDENTE	Limite en caso de requerir cabecera.	92.7 cm.	9.27 cm.	Se considera el dato más alto, dado que las personas con menores dimensiones pueden caber dentro del rango.
D	ALTURA OMÓPLATOS SOBRE ASIENTO	Restarle 2.7 cm para obtener la altura máxima del respaldo.	37.7 cm.	35 cm.	Se considera el dato más bajo disminuido en 2.7 cm para evitar molestia a las personas de complejión más pequeña.
E	DIÁMETRO DE TÓRAX	Dato referencial máximo para el ancho del respaldo.	35.8 cm.	36 cm.	Se toma la mediana para que la mayoría de personas pueden mover sus brazos.
F	ANCHURA DE CODOS	Distancia entre soporte de coderas.	44.3 cm.	45 cm.	Se toma la mediana para que la mayoría de personas pueden acomodar sus brazos.
G	ANCHURA DE CADERAS	Distancia para obtener el ancho del asiento.	42.3 cm.	42.5 cm.	Se toma la mediana para que la mayoría de personas pueden acomodarse en la silla.
H	ALTURA DE CODO EN REPOSO	Altura de la codera.	20.7 cm.	20 cm.	Se toma la mediana para que la mayoría de personas pueden acomodar sus brazos.
I	ALTURA POPLÍTEA	Dato para obtener la altura del asiento respecto del reposapiés.	45.3 cm.	45 cm.	Se considera el dato mayor considerando que las personas de complejión más pequeña entran dentro del área de acción presentada. Este valor también especifica el máximo de extensión del reposapiés.
J	DISTANCIA NALGA POPLÍTEO	Incrementarle 3 cm para obtener la profundidad del asiento respecto del poplíteo.	42.0 cm.	45 cm.	Se considera el dato más bajo incrementado en 3 cm para evitar molestia a las personas de complejión más alta.
K	ALTURA LUMBAR	Data para obtener la altura del soporte lumbar.	22.2 cm.	22.0 cm.	Se toma la mediana para que la mayoría de personas pueden acomodarse en la silla.

1.3. Ambientes de uso

La silla de ruedas se utiliza en diferentes ámbitos, tanto en interiores, principalmente, como en exteriores. Para el estudio de estos se dividieron en : hogar, áreas de convivencia, áreas de tránsito peatonal y, áreas de rehabilitación y trabajo. También se presenta la problemática del transporte de la silla de ruedas, ya que como todo producto, este también se debe transportar.

Los ambientes de uso más comunes de la silla de ruedas tipo estándar para adulto son:

a) Hogar.

Como parte importante de la movilidad de la persona, la silla de ruedas es el medio de traslado entre y dentro de las diferentes áreas de una casa, por ejemplo:

La recámara



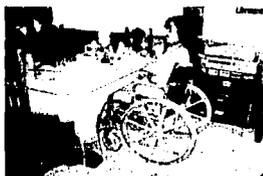
El baño



La cocina



El comedor



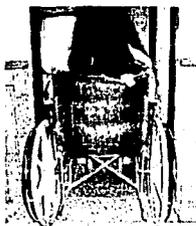
La estancia



Pasillos



Y puertas



b) Áreas de convivencia (Jardines y parques públicos)

En estas áreas la silla se desenvuelve dentro de:

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Pasillos



Zonas de juego



Zonas de jardín



c) Áreas de tránsito peatonal (Calles, carreteras, zonas de tránsito en general)

Las áreas de tránsito en donde se encuentra la silla se pueden dividir en:

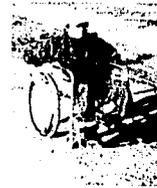
Zona urbana—Asfalto



Zona urbana—Concreto



Zona urbana—Terracería



Zona rural—Tierra



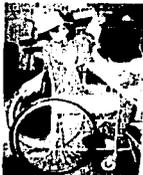
Zona rural—Pastizal



d) Áreas de rehabilitación y trabajo (Unidades especiales)

Las áreas de rehabilitación y trabajo las podemos dividir en:

Mesas de trabajo



Área de oficinas



Área de rehabilitación



El porcentaje de uso de la silla de ruedas en cada una de estas cuatro áreas generales se representa en el cuadro 3 donde queda plasmado que el hogar tiene un porcentaje determinante para establecer las características a cubrir en el diseño de la silla.

Cuadro 3. Porcentaje de uso de la silla de ruedas en cada área general.

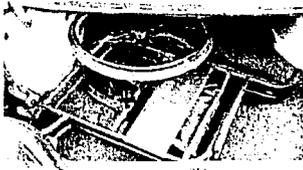
Área General	Horas / semana de uso	% de uso
Hogar.	80	81.6 %
Áreas de convivencia	5	5.1 %
Áreas de tránsito peatonal	7	7.1 %
Áreas de rehabilitación y trabajo	6	6.2 %

Nota: Se considera un total de 98 Horas / semana de uso promedio

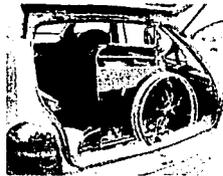
Fuente: Entrevistas con personas que utilizan silla de ruedas, realizadas al interior de los Talleres Productivos para Discapacitados Tecámac, I.A.P.

La silla de ruedas es un medio de transporte, pero a su vez, como todos los productos, también tiene que transportarse. La transportación de la silla de ruedas se realiza en diversos medios de transporte, desde vehículos de carga terrestre, marítima y aérea para el caso de transportación internacional por ejemplo, hasta vehículos de transporte de pasajeros, comúnmente automóviles. El transporte de la silla se vuelve conflictivo principalmente en este último caso, ya que el usuario de la silla de ruedas en ocasiones debe trasladarse más allá de lo que puede por medio de la silla de ruedas, y utiliza estos medios de transporte de pasajeros para transportar su silla. En las fotografías se aprecia el conflicto con la capacidad de la cajuela de los automóviles compactos más utilizados a nivel nacional.

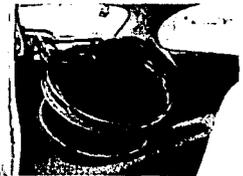
Nissan Tsuru



Chevy



Volkswagen Sedán



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el caso del Tsuru, es el único vehículo en el cual la silla de ruedas estándar forzosamente cabe en la cajuela, pero sin dejar espacio para otros artículos. En los otros dos vehículos, Chevy y Volkswagen Sedán, es necesario llevar la silla de ruedas en el interior del habitáculo, reduciendo el espacio de al menos dos pasajeros.

Con esta información avanzamos en el conocimiento de varias de las características de funcionalidad que debe tener la silla de ruedas, para mejorarla.

En el siguiente apartado nos enfocamos a conocer la viabilidad de mercado del proyecto, conocer si se tendrá suficiente demanda, cual será la capacidad de pago del mercado, y describir los productos existentes del mercado nacional y algunos extranjeros.

1.4. Mercado meta, productos existentes y comercialización

Mercado meta y proyección de la demanda

En un análisis de viabilidad de mercado, el primer punto es establecer el mercado meta, aquel sector de la población al que se dirigirán los esfuerzos de mercadotecnia para introducir o incrementar la presencia del producto. A partir de esta puntualización se conoce también la posible demanda del producto.

El mercado meta u objetivo lo consideramos geográficamente segmentado dentro de la población que requiere de una silla de ruedas estándar y vive dentro de los estados de México, Morelos o el Distrito Federal.

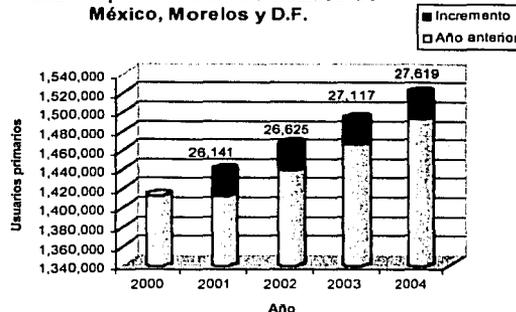
El Mercado meta lo segmentaremos poblacionalmente en dos partes.

En Primer lugar por los potenciales usuarios primarios del producto, los cuales no necesariamente son los compradores del mismo.

En segundo término por los potenciales compradores y su capacidad de compra de acuerdo al nivel de ingresos y a la división del gasto familiar, tomado como un promedio y multiplicado por la cantidad estimada de sillas requeridas en los tres estados de la república considerados como objetivo del proyecto.

Los potenciales usuarios primarios del producto quedaron definidos dentro del apartado 1.2 con un total de 1,413,042 personas. Por lo tanto si consideramos un crecimiento promedio anual entre el año 1990 y el año 2000 de 1.85%, y si se mantuviera dicho crecimiento anual, se tiene como requerimiento mínimo la cantidad de 26,141 sillas anuales (ver gráfica 6), aunque este dato tiende a aumentar por la progresión geométrica de la población, además de que en nuestro país, por consecuencia de las bajas tasas de fertilidad y mortalidad, se esta incrementando la edad promedio, y la cantidad de personas de más de 60 años de edad está aumentando en un porcentaje mayor a la media nacional.

Gráfica 6.
Proyección del incremento anual de usuarios primarios en los estados de México, Morelos y D.F.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI 2000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ahora necesitamos conocer cuanto puede pagar dicho mercado meta. Para determinar la capacidad de compra del mercado meta se consideraron los siguientes aspectos. El nivel de ingresos en el promedio de los tres estados considerados como mercado meta se ubica en 2.77 Salarios Mínimos Generales (S.M.G), estos es aproximadamente \$3,324.00 mensuales. De acuerdo al estudio del INEGI acerca de la distribución del gasto familiar por grandes rubros del gasto en el tercer trimestre de 1996, el porcentaje promedio nacional asignado al rubro de Cuidados médicos y conservación de la salud se ubicó en el 3.6%. Por lo que se concluye, considerando un nivel de ingresos promedio de alrededor de los \$1,200.00 mensuales, por un lapso de 6 meses para adquirir la silla, que la posible cantidad destinada a la adquisición de una silla de ruedas corresponde a \$718.00 aproximadamente, considerando que solo una persona de la familia aporte el total del ingreso familiar. Por lo tanto la capacidad de compra se estima en \$18,769,238.00 anuales para el sector geográfico analizado. (Ver cuadro 4)

Cuadro 4. Análisis de la capacidad de pago para una silla de ruedas

Concepto	Cantidad
Nivel de ingresos promedio	\$3,324.00
% asignado a Cuidados médicos y conservación de la salud	3.6%
Ingreso asignado a Cuidados médicos y conservación de la salud	\$119.67
Número de meses considerados para adquirir la silla	6
Capacidad de pago	\$718.00

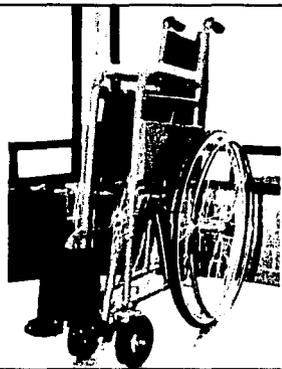
Análisis de productos existentes

Los productos existentes en general son similares, las diferencias radican principalmente en pequeñas diferencias en la ubicación de los elementos de la silla de ruedas, así como en la integración de éstos al chasis principal. Dada la diversidad de marcas existentes en el mercado nacional, solamente se presentan algunos de los productos encontrados en el mercado del Distrito Federal, considerados como los más representativos, así como algunos modelos extranjeros tomados como referencia de lo existente en otros puntos del planeta. Cabe resaltar que el producto existente No. 1, es el modelo de silla de ruedas que a la fecha (Junio 2002) se fabrica en la Institución tomada como base para el desarrollo del proyecto.

Después de las fichas descriptivas de los productos existentes, se presenta un cuadro de análisis de los mismos, en donde se presenta una evaluación ponderada de las ventajas y desventajas y se seleccionan algunos aspectos importantes, tanto positivos como negativos.

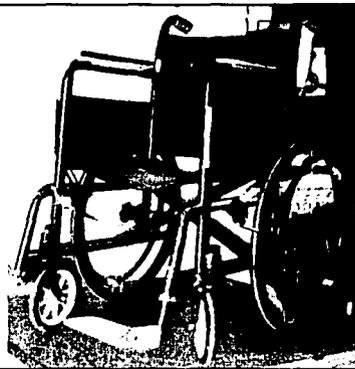
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ficha de descripción de productos existentes No. 1



Marca	TPD-01
Fabricante	Talleres Productivos para Discapitados Tecámac, IAP.
País de Origen	México
Precio	\$850.00 a \$1,300.00
Dimensiones generales	N/D
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, tela de poliéster, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, algunas piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	18 kg.
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Esmalte hornado, Cromado
Empaque y embalaje	Ninguno.
Durabilidad	Garantía de 1 año
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Engrase y limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Integral. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por el bajo costo.

Ficha de descripción de productos existentes No. 2



Marca	Easy-Roll
Fabricante	Sillas de Ruedas Trejo
País de Origen	México
Precio	\$950.00 a \$1,300.00
Dimensiones generales	N/D
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, tela de poliéster, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, algunas piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	18 kg.
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Esmalte hornado, Cromado
Empaque y embalaje	Ninguno.
Durabilidad	Garantía de 6 meses
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Engrase y limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Integral. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por el bajo costo.

Ficha de descripción de productos existentes No. 3



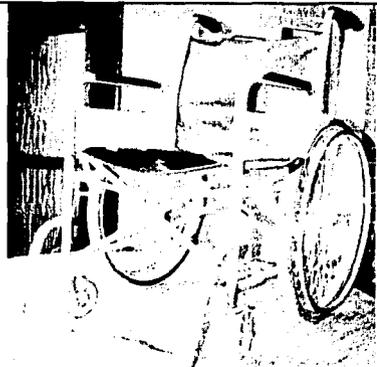
Marca	Everest & Jeannings—Vista
Fabricante	Everest & Jeannings
País de Origen	USA
Precio	\$3,500.00 a \$4,000.00
Dimensiones generales	95.2 x 98.4 x 61.9 (26.7) cm
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, tela de poliéster, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, algunas piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	19.5 kg.
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Cromado
Empaque y embalaje	Caja de cartón y bolsa de plástico.
Durabilidad	Garantía de 1 año
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Engrase y limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Semi—Integral. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por las características de durabilidad, país de origen y marca.

Ficha de descripción de productos existentes No. 4



Marca	Everest & Jeannings—Vista con Extensiones
Fabricante	Everest & Jeannings
País de Origen	USA
Precio	\$5,000.00 a \$6,000.00
Dimensiones generales	120 x 98.4 x 61.9 (26.7) cm
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, tela de poliéster, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, algunas piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	22.5 kg.
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Cromado
Empaque y embalaje	Caja de cartón y bolsa de plástico.
Durabilidad	Garantía de 1 año
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Engrase y limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Integración por ensambles. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por las características de durabilidad, país de origen y marca.

Ficha de descripción de productos existentes No. 5



Marca	Super flex
Fabricante	Sillas de ruedas Trejo
País de Origen	México
Precio	\$850.00 a \$1,200.00
Dimensiones generales	N/D
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, algunas piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	19 kg.
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Esmaltado
Empaque y embalaje	Ninguno
Durabilidad	Garantía de 6 meses. Sin garantía en partes de uso continuo.
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Engrase y limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Integral. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por el bajo costo.

Ficha de descripción de productos existentes No. 6



Marca	Invacare MG
Fabricante	Invacare
País de Origen	USA
Precio	\$3,200.00 a \$4,500.00
Dimensiones generales	N/D
Materiales empleados	Tubo de acero al bajo carbón, lámina de acero al bajo carbón, polipropileno, nylon, pvc, hule, lona reforzada con vinil, materiales comerciales, varias piezas de difícil adquisición.
Peso aproximado	N/D
Técnicas de manufactura	Corte, doblez, soldadura, ensambles por tornillos, pijas y remaches, ensambles por presión.
Acabados	Cromado
Empaque y embalaje	Caja de cartón y bolsa de plástico.
Durabilidad	Garantía de 1 año
Funcionalidad	Mecanismos bien, Ocupa mucho espacio.
Mantenimiento	Limpieza
Uso eficiente	Se desempeña bien. Problemas de ergonomía
Ergonomía	Deficiente
Estética	Integración por ensambles. Rigidez
Esencialidad	Algunas piezas se pueden reducir.
Aceptación o rechazo por parte del público	Aceptación por las características de durabilidad, país de origen y marca.

Cuadro 5. Evaluación de productos existentes.

CARACTERÍSTICA	PONDERACIÓN	EVALUACIÓN PONDERADA POR PRODUCTO							
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8
Comodidad en posición sedente	3	6	6	6	9	6	6	6	6
Facilidad de entrada y salida	3	6	6	6	9	6	6	9	9
Facilidad de control y operación por el usuario primario	3	9	9	9	9	6	9	9	0
Adecuada relación antropométrica con el usuario primario	3	9	6	6	6	6	6	6	6
Previene deformaciones posturales	3	3	3	3	6	3	3	3	3
Estabilidad / Equilibrio corporal	3	12	12	9	9	12	12	12	12
Compatibilidad con los procesos de fabricación de la institución	3	12	9	9	6	12	6	6	6
Precio	3	9	9	6	3	9	6	3	3
Puede atravesar por pasillos y puertas de mínimo 0.75 m de ancho	3	9	6	9	3	9	9	9	12
Aspecto agradable	3	6	3	6	3	3	6	6	6
Guarda proporción con el medio ambiente de uso	3	9	6	3	6	9	3	6	6
Transportabilidad	3	9	6	6	0	6	9	9	9
Ligereza	2	4	4	4	0	2	4	4	6
Seguridad	2	4	0	6	6	4	4	6	6
Durabilidad	2	4	0	2	4	2	4	4	4
Resistencia la carga	2	6	0	6	6	6	4	6	6
Facilidad de limpieza	2	4	4	2	2	2	2	2	4
Materiales comerciales	2	6	6	4	2	6	4	4	4
Materiales adecuados	2	6	4	4	4	4	6	6	6
Reciclabilidad	2	6	6	6	6	6	6	6	6
Integración formal	2	6	6	6	4	4	6	6	6
Disponibilidad de refacciones	2	6	6	6	4	6	4	4	4
Reutilización del empaque	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacidad de ajustarse a diversos anchos de l cuerpo	1	0	0	3	3	0	3	3	3
Facilidad de traslado auxiliado	1	4	3	3	2	3	3	3	2
Protege contra el medio ambiente	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Facilidad de mantenimiento	1	3	3	3	2	3	2	2	3
Adaptabilidad al terreno	1	4	4	4	3	4	4	4	1
Acreditados comerciales	1	4	4	4	4	4	4	4	4
Procesos ecológicos	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Tiene un manual de uso	1	0	2	3	3	0	3	3	3
Variedad de colores	1	3	2	2	1	1	1	1	1
TOTALES INCLUYENDO PONDERACIÓN		174	140	151	130	149	150	157	152

ESCALA DE PONDERACIÓN: 3-IMPRESINDIBLE 2-MUY IMPORTANTE 1-IMPORTANTE

ESCALA DE EVALUACIÓN: 4-MUY BUENO 3-REGULAR 2-MALO 1-PÉSIMO 0-NO CALIFICA

FUENTE: Elaboración propia con base en observaciones, análisis de productos existentes y estudio de mercado de los Talleres Productivos para Discapacitados Tecámac, I.A.P.

En el cuadro de la página anterior se presenta la evaluación de productos existentes, a través de una matriz de ponderación, la cual se diferencia de una matriz de evaluación al agregar un factor adicional, denominado ponderación, el cual resalta las características que tienen mayor importancia. Este factor al ser multiplicado por la evaluación, nos da como resultado una mejor representación de cual es el producto existente que tiene más ventajas, y por ende cual es el que más desventajas tiene.

El producto existente No. 1 tiene la mayor puntuación de entre los analizados, al ser el producto que ha tenido una adaptación a la antropometría del mexicano. Esta silla de ruedas fue planificada con base en un producto extranjero con modificaciones en sus dimensiones y adaptado para la fabricación semi—industrial. Sin embargo también presenta varias deficiencias, por el mismo hecho de haber sido adaptado de un producto extranjero tradicional. El producto existente No. 4 es el que más problemas tiene. Los aspectos en donde más productos presentaron deficiencia se refieren a la prevención de deformaciones posturales, la adecuada relación antropométrica con el usuario, la facilidad de entrada y salida, y la comodidad en posición sedente. El aspecto en donde los productos existentes presentaron ventaja es la estabilidad y equilibrio corporal, aun cuando todavía presentan desequilibrio al ser utilizados por personas amputadas de las piernas.

Con base en este análisis se concluye y determina que es viable el tomar como modelo base para el estudio y diseño de una silla de ruedas el producto existente No. 1 en cuanto a la posición y en algunos casos la dimensión de elementos básicos que son: el asiento, el respaldo, las coderas, los manerales, el punto de apoyo para elevar la silla, los reposapiés y el centro del eje de las ruedas traseras, por supuesto tomando en cuenta las deficiencias que presenta tanto éste como los demás productos existentes. De esta forma se pueden cubrir varios aspectos que ya están comprobados como adecuados. Todas estas características se explican también en el punto 2.2.

En el siguiente punto se presenta el modelo de distribución y comercialización que se sigue en el mercado general de sillas de ruedas. Es importante conocer dicho sistema para poder comprender por cuantos intermediarios puede pasar el producto, así como los posible medios de transporte y lugares de distribución. Para efecto de este proyecto solo será considerado como información complementaria sin ahondar más allá de esto.

Empaque y sistema de distribución y comercialización

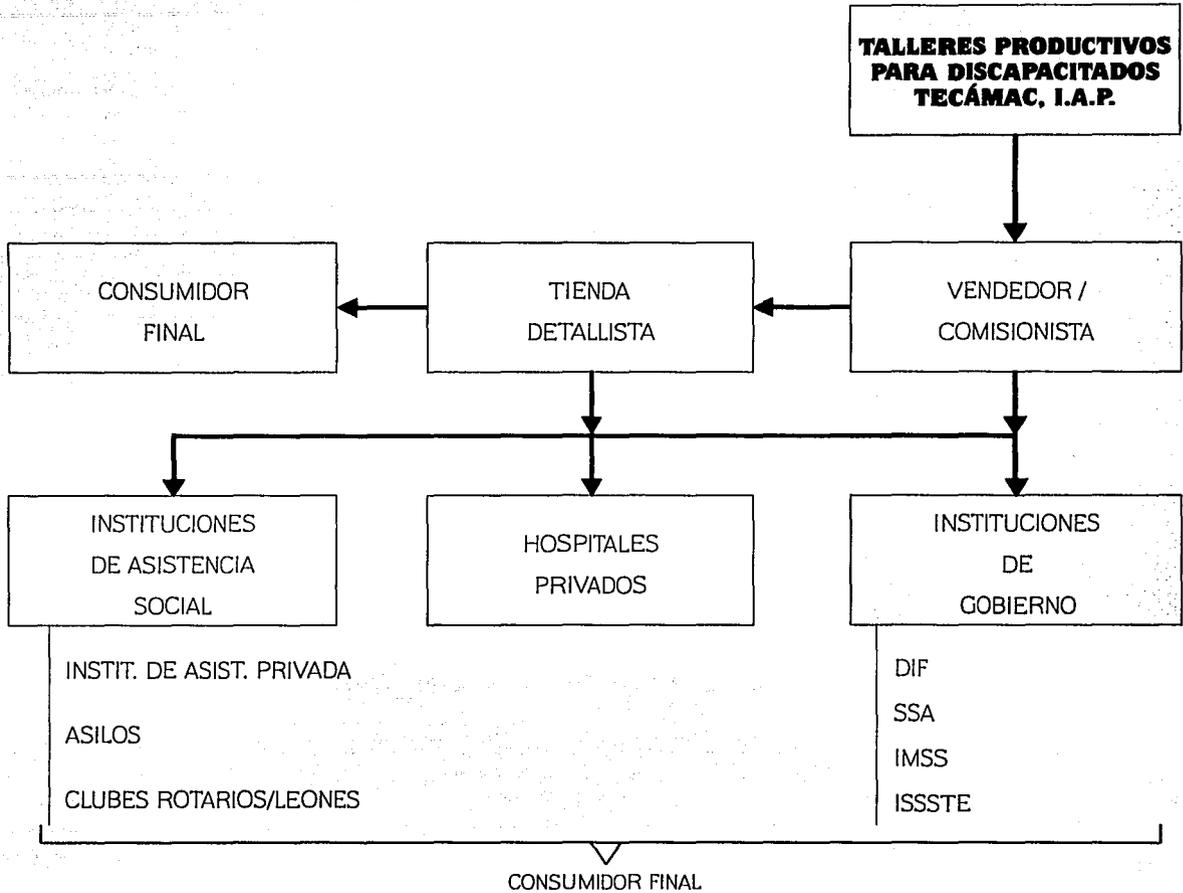
Como ya se mencionó en las fichas de descripción de productos existentes, el empaque de la silla de ruedas estándar varía, debido a que hay productos que no tienen empaque alguno, y otros en los que el empaque es una bolsa de polietileno de dimensiones estándar y, como embalaje, una caja de cartón. Estos últimos empaques principalmente en productos de importación. Para el caso de productos nacionales, el embalaje máximo llega a ser una bolsa de polietileno.

El sistema de Distribución y Comercialización dentro de la fabricación de sillas de ruedas, y en general de las ayudas funcionales, se presenta con la forma genérica de un sistema de distribución tradicional.

En la siguiente página se presenta el esquema del proceso de distribución de una silla de ruedas estándar para adulto, reafirmando el actual sistema de la institución tornada como modelo para la fabricación.

Este esquema nos da pie para ubicar el contexto del mercado en el que se comercializan las sillas de ruedas. En ocasiones se presenta como un grupo cerrado, ya que tanto los fabricantes como los distribuidores tienen conocimiento de las operaciones que realizan entre sí. Sin embargo, es factible que se pueda introducir un nuevo producto a través de los contactos adecuados dentro del mismo sistema de distribución, ya sea a través de los fabricantes actuales, los proveedores de los fabricantes o los distribuidores del producto al consumidor final. Existen marcas que se consideran de tradición dentro de este mercado, las cuales se mantienen en los aparadores aun cuando su precio es elevado. Actualmente se esta comenzando una renovación de marcas, principalmente a través de marcas extranjeras que tienen sus fábricas en los países de Taiwan y China. También están entrando al mercado marcas nacionales con productos como los presentados en el análisis de productos existentes, que no renuevan en mucho el concepto de la silla de ruedas estándar.

ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN



SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL

El sistema de distribución y comercialización presentado sigue el esquema tradicional de intermediarismo. Sin embargo es posible utilizar otras vías de comercialización, mercadeo directo o mercadeo por Internet. Y es en estos puntos donde una empresa nueva puede lograr una incorporación a este mercado.

Ya hemos logrado tener la información suficiente para comprender lo básico de una silla de ruedas, los usuarios y su entorno.

Sin embargo falta aún por conocer el desempeño de la silla de ruedas en las actividades y secuencias de uso. En el siguiente apartado se presenta un análisis de las actividades y secuencias de uso actuales, para entender cual es la forma de utilización de la silla de ruedas.

1.5. Actividades y secuencias de uso actuales

A continuación se describen las secuencias de uso con base en las actividades que actualmente desarrollan los usuarios primarios que más tiempo utilizan la silla de ruedas, las personas con paraplejía.

Actividades actuales

- a) Entrada y salida de la silla por parte del usuario, tanto por si mismo, como auxiliado por una o más personas.
- b) Traslado del usuario en la silla por si mismo o auxiliado.
- c) Estancia en la silla por períodos de mínimo 15 minutos.
- d) Almacenamiento de la silla.
- e) Uso de servicios de sanitario.
- f) Consumo de alimentos.
- g) Actividades de integración laboral.
- h) Ejercicios de rehabilitación con aparatos adaptados a la silla.
- i) Traslado sobre diversas superficies tales como:
 - 1) Asfalto
 - 2) Concreto
 - 3) Cerámica
 - 4) Adoquín
 - 5) Terracería
 - 6) Tierra
 - 7) Pasto o hierba
 - 8) Todas las anteriores con diversos niveles de humedad o agua.
- j) Traslado de la silla desde y hacia vehículos automotores.
- k) Traslado por pasillos y puertas de diferentes dimensiones, desde 70 cm en adelante.
- l) Traslado por escaleras.
- m) Traslado por rampas.
- n) Mantenimiento

El cuadro 6 de la página siguiente, muestra la frecuencia de uso por tipo de usuario en cada una de las actividades mencionadas, y se subrayan las actividades que presentan mayor número de incidencias en cuanto al porcentaje de uso que se le da a la silla en dichas actividades. De igual forma se resalta que el usuario primario, como se expuso anteriormente, es el que más incidencias tiene respecto del porcentaje de uso de la silla.

Cuadro 6. Frecuencia de uso por tipo de usuario

TIPO DE USUARIO	DESCRIPCIÓN
A) USUARIO PRIMARIO	Persona con discapacidad temporal o permanente que utiliza la silla.
B) USUARIO SECUNDARIO	Persona que auxilia al usuario, que no es especialista del área de la salud.
C) USUARIO TERCARIO	Persona que auxilia al usuario, especialista en el área de la salud, comúnmente una enfermera o paramédico.
D) USUARIO ESPORÁDICO	Personal de mantenimiento.

ACTIVIDADES	USUARIOS				
	A	B	C	D	TOTAL POR ACTIVIDAD
A) Entrada y salida de la silla por parte del usuario, tanto por sí mismo, como auxiliado por una o más personas.	4	2	3	0	9
B) Traslado del usuario en la silla por sí mismo o auxiliado.	4	2	3	0	9
C) Estancia en la silla por períodos de mínimo 15 minutos.	4	0	0	0	4
D) Almacenamiento de la silla.	2	4	4	1	11
E) Uso de servicios de sanitario.	4	1	1	0	6
F) Consumo de alimentos.	4	1	1	0	6
G) Actividades de integración laboral.	4	1	1	0	6
H) Ejercicios de rehabilitación con aparatos adaptados a la silla.	4	2	3	0	9
I) Traslado sobre: 1) Asfalto.	3	3	2	0	8
2) Concreto.	3	3	2	0	8
3) Cerámica.	2	2	2	0	6
4) Adoquín.	2	2	1	0	5
5) Terracería.	2	2	1	0	5
6) Tierra.	2	2	1	0	5
7) Pasto o hierba.	1	1	1	0	3
J) Traslado de la silla desde y hacia vehículos automotores.	3	3	1	0	7
K) Traslado por pasillos y puertas de diferentes dimensiones, desde 70 cm en adelante.	4	3	2	0	9
L) Traslado por escaleras.	1	1	1	0	3
M) Traslado por rampas.	2	2	2	0	6
N) Mantenimiento	1	1	1	4	7
TOTALES	56	34	33	5	

Clave de ponderación
 4= 70 a 100% de participación en la actividad.
 3= 50 a 70% de participación en la actividad.
 2= 30 a 50% de participación en la actividad.
 1= 1 a 30% de participación en la actividad.
 0= 0% de participación en la actividad.

Secuencias de uso actuales

Las secuencias de uso son relacionadas con cada una de las actividades y se utilizarán fotografías para ilustrarlas y comentar sus principales problemas.

a) Entrada y salida de la silla por parte del usuario, tanto por sí mismo, como auxiliado por una, dos o tres personas.

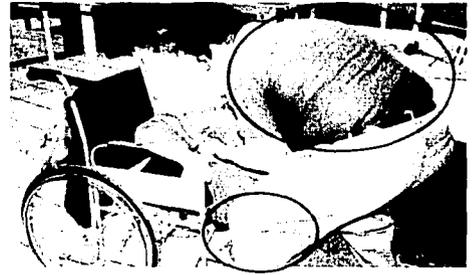
1) Por sí mismo:

Problema principal detectado: la ubicación de la codera no permite el fácil ingreso y salida del usuario por sí mismo.



2) Auxiliado por una o más personas:

Problema principal detectado: los reposapiés no permiten acercarse lo suficiente para depositar cómodamente al usuario principal.



b) Traslado del usuario en la silla por si mismo o auxiliado.

1) Por sí mismo:

Problema principal detectado: la ubicación y tamaño del respaldo no permite que se efectúe cómodamente el movimiento necesario para el autoimpulso.



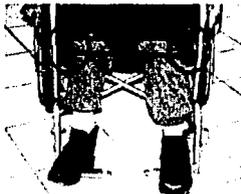
2) Auxiliado:

Problema principal detectado: la altura de los apoyos para las manos se encuentran a baja altura para personas de más de 1.70 m de estatura.



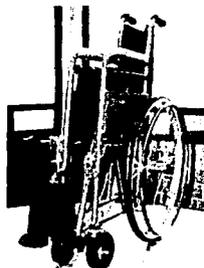
c) Estancia en la silla por períodos de mínimo 15 minutos.

Problema principal detectado: la fijación del asiento a la estructura por medio de pijas, remaches o tornillos, genera líneas de tensión de punto a punto, lo cual molesta bastante después de cierto tiempo de estancia en la silla.



d) Almacenamiento de la silla.

Problema principal detectado: existe la posibilidad de mejorar el espacio ocupado por la silla al momento de plegarla para su almacenamiento.



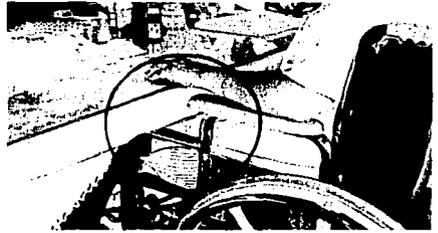
e) Uso de servicios de sanitario.

Problema principal detectado: al momento de lavarse las manos la ubicación de las coderas no permite un acercamiento adecuado al lavabo. Respecto al uso del sanitario se enfrenta al problema de dificultad para entrar y salir de la silla.



f) Consumo de alimentos.

Problema principal detectado: la cercanía de la silla es inadecuada por la ubicación de las coderas.



g) Actividades de integración laboral.

Problema principal detectado: nuevamente la posición de las coderas obliga a que el usuario no logre acercarse lo suficiente para poder desempeñar su trabajo correctamente. De igual forma los reposapiés tienden a chocar con los refuerzos inferiores de las mesas de trabajo, aunque no es una generalidad.



h) Ejercicios de rehabilitación con aparatos adaptados a la silla.

Problema principal detectado: no existen muchos problemas respecto a la relación con aparatos para ejercicio debido a que son adaptados de acuerdo a las características estándar de la silla y sus limitaciones.



i) Traslado sobre diversas superficies tales como:

1) Asfalto



2) Concreto



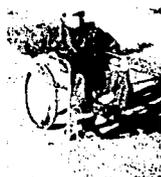
3) Cerámica



4) Adoquín



5) Terracería



6) Tierra



7) Pasto o hierba

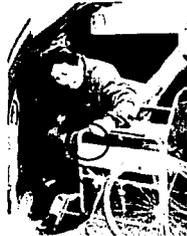


8) Todas las anteriores con diversos niveles de humedad o agua.

Problema principal detectado: en general se puede definir que de las actividades de traslado observadas EN diferentes modelos de silla de ruedas, la rueda tipo neumático de 24" en la parte posterior es mejor debido a una mayor sensación de acojinamiento, y la rueda de neopreno sólido de 8" con rin de plástico es la más adecuada debido a una mejor respuesta ante los baches y hoyos del camino.

j) Traslado de la silla desde y hacia vehículos automotores.

1) Desde vehículos automotores hacia la silla:



2) Desde la silla hacia vehículos automotores:



Problema principal detectado: nuevamente la posición de las coderas, aunque sirven de apoyo para la entrada y salida de la silla la ubicación no permite una comodidad en la realización de la actividad. De igual forma los reposapiés se encuentran fijos lo que dificulta también los movimientos.

k) Traslado por pasillos y puertas de diferentes dimensiones, desde 70 cm en adelante.

Problema principal detectado: el ancho de la silla de ruedas es apenas el necesario para que el usuario no golpee el marco de la puerta con los codos, en puertas con claros de hasta 75 cm como mínimo, ya que por puertas de menor ancho el usuario en la silla no puede pasar.



l) Traslado por escaleras.



Subir escaleras



Bajar escaleras

Problema principal detectado: las actividades de subir y bajar escaleras son pocas veces realizadas, principalmente por el peligro que representan tanto para el usuario primario como para el secundario o terciario. La recomendación principal es la de utilizar siempre que se es posible las rampas o elevadores. En caso de no haberlos se realiza la actividad por un mínimo de dos personas que auxilien. Los puntos de peligro son; para el usuario primario la probabilidad de caer de la silla, y para el usuario secundario la posibilidad de lesión en la columna vertebral, desgarres, etc.

m) Traslado por rampas.



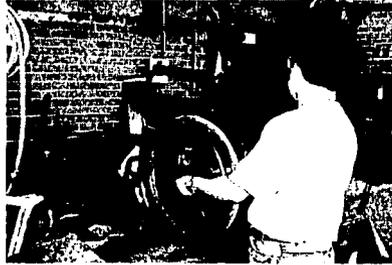
Bajar rampas



Subir rampas

Problema principal detectado: la superficie de los aros de impulso deben tener el suficiente agarre para proporcionar seguridad al subir y confianza al frenar para bajar. De igual forma deben estar lo más firmemente sujetos al rin para evitar que se desprendan en el momento de subir o bajar la rampa.

n) Mantenimiento.

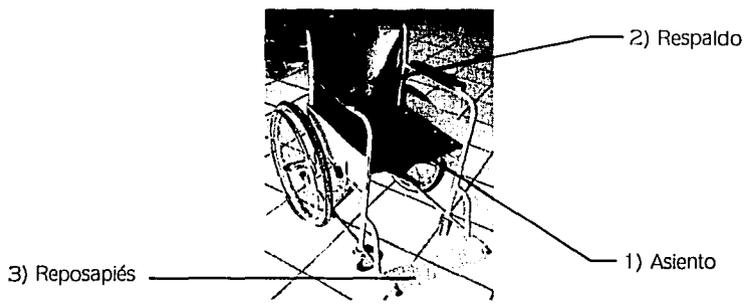


Problema principal detectado: en algunos modelos de silla de ruedas el mantenimiento se tiene que dar en sitios especializados, por lo que en caso de una eventual falla el usuario queda sin medio de traslado.

Se puede resumir que los productos actuales tienen diversos problemas factibles de solucionar, los cuales se comienzan a identificar a partir del análisis anterior. Sin embargo es necesario conocer más a fondo a nuestro producto para poderlo mejorar. Reza algún dicho popular "Divide y vencerás", con el que ejemplificamos que es necesario dividir al Sistema principal denominado Silla de Ruedas, en subsistemas que nos faciliten la labor de diseño. Para este fin se presenta el árbol topográfico del producto, en el cuadro 7 de las siguientes páginas, y así identificar los diferentes subsistemas que componen una silla de ruedas. Al tiempo que identificamos los subsistemas también identificamos los puntos críticos de cada uno, refiriéndonos al análisis anterior de las actividades y secuencias de uso.

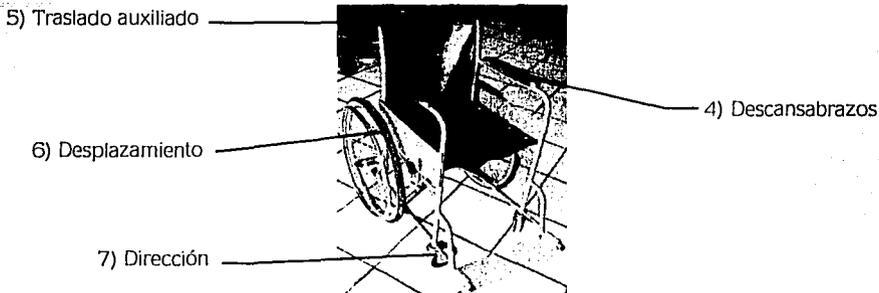
Cuadro 7. Árbol topográfico de la silla de ruedas

A continuación se presenta el árbol topográfico de la silla de ruedas, en el que se le divide en subsistemas con base a sus funciones particulares, interrelacionándose para identificar la complejidad del producto, así como los puntos críticos encontrados en el análisis de actividades y secuencias de uso actuales.



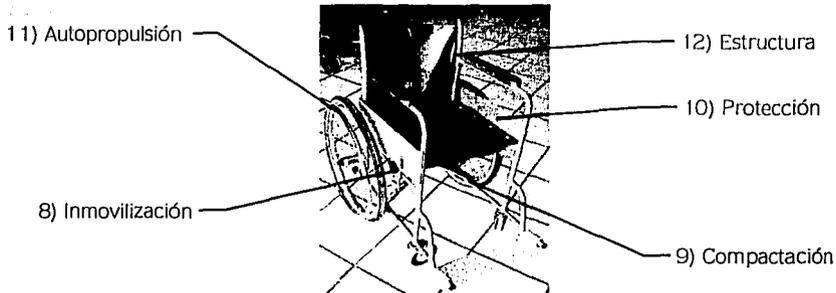
SUBSISTEMA	FUNCIÓN PRINCIPAL	PUNTOS CRÍTICOS
1) Asiento	Encargado de soportar el peso corporal del usuario primario y darle confort en posición sedente durante el tiempo que se encuentre en la silla.	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a los remaches o tornillos utilizados para fijar el asiento se generan líneas de tensión que causan fatiga al usuario primario. • La forma del asiento no es anatómica, por lo que se utilizan cojines u otros aditamentos para solventar el problema. • En algunos modelos el ancho del asiento es mayor al requerido por el usuario primario. • El material exterior del asiento no permite transpiración alguna del usuario primario, se calienta fácilmente y tiende a romperse con facilidad.
2) Respaldo	Soportar la zona del cuerpo del usuario primario que va desde la zona lumbar hasta la dorsal, y al mismo tiempo le brinda el confort necesario durante el tiempo que se encuentre en la silla.	<ul style="list-style-type: none"> • El respaldo es demasiado ancho en las sillas analizadas, lo que molesta al usuario primario y no permite un buen traslado autopropulsado. • La forma del respaldo no es lo suficientemente anatómica, por lo que se causa fatiga al usuario primario. • El material exterior del respaldo no permite transpiración alguna del usuario primario, se calienta fácilmente y tiende a romperse con facilidad.
3) Reposapiés	Cargar el peso de los pies del usuario primario, mientras se encuentra en posición sedente dentro de la silla, y al mismo tiempo brindar confort a esta zona del cuerpo durante el tiempo que se encuentre en la silla.	<ul style="list-style-type: none"> • En las actividades de entrada y salida de la silla, consumo de alimentos, actividades de integración laboral, y traslado desde y hacia vehículos automotores, la posición fija impide una correcta realización. • El material, la posición, la capacidad de extensión y plegado de los reposapiés debe de conservarse.

Cuadro 7. Árbol topográfico de la silla de ruedas (continuación)



SUBSISTEMA	FUNCIÓN PRINCIPAL	PUNTOS CRÍTICOS
4) Descansa— brazos	Soportar el peso de los brazos y antebrazos, apoyados principalmente en las zonas del codo del usuario primario mientras se encuentra en posición sedente dentro de la silla, y al mismo tiempo brinda confort a esta parte del cuerpo durante el tiempo que esté en la silla. También tiene la función de servir de apoyo al usuario primario para la entrada y salida de la silla.	<ul style="list-style-type: none"> En las actividades de entrada y salida de la silla, autopropulsión, uso de servicios de sanitario, consumo de alimentos, actividades de integración laboral, y traslado desde y hacia vehículos automotores. La altura del descansabrazos respecto del asiento es grande por lo que se requiere de una altura menor, para un mejor descanso. También el largo de los descansabrazos esta excedido. Sin embargo, también resultan necesarios como apoyo para que el usuario primario se pueda mover tanto dentro como fuera de la silla.
5) Traslado auxiliado	Permitir al usuario secundario trasladar al usuario primario que se encuentra dentro de la silla, de forma confortable para el, y segura además de confortable para el usuario primario.	<ul style="list-style-type: none"> La altura de los apoyos para las manos respecto del piso, está reducida para usuarios de más de 1.70 m de estatura. Resulta adecuado el uso de un puño moldeado a la forma de los dedos de las manos, que además tenga una textura para facilitar el agarre y mejorar la transpiración. La inclinación y tamaño de los apoyos para las manos, así como los apoyos para el pie al momento de inclinar la silla para su traslado en dos ruedas, resultan adecuados en las sillas analizadas.
6) Desplaza— miento	Proporcionar la característica de movilidad de la silla.	<ul style="list-style-type: none"> Las ruedas neumáticas de 24" se indican como las más adecuadas para una silla de ruedas, por sus características de comodidad, y tamaño adecuado para la autopropulsión.
7) Dirección	Permitir a la silla en movimiento tener cambios de dirección en su desplazamiento.	<ul style="list-style-type: none"> El sistema más indicado para esta función es la rueda libre giratoria de 8" con rin de vinilo y rueda de poliuretano, anclada en el interior del tubo que la soporta y sujeta mediante una chaveta.

Cuadro 7. Árbol topográfico de la silla de ruedas (continuación)



SUBSISTEMA	FUNCIÓN PRINCIPAL	PUNTOS CRÍTICOS
8) Inmovilización	Bloquear la capacidad de movilidad permitida por el subsistema de desplazamiento, y al mismo tiempo la capacidad de cambio de dirección proporcionada por el subsistema de dirección, con la finalidad de asegurar la inmovilidad de la silla para las actividades que así lo requieran.	<ul style="list-style-type: none"> • La palanca de freno debe permitir que incluso personas con biparesia puedan manipularla. • El freno debe poder graduar su capacidad de bloqueo para ajustarse a diferentes niveles de presión, tipos de grabado y dimensiones de las llantas. • Debe estar en una posición confortable para el usuario primario. • No debe estorbar para la entrada y salida del usuario primario. • El mecanismo de articulación tipo rodillera del freno, debe tener una adecuada relación con la presión que puede ejercer el usuario primario.
9) Compactación	Proporcionar a la silla la capacidad de reducir sus dimensiones para un más cómodo almacenamiento y una factibilidad de transporte en vehículos automotores.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar un mecanismo que reduzca el área ocupada por la silla compactada, para su traslado. • El mecanismo debe ser simple de operar.
10) Protección	Proteger al usuario primario de los elementos agresivos del ambiente, que puedan encontrarse durante el uso de la silla.	<ul style="list-style-type: none"> • La principal protección se debe dar evitando que el movimiento de las ruedas atrape la ropa del usuario primario, o que ensucie al usuario primario. • La protección de las ruedas no debe interferir con un rápido cambio de ruedas o su mantenimiento general.
11) Autopropulsión	Permitir al usuario primario autopropulsar el desplazamiento de la silla y controlar el subsistema de dirección.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de autopropulsión más adecuado es el aro metálico fabricado con tubo de 5/8" calibre 18, fijo a la rueda de 24" mediante tornillos con tuerca de seguridad y soleras soldadas al aro metálico, acabado en cromo. • Para tener mayor seguridad se utilizará como referencia para la estabilidad el eje de la silla TPD-01, en la posición actual o incluso hasta 7 cm más atrás.
12) Estructura	Integrar en un solo objeto los diferentes subsistemas, así como lograr las características de resistencia a los esfuerzos del sistema completo.	<ul style="list-style-type: none"> • Debe resistir los esfuerzos, golpes, y agentes del medio ambiente, resultantes del traslado sobre diferentes superficies, así como un peso máximo del usuario de 120 kg. • El material seleccionado para este subsistema es el tubo metálico de 7/8" calibre 18.

1.6. Impacto social y económico

Trascendencia social y económica

En este momento de avance del proyecto cabe preguntarse ¿es un proyecto que realmente pueda servir a la sociedad? ¿Podrá mejorar de alguna forma la economía tanto nacional como particular de los conciudadanos? Para responder a estas preguntas realicemos algunas reflexiones.

La población con discapacidad ha existido desde siempre, sin embargo es hasta años recientes que se le ha tomado en consideración como un ente social que puede desarrollarse dentro de las actividades cotidianas de las personas sin discapacidad. El desarrollo histórico de esta consideración transcurrió desde el hecho de considerar a las personas con discapacidad como una carga social, pasando por la atención médica de primer y segundo nivel, la rehabilitación físico—médica, la rehabilitación social y laboral, hasta considerarlos actualmente como seres con derecho a una vida independiente, en relación con el grado de discapacidad presentado.

Es por esto que el dar a una persona con discapacidad motriz, una ayuda funcional que le permita trasladarse por si mismo o auxiliado, le brinda un cierto nivel de independencia. Si aunado a esto la ayuda funcional considera aspectos ergonómicos, funcionales, utilitarios y estéticos, que permitan un adecuado confort, la vida independiente podrá alcanzarse de mejor forma. Como consecuencia, con una silla de ruedas con estas características que esté presente en el mercado nacional, estaremos apoyando a un importante porcentaje de la población que actualmente tiene alguna discapacidad motriz.

Actualmente las ayudas funcionales y en específico las sillas de ruedas, que presenta el mercado nacional, tanto de fabricación mexicana como de importación, tienen precios elevados en su mayoría, precios mayores a \$1,200.00. Si se considera el dato obtenido en el capítulo 1.4 donde se estima que el ciudadano con ingresos promedio puede destinar la cantidad aproximada de \$718.00 para la adquisición de una silla de ruedas, nos enfrentamos al hecho de que el ciudadano con ingresos promedio y aquellos con menores ingresos tienen que recurrir a diversas alternativas para poder obtener este artículo necesario para la vida independiente de las personas con discapacidad. Entre las alternativas que utilizan quienes no tienen la capacidad económica para adquirir dichas sillas, se encuentran, el endeudamiento, la solicitud de donación a diversas instancias públicas, la compra a crédito, o la compra de sillas usadas.

Al lograr obtener un costo bajo en la fabricación de la silla y por ende un menor precio, es innegable el beneficio social y económico que se podrá dar a la población de menores ingresos, así como a las instancias públicas que atienden las solicitudes de donación al permitirles atender a más gente con los mismos recursos.

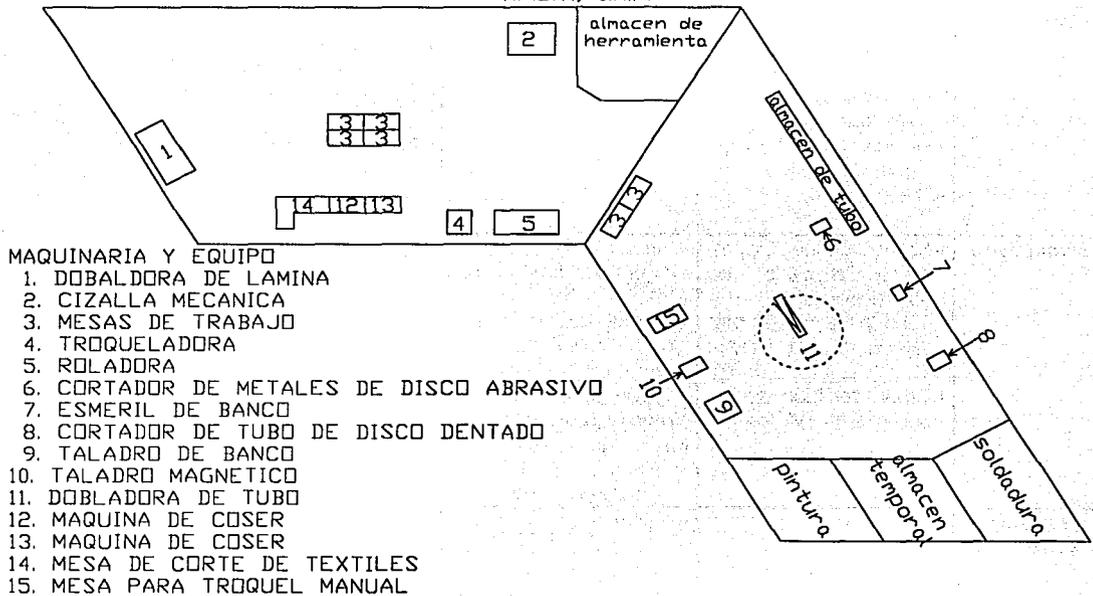
En definitiva un proyecto que esta enfocado a las personas con discapacidad, tiene un elevado nivel de aportación en beneficio de la sociedad y de la economía en general.

1.7. Viabilidad técnico—productiva

Materiales y procesos actuales

Ya conocemos diversos aspectos de la silla de ruedas, sin embargo para diseñar es indispensable conocer los medios de producción que se utilizarán en la fabricación del producto. Para la comprensión de los procesos y materiales utilizados en la fabricación de una silla de ruedas se presenta el Lay—Out general del taller de fabricación de sillas de ruedas de la institución tomada como modelo.

LAY-OUT DEL TALLER DE FABRICACION DE SILLAS DE RUEDAS.
T.P.D.T., I.A.P.



Además, en el cuadro 8 de las paginas siguientes, utilizamos la división de subsistemas presentada en el esquema de el árbol topográfico del producto, y a través de un cuadro de análisis de complejidad tecnológica, resumimos los materiales y procesos de fabricación en general, considerando como modelo la silla TPD-1 de Talleres Productivos para Discapacitados Tecamac, I.A.P.

Cuadro 8. Análisis de complejidad tecnológica

SUBSISTEMA	MATERIALES UTILIZADOS	OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES	PROCESOS DE MANUFACTURA	OTROS PROCESOS DE MANUFACTURA EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES
1) Asiento	<ul style="list-style-type: none"> • Vinilona fortoplast • Vinil reforzado con tela • Pijas y arandelas galvanizadas para sujetar a la estructura • Lámina de acero al bajo carbón calibre 20 • Hilo de nylon 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta de nylon de 2 " 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de textiles • Corte de lámina • Costura de textiles • Barrenado de lámina • Rebabeado de lámina • Perforado de textiles 	
2) Respaldo	<ul style="list-style-type: none"> • Vinilona fortoplast • Vinil reforzado con tela • Pijas y arandelas galvanizadas para sujetar a la estructura • Lámina de acero al bajo carbón calibre 20 • Hilo de nylon 	<ul style="list-style-type: none"> • Cinta de nylon de 2 " 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de textiles • Corte de lámina • Costura de textiles • Barrenado de lámina • Rebabeado de lámina • Perforado de textiles 	
3) Reposapiés	<ul style="list-style-type: none"> • Reposapiés de Polipropileno reforzado con fibra de vidrio • Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" calibre 18 • Tapón del tubo del reposapiés en PVC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" calibre 20 • Lámina de acero al bajo carbón calibre 16 • Reposapiés de aluminio • Tapón del tubo en neopreno o hule natural • Tubo de acero al bajo carbón de 3/4" calibre 18 para las extensiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Reposapiés inyectado • Corte de tubo • Soldadura de tubo por proceso MIG • Tapón inyectado 	<ul style="list-style-type: none"> • Doblado de tubo • Soldadura de oxiacetileno • Fundición de aluminio • Corte de lámina • Tapón vulcanizado
4) Descansa-brazos	<ul style="list-style-type: none"> • Madera de pino de 2a de 3/4" • Vinil reforzado con tela • Cojín de polietileno espumado • Pijas galvanizadas para fijar a la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aglomerado de partícula de madera • Polipropileno • PVC 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de madera • Tapizado de coderas • Barrenado de madera • Acanalado con Router • Lijado de madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Inyección de plástico
5) Traslado auxiliado	<ul style="list-style-type: none"> • Puños de PVC • Regatón de hule natural 		<ul style="list-style-type: none"> • Inyección de plástico • Vulcanizado 	

Cuadro 8. Análisis de complejidad tecnológica (continuación)

SUBSISTEMA	MATERIALES UTILIZADOS	OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES	PROCESOS DE MANUFACTURA	OTROS PROCESOS DE MANUFACTURA EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES
6) Desplazamiento	<ul style="list-style-type: none"> Rueda de 24" compuesta de: rin de aluminio 24 * 1 3/4" de 36 hoyos, 36 rayos de acero de 2 mm de diámetro, maza de 36 hoyos en acero esmaltado con eje extralargo de 1/2", llanta de hule 24 * 1 3/4", cámara de hule 24 * 1 3/4—2" 	<ul style="list-style-type: none"> Rueda de 24" compuesta de: rin integral de polipropileno 24 x 1 1/2", eje de acero templado de 1/2", bujes de nylon, tuercas de acero negro, tapón de la maza en polipropileno, llanta de hule hueco al centro de 1 1/2" con refuerzo metálico de acero al bajo carbón de 1/2" 	<ul style="list-style-type: none"> Materiales comerciales. En la planta solo se realiza el ensamble y ajuste de las piezas. 	<ul style="list-style-type: none"> Inyección de plástico Torneado y corte de metal Templado Vulcanizado Corte de acero Ensamble
7) Dirección	<ul style="list-style-type: none"> Rodaja giratoria de 5" compuesta de: eje de acero galvanizado, buje de acero galvanizado, llanta de hule, horquilla de acero, balero integrado, espiga recta de 3/4" Chaveta de acero galvanizado y tuerca con inserto de nylon 	<ul style="list-style-type: none"> Rodaja giratoria de 8" compuesta de: rin integral de polipropileno, eje de acero, bujes de nylon, horquilla de acero, espiga roscada de 3/4", tuerca de acero, llanta de neopreno Cubrepolvos de PVC Tubo de 1" 	<ul style="list-style-type: none"> Rodaja comercial, en la planta solo se ensambla a la estructura, barrenando y fijando con la chaveta. 	<ul style="list-style-type: none"> Inyección de plástico Troquelado Corte de tubo Soldadura por oxiacetileno Ensamble
8) Inmovilización	<ul style="list-style-type: none"> Solera de acero al bajo carbón de 1/2" * 1/8" Lámina de acero al bajo carbón calibre 20 Capuchón de hule Tornillos galvanizados Tuercas galvanizadas con inserto de nylon Remache de golpe en aluminio 	<ul style="list-style-type: none"> Placa de acero al bajo carbón de 1/8" 	<ul style="list-style-type: none"> Corte de acero Corte de lámina Rebabeado Barrenado Doblado de acero Doblado de lámina Remachado Ensamble y ajuste Vulcanizado (maquila) 	<ul style="list-style-type: none"> Troquelado
9) Compactación	<ul style="list-style-type: none"> Crucetas en tubo de acero al bajo carbón de 1" y 7/8" y eje de 3/4" calibre 18 Eje central con tornillo galvanizado de 3/8" y tuerca galvanizada con inserto de nylon Guías de nylon 	<ul style="list-style-type: none"> Solera de acero al bajo carbón de 1/2" * 1/4" 	<ul style="list-style-type: none"> Corte de tubo Barrenado de tubo Deformado por presión Soldadura con proceso MIG Remachado de ejes de tubo Ensamble 	<ul style="list-style-type: none"> Corte de solera Rebabeado de solera Soldadura de oxiacetileno

Cuadro 8. Análisis de complejidad tecnológica (continuación)

SUBSISTEMA	MATERIALES UTILIZADOS	OTROS MATERIALES UTILIZADOS EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES	PROCESOS DE MANUFACTURA	OTROS PROCESOS DE MANUFACTURA EN OTROS PRODUCTOS EXISTENTES
10) Protección	<ul style="list-style-type: none"> • Lamina de acero al bajo carbón calibre 26 	<ul style="list-style-type: none"> • Polipropileno 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de lámina • Doblado de lámina • Barrenado • Ensamblado a la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> • Inyección de plástico
11) Autopropulsión	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" calibre 18 • Solera de acero al bajo carbón de 1/2" * 1/8" 	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina de acero al bajo carbón galvanizado calibre 20 • Bujes de Polipropileno 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de tubo • Rolado de tubo • Soldadura por proceso MIG • Corte de acero • Barrenado • Rebabeado • Cromado (maquila) 	<ul style="list-style-type: none"> • Troquelado • Inyección de plástico
12) Estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" y 5/8" calibre 18 • Solera de acero al bajo carbón de 1/2" * 1/8" y de 3/4" * 1/8" 	<ul style="list-style-type: none"> • Placa de acero al bajo carbón de 3/16" y 1/16" • Tubo de acero al bajo carbón de 3/4" calibre 18 	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de tubo • Corte de acero • Doblado de tubo • Barrenado • Rebabeado • Rimado • Troquelado manual • Soldadura por proceso MIG • Ensamble 	<ul style="list-style-type: none"> • Troquelado • Soldadura con oxiacetileno

A través de estos cuadros podemos darnos cuenta que una silla de ruedas, aun cuando aparenta ser un producto simple en su tecnología de manufactura, conlleva una serie de materiales y procesos que lo hacen un producto complejo tecnológicamente hablando. Se utilizan materiales ferrosos como el tubo, la solera y la lámina, textiles y laminados plásticos, y diversos materiales para ensamble. Los procesos van desde procesos manuales y sencillos como limar hasta procesos que requieren de un operario con cierta calificación como la soldadura tipo MIG. De igual forma el nivel de automatización puede variar desde utilizar herramientas y equipo con un nivel de operación manual o semi-manual, hasta utilizar máquinas semiautomáticas que se encargan de doblar, troquelar o cortar.

Un punto importante a resaltar es el uso de escantillones, los cuales son imprescindibles si se quiere tener exactitud en la fabricación de la silla. Estos escantillones son en su mayoría muy simples, hechos con perfiles tubulares o laminados de acero estructural, pero que también pueden afectar al costo y a la calidad cuando son manufacturados de forma incorrecta. De hecho, entre menor sea la cantidad de escantillones que requiera un producto para producirse con calidad, se pueden reducir los costos, a través de la baja en la fabricación, mantenimiento y reposición de dichos escantillones.

La importancia de analizar la complejidad tecnológica de una silla de ruedas también radica en el hecho de que nos permite conocer hasta que punto se requiere de tecnología avanzada, o también, si la tecnología es factible de conseguir en el país sin mayores costos que los determinados en el mercado nacional. Al mismo tiempo nos da un panorama de cómo se fabrica una silla de ruedas actualmente y si es posible mejorar en este aspecto a la silla de ruedas. Uno de los puntos más específicos a cubrir es la necesidad que tiene la Institución de reducir la cantidad de piezas soldadas, y evitar el tener un peligro latente para el personal que allí labora, al ser personas principalmente con discapacidad motriz y en menor número con discapacidad intelectual, que no tienen la capacitación para este puesto.

1.8. Innovación formal

Apariencia estética de los productos existentes

Ahora es momento de realizar una reflexión acerca de la apariencia estética de los productos existentes, puesto que la función siempre va de la mano con la forma y no hay producto que tenga una función determinada y no asuma una forma relacionada con dicha función.

Los productos actuales tienden a asumir la misma integración y apariencia formal. Se trata de un asiento, un respaldo, un par de reposapiés y un par de coderas, integrados mediante una estructura similar con dos ruedas traseras grandes y dos pequeñas al frente, con acabado en cromo o esmalte de color oscuro. De hecho esta forma de integración se viene dando desde los primeros modelos de silla de ruedas estándar para adulto, alrededor de principios del siglo XX. En este principio del siglo XXI se hace necesario una reconceptualización de esta apariencia formal, ya que la revalorización dada al desarrollo de la vida independiente por las personas con discapacidad, impulsa el planteamiento de un producto con la estética necesaria para no solo desempeñarse al interior del hogar, sino como el concepto original con que fue planteado este producto, como un medio de transporte.

La apariencia actual de los productos existentes tiende a hacer que la persona aparente una discapacidad mayor de la que podría tener, debido a varios aspectos entre los que se encuentran; el tamaño respecto al usuario mexicano, la posición que adopta el cuerpo por la forma del asiento y el respaldo, el uso de diversos artículos para suplir deficiencias en el diseño funcional de la silla, la excesiva estructuración en el chasis de la silla, y la integración de elementos en una forma similar entre los diferentes modelos y marcas.



Proyección a futuro

Pero, ¿qué podemos esperar de la apariencia estética de la silla de ruedas estándar para adulto?:

- 1o. Una coherencia en las proporciones del producto con el usuario primario.
- 2o. una integración que no solo mejore la funcionalidad de la silla sino que además la diferencie de los modelos actuales.
- 3o. una coordinación de materiales y acabados que evoquen un concepto de independencia y seguridad para la persona que utilice la silla de ruedas.

Si se logran estos tres puntos, se podrá obtener un producto no solo diferenciado del resto de los productos existentes, sino también un producto que en su forma evoque y promueva el desarrollo de una vida independiente por las personas con discapacidad que lo utilicen.

Por supuesto esta apariencia también deberá presentarse en la imagen gráfica y empaque del producto .

2

Diseño de la Silla de Ruedas Compactable para Adulto

2.1. Los requerimientos de diseño

Una vez que, a través de los diferentes análisis, se ha procesado la información recopilada acerca de los tres aspectos básicos necesarios para el diseño de un producto, el usuario, el producto existente o similar y el contexto, se comienza con el proceso de síntesis para dar forma al concepto de diseño. Esta síntesis conlleva una serie de pasos, como todo método de trabajo, los cuales comienzan con la redacción de requerimientos de diseño. Esta redacción de los requerimientos se realizó con base en el modelo que propone el D.I. Gerardo Rodríguez Morales en su libro "Manual de Diseño Industrial" donde especifica que los requerimientos de diseño "son variables que deben cumplir una solución cuantitativa y cualitativa, siendo fijadas previamente por una decisión, por la naturaleza y por requisitos legales, o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema... El término requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, consideración, variable." (Rodríguez, p.52)

El modelo presentado por Rodríguez Morales se adaptó para su utilización en el presente proyecto. Se cambió de 6 a 4 columnas con la siguiente estructura:

Requisito particular: Se refiere al enunciado propio del requerimiento. Se presenta de forma breve la característica con que debe cumplir el producto.

Parámetro o factor: Especifica con mayor puntualidad el aspecto determinante del requisito, mediante el que se concibe el rango de posibles alternativas de respuesta o solución. También implica los aspectos que de alguna forma intervienen o pueden modificar la solución del requisito.

Cuantificación: Son las dimensiones, cantidades o cualquier otra unidad que permite clarificar el parámetro o factor.

Ilustración: Muestra una imagen gráfica de la posible respuesta al requisito, completando con esto la presentación del requerimiento. Esta ilustración tiene la función de ayudar al diseñador a recordar rápidamente la descripción del requerimiento, por lo que su uso y realización resultan sumamente subjetivos.

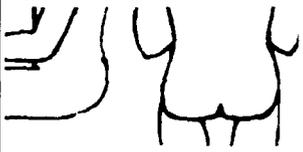
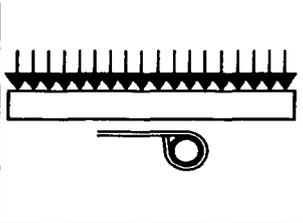
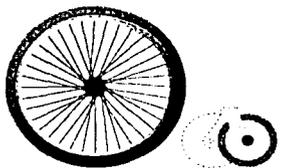
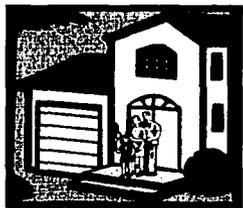
La clasificación de los requerimientos que se presenta responde a las características del proyecto, por lo que no se cubren la totalidad de los puntos considerados en la división hecha por Rodríguez Morales. Los requerimientos presentados se clasificaron en: uso—ergonomía, estructura—función, producción, mercado, y forma. Dichos requerimientos se presentan en el cuadro 9 de las siguientes páginas.

Los pasos siguientes dentro del proceso de diseño de la silla de ruedas continúan con la parte práctica. Se comienza con la puntualización de un esquema base del cual partir para el diseño del nuevo concepto.

Cuadro 9. Descripción de requerimientos

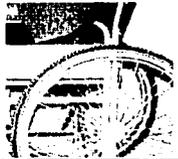
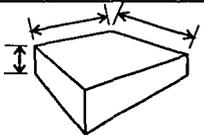
A continuación se presentan los requerimientos identificados después del análisis de los distintos factores que intervienen en el diseño del producto.

REQUERIMIENTOS DE USO—ERGONOMÍA

REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Tendrá una adecuada relación antropométrica con los usuarios.	La antropometría del mexicano en relación a las sillas importadas y algunas nacionales es más pequeña.	Utilizar la relación antropométrica presentada en la silla modelo TPD-1. (Producto existente No 1)	
Ofrecerá comodidad en posición sedente al usuario primario de la silla.	Un asiento cómodo debe evitar la presión excesiva sobre la zona de los isquiones, así como tener un soporte lumbar a la altura adecuada	Distancia entre isquiones: 10 a 12 cm. Distancia nalga a isquiones: variable entre 10 a 18 cm. Altura de zona lumbar sobre asiento: entre 20 a 25 cm.	
Evitará que haya deformaciones posturales o algún tipo de lesión por causa del uso constante de la silla.	Las principales lesiones causadas por la silla son las escaras. La principal molestia en el asiento son las líneas de tensión causadas por el uso de pijas, remaches o tornillos para fijar el asiento y el respaldo.	Se utilizará un sistema en el asiento que permita a los isquiones tener una presión lo más uniforme posible. Se utilizará un sistema de ensamble del asiento y del respaldo que distribuya lo más uniforme posible el peso del usuario primario.	
Deberá permitir un fácil y cómodo acceso y salida de la silla.	La entrada y salida del usuario primario no debe tener piezas que interfieran con los movimientos necesarios para entrar o salir.	Ancho mínimo para la entrada y salida desplazándose sobre el asiento: 20 cm.	
Deberá ser fácil de operar y controlar por el usuario primario de la silla cuando la utilice para trasladarse.	El estándar por experiencia para el control y auto—propulsión de la silla está basado en: ruedas traseras de 24" con aro impulsor de tubo de 5/8" de diámetro; y rodajas delanteras de 8".	Diámetro de rodajas delanteras: 8" Diámetro de ruedas traseras: 24" Diámetro del tubo del aro impulsor: 5/8"	
Deberá poder utilizarse en las diversas áreas del hogar.	Las principales zonas donde se utiliza la silla de ruedas son el comedor, la sala, y la recámara.	Espacio considerado estándar para poder girar una silla de ruedas: 137 cm. Pasillo silla de ruedas: 91 cm. Pasillo para silla de ruedas y una persona: 107 cm. Altura de mesa: 70 cm. Altura mesa de trabajo: 66cm Altura de cama: 48 cm.	

Cuadro 9. Descripción de requerimientos (continuación)

REQUERIMIENTOS DE ESTRUCTURA—FUNCIÓN

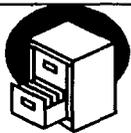
REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Deberá poder atravesar claros de puerta de un mínimo de 75 cm.	El claro de puerta más pequeño limitado por las normas de construcción es de 75 cm.	Ancho de la silla máximo de 65 cm.	
Tendrá un correcto equilibrio y estabilidad aún en situaciones riesgosas como el subir o bajar escaleras.	La estabilidad la proporciona la posición del eje de la rueda trasera respecto de la espalda del usuario, así como la inclinación del asiento respecto del piso.	Posición del eje respecto de la espalda del usuario: de 3 a 10 cm. Ángulo de inclinación del asiento: de 3 a 5°.	
Será resistente a los esfuerzos a que estará sometida.	El parámetro básico para la resistencia es el peso del usuario primario.	Peso máximo: 120 kg.	120 kg
Se utilizará un material para el asiento y respaldo que evite molestias al usuario primario.	El material propicia la formación de escaras, y a la vez resiste la humedad en caso de recibir algún líquido.	El material más adecuado es al algodón con un recubrimiento que impida la penetración de humedad.	
Tendrá un acabado que resista a los agentes ambientales.	La resistencia básica será a la corrosión y a los golpes.	Los acabados de galvanoplastia son los más resistentes a la corrosión. Le siguen los acabados por esmalte electrostático, siendo estos últimos más resistentes a los golpes.	
Tendrá el menor mantenimiento posible.	El mantenimiento básico es la limpieza del producto.	Acabados resistentes a la corrosión. (Ver punto anterior)	
Tendrá el menor peso posible.	El peso del producto depende de los materiales y cantidad de piezas del producto.	El peso que se considera admisible para la carga con poco esfuerzo es de 15 a 20 kg.	15 a 20 kg
Se podrá compactar para su transporte, con un espacio final menor al de los productos existentes.	Las sillas de ruedas estándar existentes tienen las dimensiones de 106.5 x 91.5 x 27 cm cuando están compactadas.	Una dimensión menor en cualquiera de las especificadas, redundará en un menor volumen ocupado.	

REQUERIMIENTOS DE PRODUCCIÓN

REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Los procesos propuestos serán compatibles con la planta productiva de la institución.	Los procesos actualmente utilizados se ven reflejados en el modelo TPD-1.	Utilizar los procesos de fabricación que se utilizan para fabricar el modelo TPD-1.	

Cuadro 9. Descripción de requerimientos (continuación)

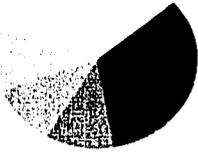
REQUERIMIENTOS DE PRODUCCIÓN (CONTINUACIÓN)

REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Tendrá la menor cantidad posible de uniones por soldadura.	La soldadura es el proceso que se convierte en el cuello de botella de la planta de producción.	El número actual de soldaduras es de 32. La meta es reducirlas a 16 (50%).	50%
Los materiales a utilizar serán de fácil adquisición en el mercado común de la industria nacional.	La institución ha obtenido una cartera de proveedores confiables dentro de la industria nacional y regional.	Utilizar proveedores del ramo que tengan reconocida capacidad para la entrega, calidad en sus productos y precios adecuados.	
El aprovechamiento de los materiales transformados será la mayor posible.	El aprovechamiento debe considerar la modulación con las medidas comerciales de los materiales.	La meta de aprovechamiento es del 95% en promedio para los materiales transformados.	95%

REQUERIMIENTOS DE MERCADO

REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Tendrá un costo bajo para poder satisfacer las posibilidades de las familias promedio.	El trabajador promedio obtiene la media de 2.77 salarios mínimos diarios.	La meta es obtener un precio final de \$780.00.	\$780.00
Tendrá beneficios adicionales a los productos de la competencia sin influir en su costo.	La mayoría de las sillas existentes incrementan su precio excesivamente por las mejoras que incorporen a su producto.	El principal beneficio será el del precio final. Otros beneficios serán las características planteadas en los requerimientos.	\$
El costo del producto deberá permitir una adecuada utilidad para ser competitivo dentro del mercado meta señalado.	Basándose en la meta del precio final se pueden establecer los criterios para los componentes del costo y precio final.	La meta es de un costo primo del producto de \$470.00, con un costo de mano de obra de \$94.00, gastos de fabricación y administración de \$56.00 y una utilidad aproximada del 25%.	$ \begin{array}{r} \$ \\ + \$ \\ \hline + \$ \end{array} $
Se atenderá adecuadamente la demanda del mercado mediante una buena integración con la planta de producción.	La demanda actual no es satisfecha por la institución, principalmente por el cuello de botella generado en la planta de fabricación.	La demanda originalmente planteada por la institución es de alrededor de 400 sillas mensuales.	400 sillas

Cuadro 9. Descripción de requerimientos (continuación)

REQUERIMIENTOS DE FORMA			
REQUISITO PARTICULAR	PARÁMETRO O FACTOR	CUANTIFICACIÓN	ILUSTRACIÓN
Tendrá una integración formal tal que será agradable visualmente para evitar en lo posible los complejos que surgen por la estética actual.	Los conceptos formales del producto están relacionados con un concepto de un medio de transporte.	Por lo tanto los conceptos a evocar en la integración formal serán de independencia, movimiento, y ligereza, a través de formas curvadas, círculos y líneas delgadas.	
El color y los contrastes diferenciarán el nivel de actividad y rango de edad al que se pertenezca.	Los colores son el punto de identificación de un objeto que, acompañado de la forma general, diferencia cada uno de los modelos de un mismo producto.	Existen tres rangos de edad joven, adulto y adulto mayor, con gustos y preferencias propias que se pueden diferenciar a través del color. Asimismo podemos dividir los niveles de actividad en tres: actividad baja, media y continua.	
Tendrá simplicidad en los elementos que la conforman.	Uno de los elementos para representar la ligereza es la menor cantidad de elementos complejos que componen un producto.	Utilizar líneas sencillas y uniformes en la concepción integral del producto. Utilizar elementos de dimensiones reducidas.	

2.2. El concepto base

¿Qué proceso se debe seguir para poder generar alternativas de solución a los requerimientos? Para el caso de este proyecto se utilizó un método personal de generación de alternativas, en el cual se comienza por definir los parámetros antropométricos a utilizar. Como se menciona en los requerimientos, las dimensiones de la silla modelo TPD-1 (p.18), en conjunto con los datos antropométricos definidos en el punto 1.2 (p. 10), se utilizaron como base para definir las dimensiones que no podrían modificarse dentro del diseño de la silla.

Las figuras 2, 3, 4, y 5 muestran el esquema inicial con el que se comenzó a bocetar para obtener las primeras alternativas. Dicho esquema toma como referencia en los siguientes datos:

Dato	Referencia
A) Ancho de asiento	Datos antropométricos
B) Largo de asiento	Datos antropométricos
C) Ancho de respaldo	Datos antropométricos
D) Altura de respaldo	Datos antropométricos
E) Largo de respaldo	Datos antropométricos
F) Altura del eje de la rueda trasera	Silla TPD-1

Estos parámetros fueron los determinados a través de los diferentes análisis realizados, así como por la experiencia personal en la fabricación de sillas de ruedas. De igual forma se seleccionó el tubo de acero con costura de diámetro 7/8" calibre 18, por haber demostrado su eficiencia en las sillas de ruedas existentes, así como tener un peso adecuado.

Ahora es tiempo de comenzar el trabajo por medio de los subsistemas.

2.3. Alternativas por subsistema

Simultáneamente a la definición de los parámetros de la silla base se fueron bocetando posibles soluciones a cada uno de los subsistemas conflictivos planteados en el punto 1.5. (p. 25)

Los subsistemas que presentaron más conflictos fueron:

- A) Asiento
- B) Respaldo
- C) Descansabrazos
- D) Compactación
- E) Estructura
- F) Inmovilización

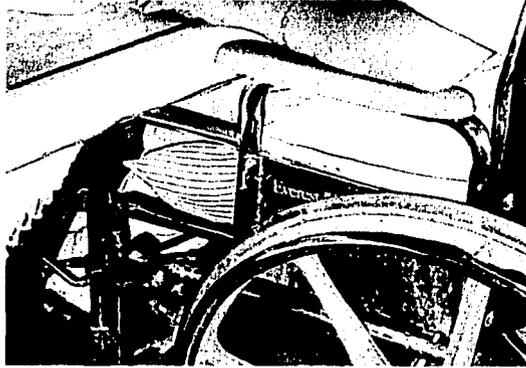
Dentro de cada uno de los subsistemas se plantearon al menos tres posibles soluciones, seleccionando una de estas como la mejor opción. Las soluciones elegidas de cada uno de los subsistemas conflictivos fueron:

- A) Asiento y B) Respaldo: Utilizar un tejido realizado con cinta de algodón para poder permitir una mejor circulación de aire, dar mayor soporte en las zonas que se desee, y poder introducir en el asiento o respaldo el tubo que los soporta.

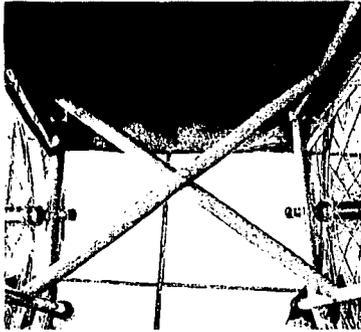


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

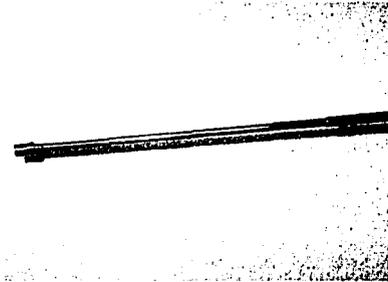
C) Descansabrazos. El tamaño del descansabrazos será como en las sillas de uso específico para oficina, ajustándolo al tamaño de la rueda trasera.



D) Compactación. Los sistemas de compactación seleccionados para poder mejorar el espacio final fueron:



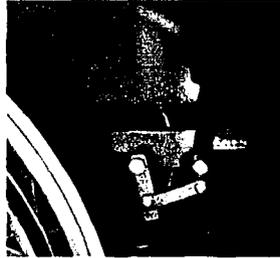
Por tijera



Tipo telescópico

E) Estructura: La solución de la estructura se produjo al buscar la integración de los subsistemas. (Ver página siguiente Integración de alternativas). También fue el punto donde se produjo el conflicto de integración que determinó la forma del producto final.

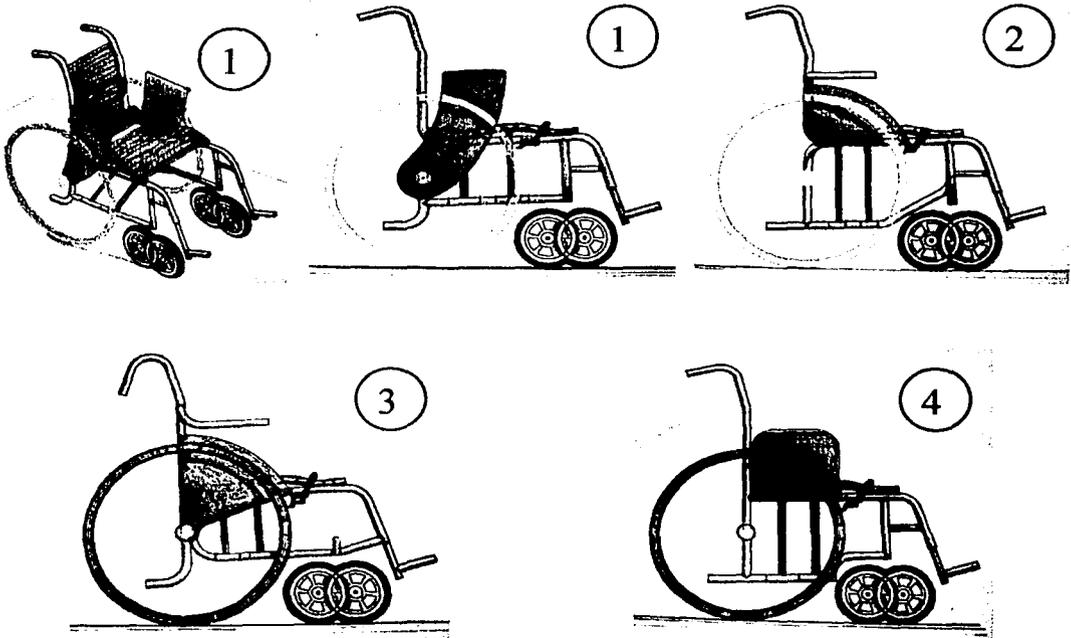
F) Inmovilización: Se optó por utilizar el freno actual del modelo TPD-1 con modificaciones para mejorar su ergonomía.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.4. Integración de alternativas

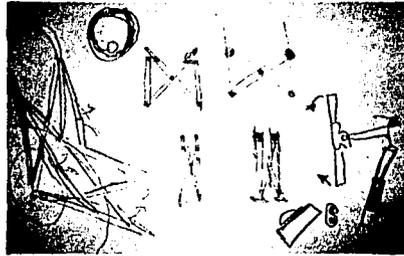
Una vez seleccionadas las alternativas por subsistema, así como el esquema base sobre el cual se trabajaría para la estructura, se procedió a buscar alternativas del sistema completo, las cuales se presentan a continuación como bocetos de estudio.



Al analizar estas propuestas buscando la solución final, se llegó a un conflicto, entre la solución elegida para el asiento y el respaldo con el sistema de tijera para la compactación. Es por esto que se buscaron nuevas opciones mediante una sesión de brainstorming.

Uso del Brainstorming

Durante la sesión de brainstorming, se presentaron diversas posibilidades de solución, entre lo que se destacó el buscar alternativas entre sistemas de compactación de productos similares.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Hoja de apuntes resultado del brainstorming.

Los productos similares o análogos encontrados fueron: a) escalabanco plegable; b) silla de jardín plegable; c) carreola tipo bastón.



Escalabanco



Silla de jardín plegable

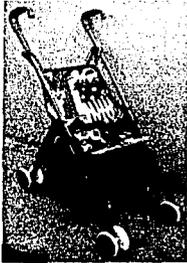


Carreola tipo bastón

Los cuales fueron seleccionados por cumplir algunos requisitos básicos como el poder soportar el peso de una persona, el poder compactarse a un volumen pequeño, y el estar fabricados mediante procesos similares a los utilizados en la Institución.

Adecuación de un producto similar

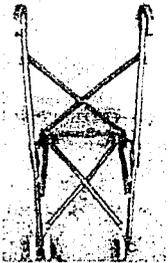
El criterio para seleccionar el producto similar o análogo más adecuado fue el aspecto de tratarse de un medio de transporte. En este caso el producto seleccionado fue la carreola tipo bastón, ya que permite transportar a una persona en posición sedente, se compacta a un tamaño pequeño y además es factible de fabricarse con los medios de producción de la Institución propuesta.



Frente

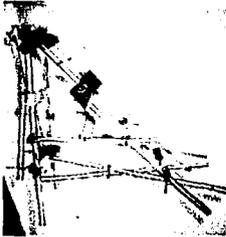
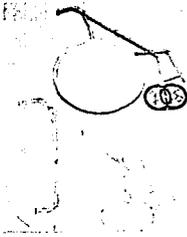
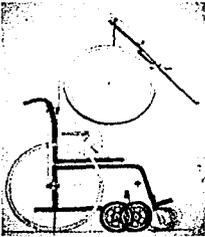


Vista posterior

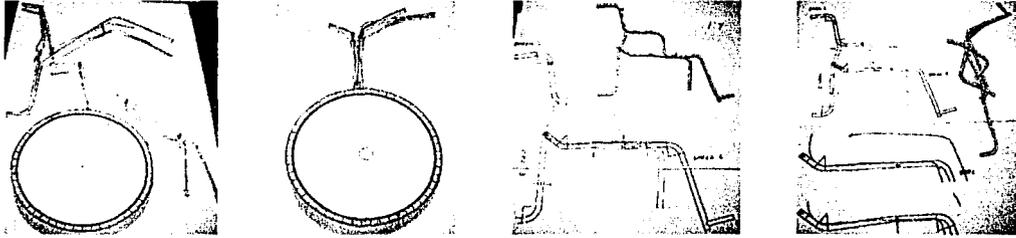


Estructura

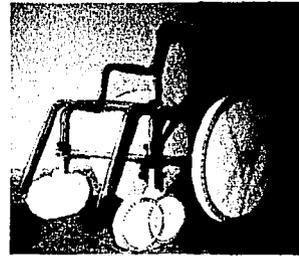
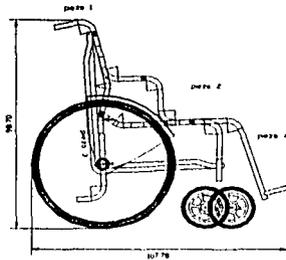
El proceso de adecuación del producto similar para cumplir con el esquema base planteado inicialmente, se logró a través de un proceso de experimentación con modelos bidimensionales y tridimensionales de análisis, realizados en cartulina batería y tubo de acrílico de 6 mm de diámetro.



Modelos bidimensionales y tridimensionales de la adaptación del producto similar al esquema base.

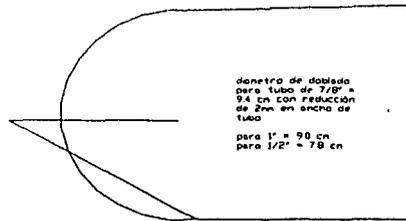
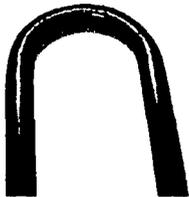


Modelos de estudio con tubo deacrílico curvado para lograr una mejor integración formal.



Concepto final en desarrollo a nivel de modelo de Auto Cad y Tridimensional en tubo deacrílico de 12 mm de diámetro, unisel, cartulina batería, lámina de acero al bajo carbón calibre 24, clavos de 1" tornillos cabeza de gota y remaches.

También se realizaron pruebas con tubo de acero al bajo carbón de 7/8", 3/4" y 1", calibre 18, para conocer con más precisión el radio de doblado y el ángulo mínimo de doblado de la dobladora manual con la que cuenta la Institución.

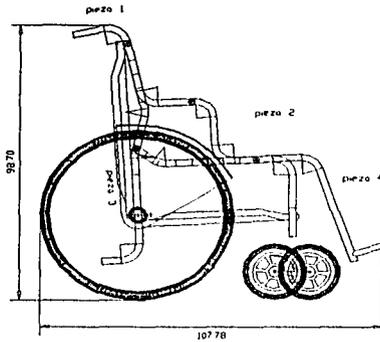


Pruebas experimentales con protomodelos

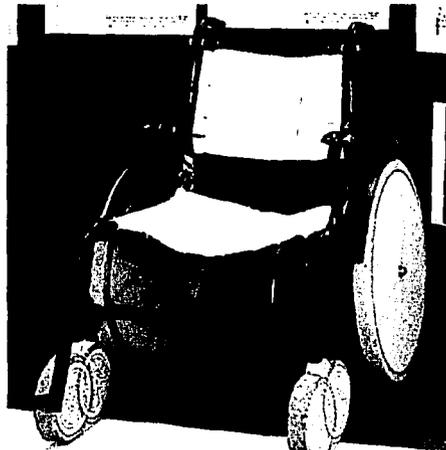
Verificación de dobleces y ángulos

2.5. Concepto final

El concepto final se desarrolló mediante Auto Cad para concluir en un modelo escala 1:2 realizado en tubo de acrílico, cinta de algodón, estireno, lámina de acero y unisel. Hasta este punto el concepto todavía está en fase de desarrollo. La solución final se dio con la elaboración del prototipo, principalmente al modificar y simplificar los mecanismos de compactación, y ajustar los elementos de tubo al proceso.



Modelos de análisis bi y tridimensional elaborados en Auto Cad



Modelo de representación del concepto final, escala 1:2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hasta el punto del modelo de representación tridimensional a escala 1:2 se tienen ciertas soluciones que al momento de la realización del prototipo se ven modificadas por los procesos de manufactura, las características de las piezas comerciales, y la forma de interactuar de las diferentes piezas.

Dos de los puntos importantes dentro del desarrollo del prototipo se refieren a:

- 1) El cálculo del diámetro máximo de los tornillos utilizados para ensamblar las diferentes piezas tubulares, y
- 2) El cálculo realizado para poder realizar el plegado de la silla en los dos sentidos y compactarla a un tamaño menor al estándar de las sillas actuales.

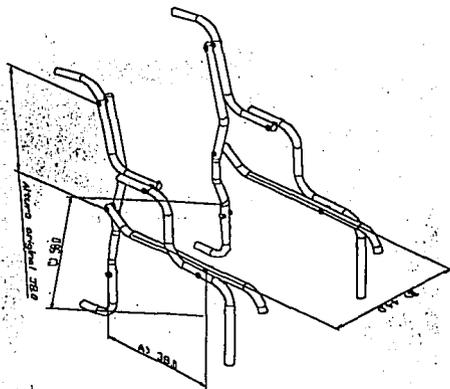
Respecto al cálculo del diámetro de los tornillos se utilizó la regla descrita por Fitzgerald respecto de la distancia que debe tener un remache o tornillo respecto del borde para evitar una falla por poca distancia del borde. "como guía, la distancia (del borde) al centro del agujero debería ser aproximadamente 1 3/4 veces el diámetro del remache, si los bordes son laminados." (Fitzgerald, 1985:285)

Esto significa que si un agujero se coloca al centro de dos bordes, la distancia entre bordes debería ser de 3 1/2 veces el diámetro del agujero. Por lo tanto, si utilizamos un tubo de 7/8" el diámetro máximo permisible sería de:

$$\text{Diám. max} = 7/8" / 3.5 = 0.875" / 3.5 = 0.25" = 1/4"$$

Por lo tanto para el desarrollo del prototipo se utilizaron tornillos y remaches de 1/4" como diámetro máximo, cuando se utiliza tubo de 7/8".

El cálculo realizado para poder determinar la longitud que deberían tener las piezas que componen el mecanismo de compactación, se produjo después de un análisis trigonométrico de los puntos implicados en el mecanismo. El objetivo fue encontrar también a que distancia se debería colocar el punto donde el mecanismo fuera efectivo. Las distancias de origen fueron:



El procedimiento para calcular la longitud de la cruceta y la altura para colocarlas fue el siguiente:

- A) Distancia horizontal entre puntos 1 (centro del porta—respaldo) y 2 (eje del tornillo) = 38 cm
- B) Distancia longitudinal entre puntos 3 y 4 (centros de los porta—asiento) = 44 cm

- C) Diagonal entre puntos 1 y 4 o 2 y 3 = $\sqrt{(38)^2 + (44)^2} = 58.13 \approx 58$ cm
- D) Diferencia de alturas cuando la silla se pliega = $58 - 38 = 20$ cm
- E) Nueva diagonal generada cuando se coloca la pieza en la nueva altura = $\sqrt{(58)^2 + (20)^2} = 61.35$ cm
- F) Nueva diferencia de alturas = $61.35 - 58 = 3.35$ cm
- G) Nueva diagonal generada = $\sqrt{(3.35)^2 + (61.35)^2} = 61.44$ cm
- H) Tendencia de las nuevas diagonales = 61.5 cm
- I) Nueva altura para colocar la cruceta y longitud de las mismas = 61.5 cm al centro de las perforaciones.

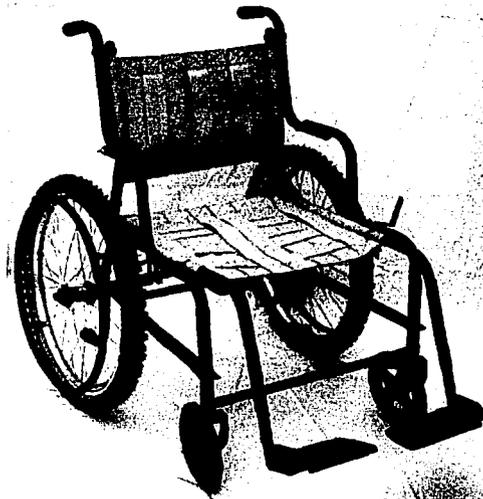
Al ubicar este resultado, el punto en el que se colocó, fue en el punto donde se ubica también el buje que soporta al eje de la rueda de 24".

En general durante el desarrollo del prototipo se tuvieron las siguientes modificaciones al concepto final:

- A) Se cambiaron diversas piezas comerciales para conservar las proporciones del concepto.
- B) Se modificaron las dimensiones de algunas de las piezas de tubo doblado para conservar el ancho del concepto.
- C) Se modificaron los sistemas de compactación para simplificar su uso y funcionamiento..
- D) Se cambió el seguro de la codera para evitar posibles accidentes y mejorar la estabilidad de la silla.

Esta serie de modificaciones demuestra la necesidad de comprobar el concepto de diseño a escala real, ya que solo así se puede evaluar correctamente la operación del producto.

La solución final se presenta a continuación con las modificaciones realizadas durante la elaboración del prototipo. En el siguiente capítulo se muestran los diferentes aspectos relacionados con la solución final, desde la descripción por subsistemas, hasta el estimado de costos de la silla de ruedas.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONCEPTO FINAL DE LA SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO

Cuadro 10. Descripción por subsistemas

SUBSISTEMA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
1) Asiento	Se fabrica en cinta de algodón crudo con recubrimiento para evitar la penetración de humedad, de 2" de ancho, entretejida de forma específica para permitir ciertos movimientos de la cinta y adecuarla a la anatomía del usuario. Tiene dos espacios libres en la zona de los isquiones, para evitar el exceso de presión en las tuberosidades. Está unida a la estructura mediante una costura que permite que la cinta rodee al tubo.	Al tener un entretejido fijo mediante costura en algunos puntos, permite una adaptación al cuerpo del usuario. Esta unida a la estructura del asiento mediante una unión con costura, por lo que la distribución de la presión es uniforme. Por ser un material flexible permite su compresión adecuadamente, adaptándose al cuerpo del usuario.
2) Respaldo	Se fabrica en cinta de algodón crudo con recubrimiento para evitar la penetración de humedad, de 2" de ancho, entretejida de forma específica para permitir ciertos movimientos de la cinta y adecuarla a la anatomía del usuario. Tiene un refuerzo central unido mediante costura en la zona de la columna vertebral, para dar mayor soporte a esta zona. Está unida a la estructura mediante una costura que permite que la cinta rodee al tubo. La estructura del respaldo tiene curvas en las zonas de las nalgas y del área lumbar para mejorar el confort de la espalda.	Al tener un entretejido fijo mediante costura en algunos puntos, permite una adaptación al cuerpo del usuario. Esta unida a la estructura del respaldo mediante una unión con costura, por lo que la distribución de la presión es uniforme. Por ser un material flexible permite su compresión adecuadamente, adaptándose al cuerpo del usuario.
3) Reposapiés	Se utilizan reposapiés desmontables, abatibles y giratorios utilizando los reposapiés existentes en el mercado y mediante un mecanismo de bala con un fleje que permite colocar y girar el tubo que soporta los reposapiés. Además tiene graduación en un rango de 22.5 cm para poder extender el largo de los soportes del reposapiés.	Reposapiés desmontables, mediante un mecanismo de bala. Abatibles, pues giran tal como los reposapiés existentes. Giratorios, ya que el mecanismo de bala para desmontarlos permite colocarlos en una posición de 90° respecto a la posición normal. Extensibles mediante perforaciones que permiten un rango de 22.5 cm de extensión.
4) Descansa— brazos	Se compone de piezas de poliuretano de baja densidad, pegadas a ambos tubos de la codera.	Permite el descanso de la parte del codo y parte del antebrazo, además de servir de apoyo para la entrada y salida del usuario. Se ha recortado la medida para permitir una más fácil entrada y salida mediante un movimiento lateral.
5) Traslado auxiliado	Se utilizan los mismos medios de una silla estándar existente, consistente de dos puños de polipropileno moldeado para la parte del agarre, y dos regatones en hule natural para la parte del empuje con el pie para elevar la silla y trasladar al usuario primario en dos ruedas.	La altura de las zonas de agarre y elevación se mantienen conforme al modelo TPD-1, por lo que el traslado auxiliado no sufre mayor modificación.
6) Desplaza— miento	Se utilizan dos ruedas de 24" con rin de aluminio y llantas neumáticas 24 x 1 3/4", con maza de carga, unidas a la estructura con tuercas y arandelas de presión.	La función de las ruedas de 24" neumáticas es proporcionar un cómodo soporte y adecuado desplazamiento en la mayoría de las superficies.
7) Dirección	Para manejar la dirección se utilizan dos ruedas giratorias de 8" con rin integral de plástico, horquilla de acero y llanta de neopreno, unidas a la estructura con chavetas.	El funcionamiento de las ruedas giratorias de 8", permite un cómodo desplazamiento y adecuado control en la mayoría de las superficies.

Cuadro 10. Descripción por subsistemas (continuación)		
SUBSISTEMA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN
8) Inmovilización	Al punto de desarrollo de este proyecto se tiene contemplado utilizar el mismo tipo de freno que la silla modelo TPD-1.	Este freno ha probado su funcionamiento en productos existentes, bloqueando la movilidad de las ruedas de 24".
9) Compactación	Para la compactación se utilizan dos mecanismos tipo rodillera colocados en la parte posterior de la silla, y un juego de crucetas, auxiliados por bujes de pvc y "eles" de acero al bajo carbón, colocados en los puntos de giro de la estructura.	La compactación se realiza liberando los dos mecanismos tipo rodillera colocados en la parte posterior de la silla y plegando la silla en un sentido y simultáneamente en el segundo mediante el mecanismo de cruceta.
10) Protección	Debido a la cercanía de la codera con las ruedas de 24" se omitió el aditamento específico que cubriera con esta función, ya que no resulta necesario.	Las coderas de la silla, dada su proximidad con las ruedas de 24" evitan que el usuario primario o su ropa se atore en las ruedas.
11) Autopropulsión	Se compone de un aro impulsor fabricado con tubo de acero al bajo carbón de 5/8" de diámetro calibre 18, unido a las ruedas de 24" mediante soleras soldadas y fijas en el rin con tornillos y tuercas con inserto de nylon.	El tamaño del aro impulsor es el más adecuado de acuerdo con la experiencia reportada en la fabricación y uso de las sillas de ruedas estándar de la institución.
12) Estructura	La estructura está fabricada en tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18, y se compone principalmente de 4 piezas dobladas que integran los diferentes subsistemas de la silla, unidas mediante tornillos tipo conector de 1/4".	La estructura además de proporcionar la rigidez y soporte necesarios para el traslado del usuario, permite una compactación en los dos sentidos principales.

3.2 Funcionamiento y operación

Ya conocemos los diferentes subsistemas que integran la silla de ruedas. Ahora vamos a presentar la interacción de los subsistemas a través de las actividades descritas en el punto 1.5. (p. 25)

a) Entrada y salida de la silla por parte del usuario, tanto por sí mismo, como auxiliado por una, dos o tres personas.

1) Por sí mismo:



Al ser los reposapiés fácilmente desmontables y tener una codera de menores dimensiones la entrada y salida es más fácil y cómoda.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2) Auxiliado por una o más personas:



Nuevamente el tener reposapiés fácilmente desmontables facilita la operación al no tener interferencia en los pies del usuario secundario.

b) Traslado del usuario en la silla por si mismo o auxiliado.

1) Por sí mismo:



En la silla propuesta se ha evitado la interferencia del respaldo con los brazos al momento de impulsar la silla.

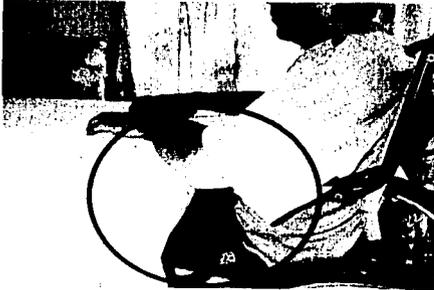
2) Auxiliado:



Se ha modificado la altura de los manerales de tal forma que se evite una mala postura por el usuario secundario.

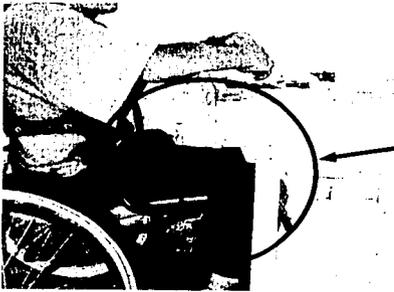
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

f) Consumo de alimentos.



Nuevamente la solución de las coderas permite un mayor y mejor acercamiento de la silla a la mesa del comedor por lo que la comodidad para el consumo de alimentos es mayor.

g) Actividades de integración laboral.



La posibilidad de acercarse a las mesas de trabajo es mayor, al no tener reposapiés fijos o coderas que puedan interferir.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

h) Ejercicios de rehabilitación con aparatos adaptados a la silla.

Debido a la posibilidad de adaptación de los aparatos de rehabilitación, los actuales no se contemplan por tener la necesidad de adaptarlos al nuevo modelo de silla de ruedas.

i) Traslado sobre diversas superficies tales como:

1) Asfalto

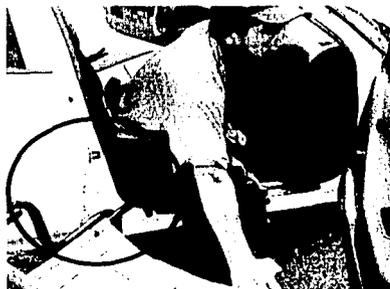


2) Concreto



J) **Traslado de la silla desde y hacia vehículos automotores.**

1) Desde vehículos automotores hacia la silla



2) Desde la silla hacia vehículos automotores



La posibilidad de quitar los reposapiés fácilmente y la forma de la codera, facilitan el paso de la silla al auto y viceversa.

k) **Traslado por pasillos y puertas de diferentes dimensiones, desde 70 cm en adelante.**



90 cm



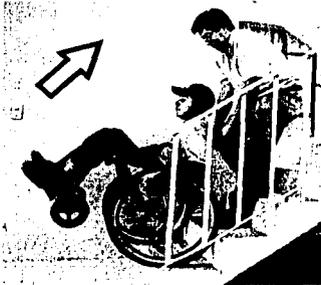
80 cm

El ancho de la silla permite su paso por pasillos y puertas. De igual forma el uso de rodajas de 8" mejora la maniobrabilidad. Cuando es requerido, los reposapiés se desmontan para poder permitir el paso.

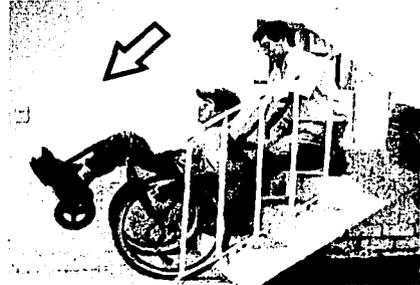
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

l) **Traslado por escaleras.**

Subir escaleras



Bajar escaleras



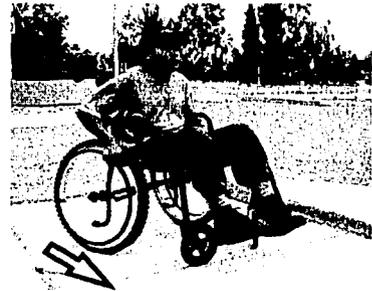
La posición para realizar la actividad de subir o bajar escaleras se propone con flexión de las rodillas para evitar lastimaduras en la espalda del usuario secundario. La posición de los manerales facilita el acomodo en esta posición.

m) **Traslado por rampas.**

Bajar rampas



Subir rampas

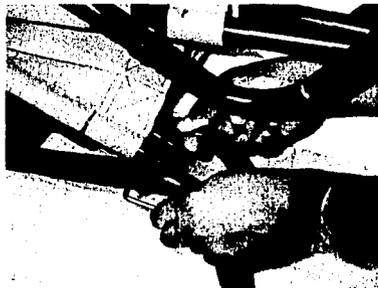


Debido a la reducción del ancho del respaldo, se mejora la posibilidad de dar más impulso a la silla al momento de subir rampas. Por la posición de las ruedas respecto del usuario, así como el tipo de aro impulsor se mejora la capacidad de frenado cuando se baja por rampas.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

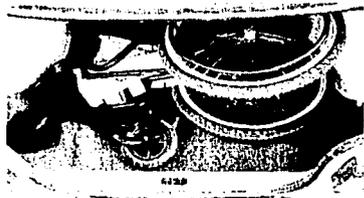
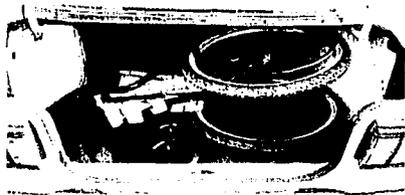
n) Mantenimiento.



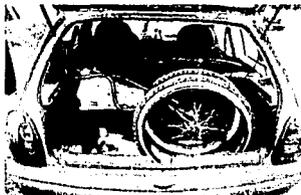
Debido a que se utilizan materiales comerciales en la construcción de la silla, el mantenimiento se puede realizar por personal no especializado.

Además del desempeño en las diversas actividades mencionadas es importante resaltar la mejora que se obtuvo con la reducción de medidas en la silla ya compactada. Para esto presentamos la disposición que tiene la silla en el interior de los vehículos tomados como referencia en la página 15:

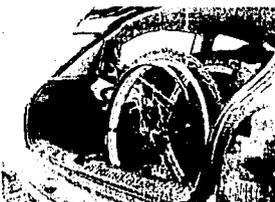
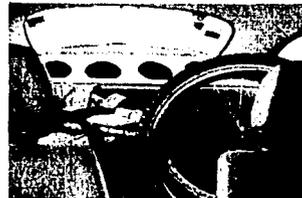
Nissan Tsuru



Chevy



Volkswagen Sedán



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el Nissan Tsuru la silla ocupa aproximadamente el 40% del espacio de la cajuela, lo cual permite que se pueda ocupar el espacio restante para transportar otros artículos.

En el caso del Chevy se tuvo que quitar la sombrerera para poder acomodar la silla. Sin embargo ésta cabe en el reducido espacio de la cajuela y permite que se cierre la puerta, además de tener todavía espacio para colocar algunos otros artículos.

En el caso del Volkswagen Sedán se tiene un menor espacio ocupado por lo que se recupera el área de al menos un pasajero más en el interior del habitáculo.

Además del comportamiento de la silla de ruedas en las diversas actividades, es de suma importancia el conocer las ventajas relacionadas con la ergonomía y los factores humanos.

Ergonomía y factores humanos

Por ergonomía entendemos la interacción entre el usuario y el objeto, en tres áreas, lo ambiental, lo objetual y los factores humanos.

Los factores ambientales se tocaron en el punto anterior, donde se presenta el desempeño de la silla de ruedas en diferentes entornos.

Los factores objetuales se revisan dentro de el presente capítulo en los puntos 3.1, y 3.3 a 3.6, donde se exponen los aspectos inherentes a la silla de ruedas compactable, como objeto. La forma, color, tecnología, materiales y dimensiones, se describen puntualmente.

Los factores humanos son materia del presente punto y se evalúan en tres aspectos, antropometría, anatomofisiología y psicología.

Para evaluar la antropometría de la silla de ruedas se tomarán como referencia las fotografías ilustradas abajo mostrando el perfil del producto con respecto al usuario primario.

Vista lateral del producto

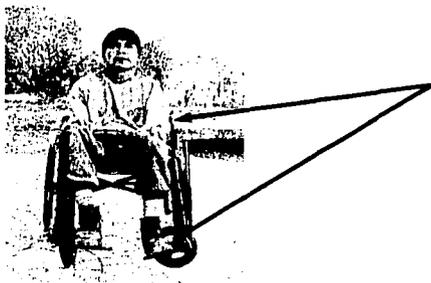


Aquí se aprecia como el respaldo y el asiento se adecuan al cuerpo del usuario proporcionándole un adecuado confort. Cabe señalar que la forma de sujeción del asiento y el respaldo a la estructura de la silla, evita las líneas de tensión que se forman en los productos existentes. También la forma del respaldo en la zona lumbar proporciona un adecuado soporte a la espalda. Los reposapiés extensibles permiten ajustar la altura de los pies y la posibilidad de que el asiento toque la zona del hueco poplíteo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Vista frontal del producto



En vista se destaca que la posición del usuario dentro de la silla lo mantiene cómodo. Además, los reposapiés extensibles permiten una adaptación del producto a la estatura del usuario. Las coderas de la silla se encuentran a una altura adecuada, ya que permiten que el usuario repose los codos, y al mismo tiempo no interfieren con las diferentes actividades como se presentó al inicio de este capítulo. Las proporciones y medidas de la silla resultan adecuadas a la antropometría del mexicano.

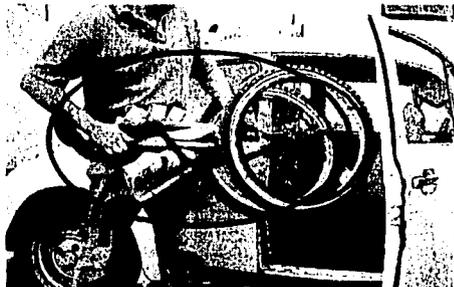
De igual manera la antropometría del usuario secundario y terciario se vio beneficiada con las dimensiones de la silla, en relación con el traslado en dos y cuatro ruedas, y el traslado cargando la silla para depositarla en algún vehículo o para su almacenamiento.



Traslado en cuatro ruedas



Traslado en dos ruedas



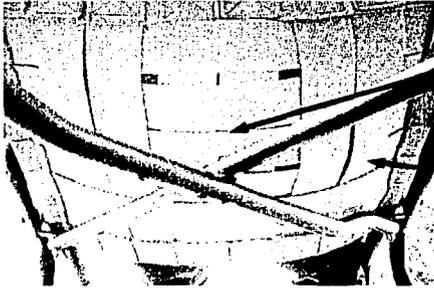
Cargando la silla de ruedas

En relación a la anatomofisiología, se consideró predominantemente al usuario primario, ya que es quien permanece la mayor parte del tiempo sentado en la silla de ruedas. Los factores considerados primordialmente son.



- El apoyo en la zona lumbar de la espalda, el cual ayuda en la prevención de malformaciones por postura incorrecta, así como problemas relacionados con los riñones y el aparato urinario.

- La codera cumple su función de apoyo para los antebrazos y al mismo tiempo no interfiere con el desarrollo de las actividades cotidianas.



- El soporte uniforme en la región de los isquiones a través de un asiento elaborado con cinta entretrejida de una forma específica para que distribuya la carga en una zona más amplia que con un asiento normal.
- El uso de un material natural (algodón) con un recubrimiento que evita las manchas permanentes, probables de surgir por causa de problemas de incontinencia o falta de control en los esfínteres, y entretrejido para permitir una mejor circulación de aire y confort al cuerpo del usuario primario.

Por lo que corresponde a la psicología, mencionaremos que una silla de ruedas interviene en algún momento dentro del desarrollo psicológico de la aceptación de la discapacidad. Una persona que tiene alguna discapacidad comúnmente atraviesa por diversas etapas psicológicas, desde la negación, pasando por la culpa, el rechazo, la aceptación y la integración social, sobretodo si se trata de personas que adquieren la discapacidad por enfermedad o accidente.

La silla de ruedas tiene una influencia tal, que la mayoría de las personas que adquiere la discapacidad por causa de enfermedad o accidente, rechazan su uso por sentirse disminuidas en su persona. Esto durante la etapa de rechazo, principalmente.

Sin embargo, una vez que se comienza la etapa de aceptación, ven en la silla de ruedas una forma de mejorar la capacidad residual para desplazarse, a la vez que comienzan a entenderla como una forma de llegar a la autosuficiencia. Es en estos momentos que la silla puede ayudar a mejorar la integración, o puede evitarla.

Para ello el color suele ser uno de los apoyos psicológicos que ayudan en la integración social, ya que al tener una variedad de combinaciones, se puede tener un objeto más acorde con los gustos y preferencias personales del usuario, y así sentirlo como una prenda personal, elegida de acuerdo con los criterios de cada persona. Incluso se puede llegar a tener la posibilidad de actualizar los colores, principalmente del asiento y respaldo, de acuerdo con la moda o incluso los sentimientos particulares de cada etapa de la vida.

En resumen, la silla, resultado del proceso de diseño, tiene un grado de funcionamiento aceptable, con varias ventajas respecto de los productos existentes. Entre ellas destacamos:

1. La comodidad del asiento y respaldo es mayor, no se sienten líneas de tensión y se amoldan a la anatomía del usuario primario.
2. La codera tiene las proporciones adecuadas para que el usuario primario pueda desempeñar con mayor eficiencia distintas actividades que con los productos actuales.
3. Se redujeron el peso y las dimensiones de la silla, por lo que las actividades relacionadas con el traslado de la silla de ruedas por parte del usuario secundario o terciario se realizan con mayor facilidad.
4. La facilidad de montar y desmontar los reposapiés permite una mayor versatilidad en actividades donde pueden tener interferencia con el desempeño.
5. El movimiento de los brazos es más libre debido al tamaño del respaldo más reducido que en las sillas estándar actuales, por lo que la autopropulsión es más eficiente.

3.3. Propuesta de color

El color es un componente importante, ya que es uno de los elementos determinantes para que el mercado acepte o rechace al producto. Para el caso de la silla de ruedas compactable se propone una serie de combinaciones que, sin ser limitativa, busca dar opciones al usuario. Definitivamente para tener una mejor propuesta se hace necesario el realizar una serie de investigaciones en el mercado, para conocer sus gustos y así definir de mejor forma los colores que tendrán una buena aceptación del mercado. Sin embargo, dicha investigación rebasa los propósitos del proyecto. Por lo tanto, se hace una propuesta con base en la experiencia adquirida tanto en la convivencia con personas con discapacidad, como en la venta de sillas de ruedas a clientes particulares.

La propuesta especifica una segmentación del mercado meta en tres grupos con base en rangos de edad, quedando definidos de la siguiente forma.

Mercado Juvenil: personas de edad comprendida entre los 16 y los 30 años. Son personas que aún con la discapacidad tienen interés en seguir adelante y progresar. Para ellos se definieron colores que son contrastantes, y llamativos.

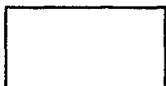
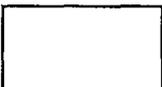
Mercado Adultos: personas de edad comprendida entre los 30 y los 60 años. Son personas que tienen interés en conservar las características de su personalidad e incluso de desarrollarlas. Tienen un nivel intelectual más maduro y buscan incrementarlo constantemente. Se seleccionaron parejas de colores que son derivados del mismo tono con diferente nivel de saturación.

Mercado Adultos Mayores: personas de edad mayor a los 60 años. Personas de la llamada tercera edad que buscan mantener su sentido de vida. Tienen más tendencia a reunirse entre sí y a compartir sus experiencias con otras personas. A este grupo se le seleccionó un conjunto de colores con origen en la naturaleza.

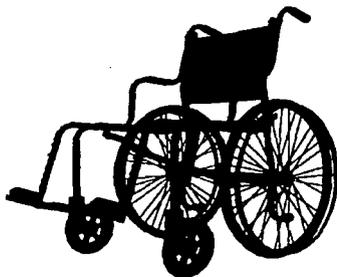
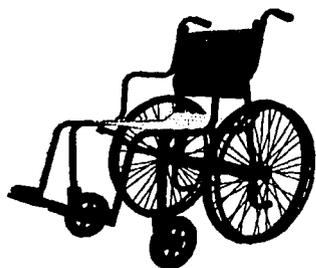
Para cada mercado se presentan tres propuestas de acuerdo con el nivel de actividad que presentan. Esta división se da bajo el supuesto de que no todas las personas tienen el mismo nivel de discapacidad, y este nivel también está relacionado con sus gustos por el color. Los niveles de actividad se definieron como: actividad continua, actividad media, actividad baja.

Así, se expone el cuadro de la página siguiente, en el que se presentan las combinaciones de color para cada mercado y nivel de actividad. Cabe destacar que el color de las crucetas, ejes y rodilleras se mantiene en negro mate para todas las combinaciones como parte de la identidad del producto, destacando el principal aspecto diferenciador. De igual forma se presentan 6 ilustraciones de combinaciones de color como muestra de la apariencia que tendrá el producto. Estas combinaciones mencionadas son ilustrativas más no limitativas, ya que el cliente puede elegir la combinación que desee.

Cuadro 11. Propuesta de combinaciones de color para la silla compactable

Mercado / Nivel de actividad	Textiles		Chasis	
Juvenil				
Actividad continua	Amarillo (115 CV)		Verde (568 CV)	
Actividad media	Negro (426 CV)		Gris claro (421 CV)	
Actividad baja	Azul marino (2965 CV)		Azul (2738 CV)	
Adultos				
Actividad continua	Rojo (187 CV)		Anaranjado (1385 CV)	
Actividad media	Gris (423 CV)		Gris oscuro (425 CV)	
Actividad baja	Café (1255 CV)		Beige (135 CV)	
Adultos Mayores				
Actividad continua	Verde (371 CV)		Amarillo (100 CV)	
Actividad media	Crudo (1215 CV)		Café (4495 CV)	
Actividad baja	Beige (135 CV)		Negro (426 CV)	

Nota: Se muestra una representación cromática aproximada, ya que los colores definitivos pueden variar en el tono, de acuerdo con la disponibilidad del proveedor tanto de textiles como de pintura electrostática. Para mayor referencia se indica la clave PANTONE de cada tono.



Ejemplos de las propuestas de color

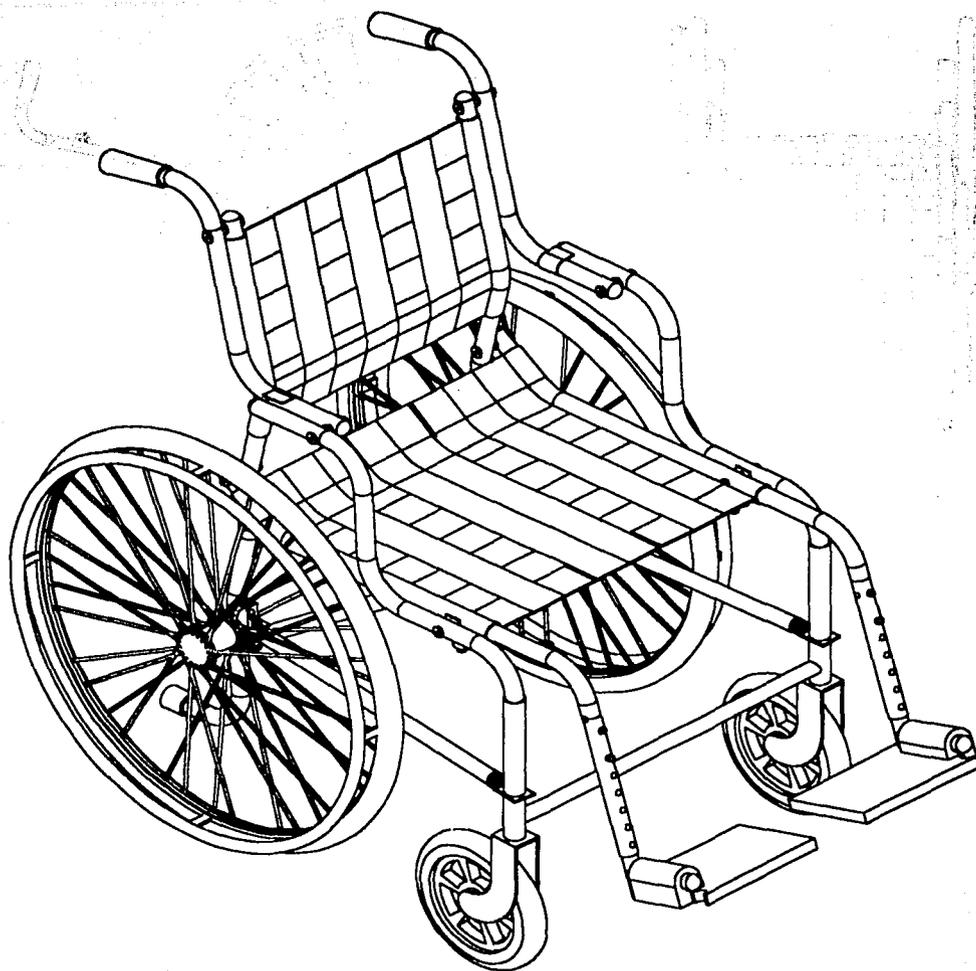
A partir de este punto comienza la parte de especificaciones tecnológicas del producto, comenzando por los planos técnicos.

3.4. Planos técnicos

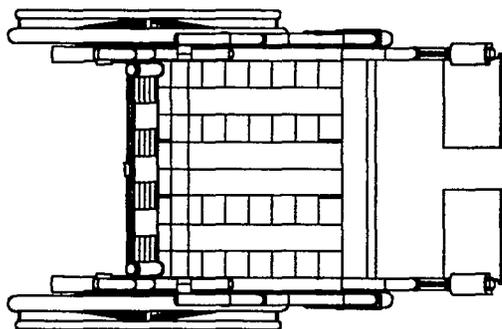
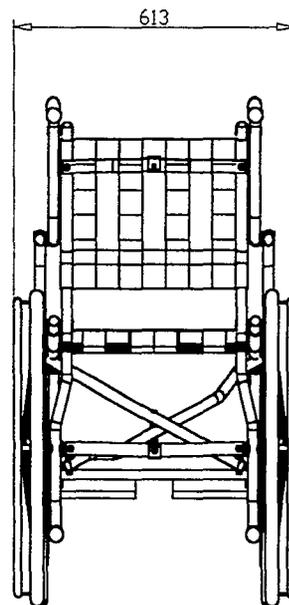
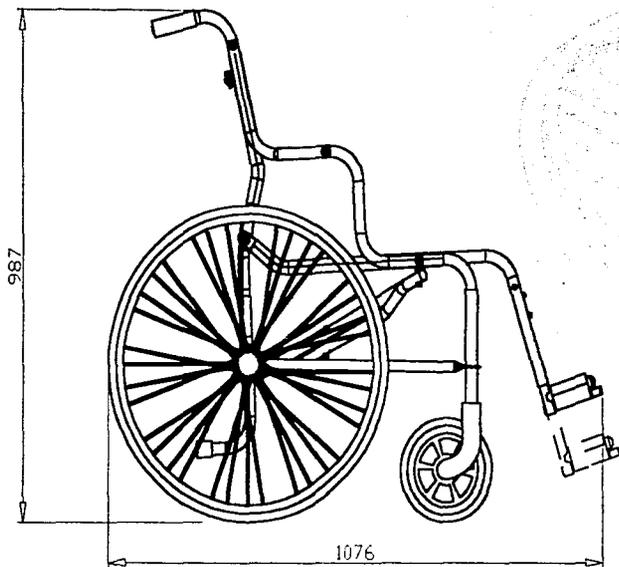
Las páginas siguientes muestran los planos técnicos del producto necesarios para poder fabricarlo correctamente. Se presentan un isométrico, las Vistas Generales, Detalles del producto, Despiece, y los planos pieza por pieza de aquellas que se manufacturan en el taller.

En total tenermos 40 piezas diferentes que componen la silla de ruedas compactable para adulto. Este número de piezas, aun cuando es alto para un producto de funciones simples como aparentemente lo es una silla de ruedas, es menor al número de piezas que compone una silla de ruedas estándar, la cual tiene 49, siendo ésta una de las de menor cantidad de piezas entre los productos existentes.

Después de los planos técnicos presentan los esquemas de producción y diagrama de ensamble de la silla de ruedas compactable para adulto.

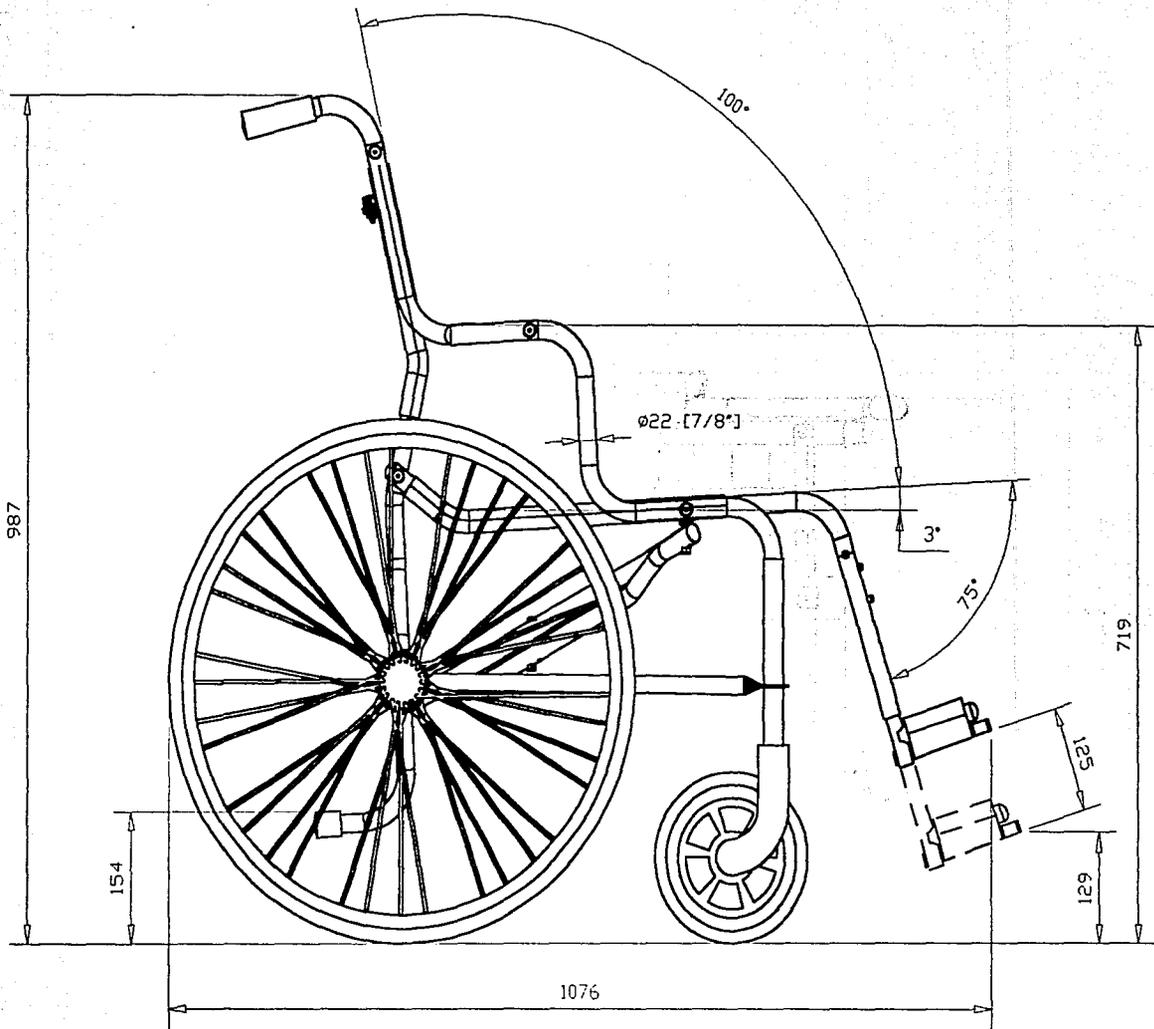


6/	SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO	UNAM-ENEP ARAGÓN
	ISOMÉTRICO	RAUL VICENTE GALINDO SOSA
	ESC.: 1:7.5	ACOT.: US - A
		1 / 33

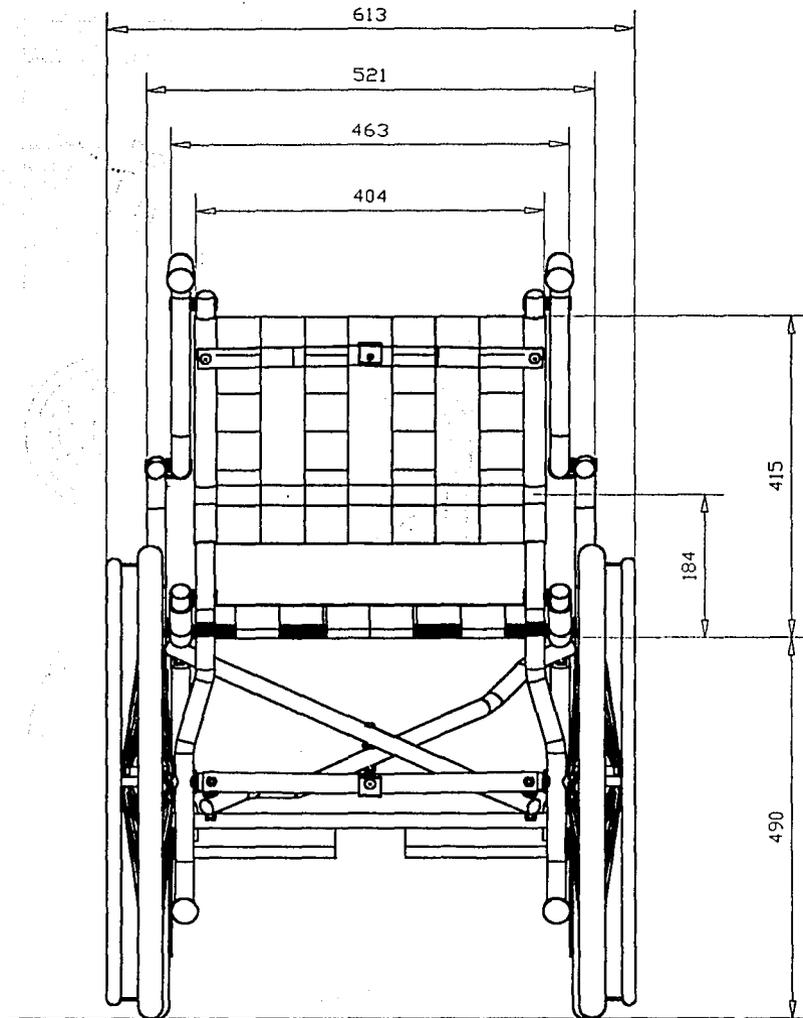


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
VISTAS GENERALES		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:12.5	ACOT.: mm	US - A
			2 / 33



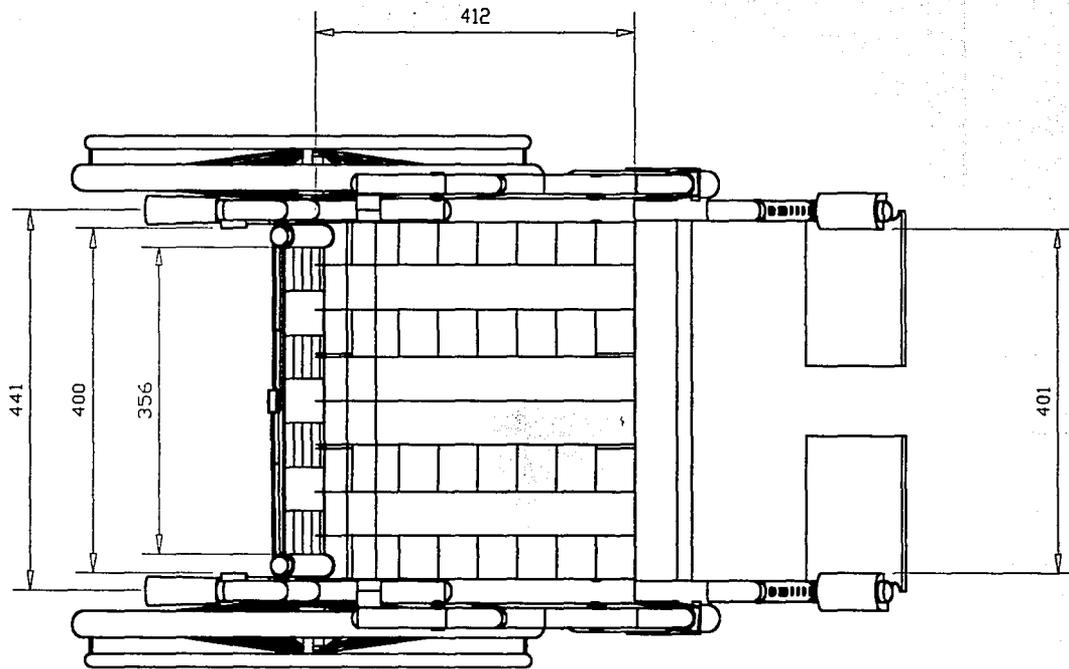
 SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
VISTA FRONTAL		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
ESC.: 1:7.5	ACOT.: mm	US - A	3 / 33	



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
VISTA LATERAL		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:7.5	ACOT.: mm	US - A	4 / 33

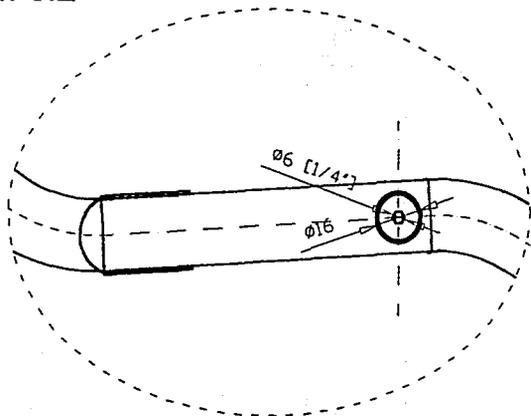
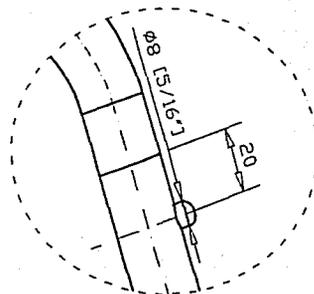
18



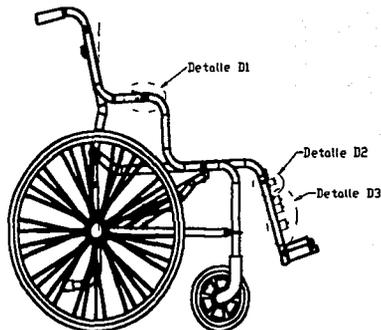
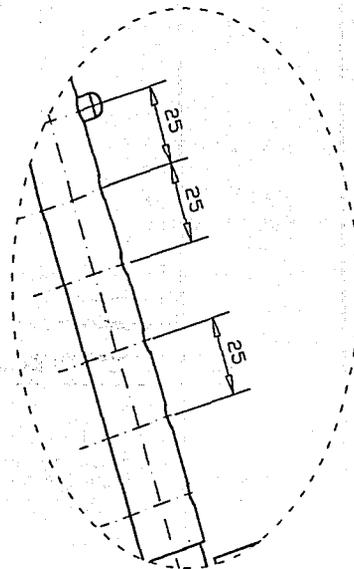
18/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
VISTA SUPERIOR		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:7.5	ACOT.: mm	US - A	5 / 33

Detalle D1
Tornillo conector
Esc.: 1:2

Detalle D2
Desmontable de
Reposapiés
Esc.: 1:2

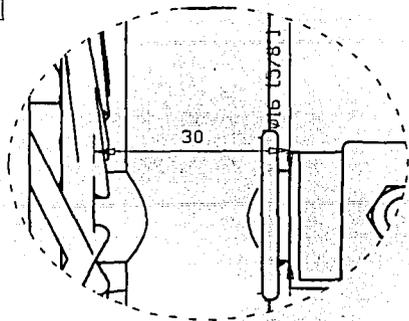


Detalle D3
Barrenos de
Reposapiés
extensible
Esc.: 1:2

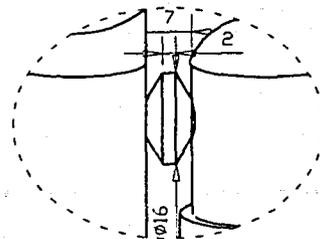


SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN
DETALLES		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: ANOT.	ACOT.: mm	US - A	6 / 33

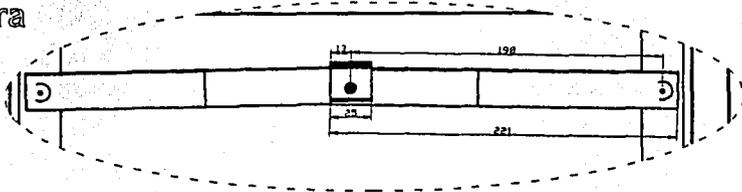
Detalle D4
 Buje de rueda
 Esc.: 1:1



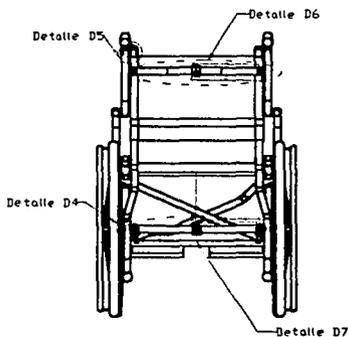
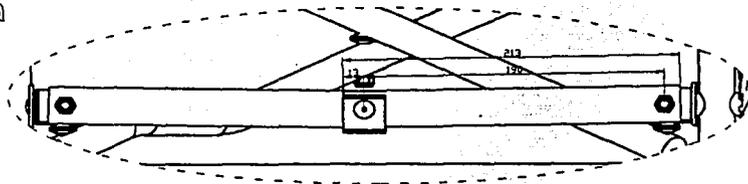
Detalle D5
 Buje exterior
 Esc.: 1:1



Detalle D6
 Sistema de rodillera superior
 Esc.: 1:4

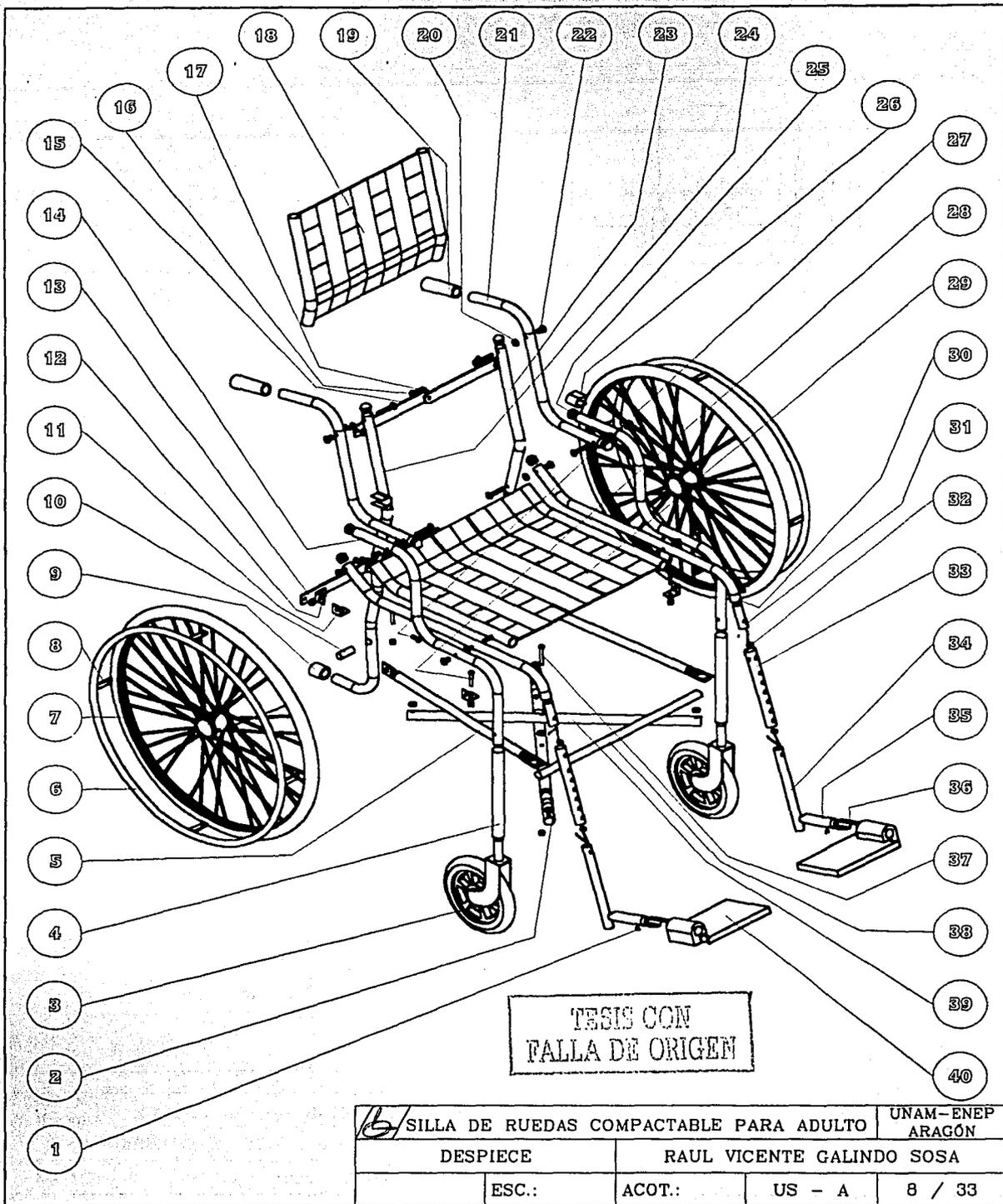


Detalle D7
 Sistema de rodillera inferior
 Esc.: 1:4



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
DETALLES		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: ANOT.	ACOT.: mm	US - A	7 / 33



TRIS CON
PALAS DE ORIGEN

compact

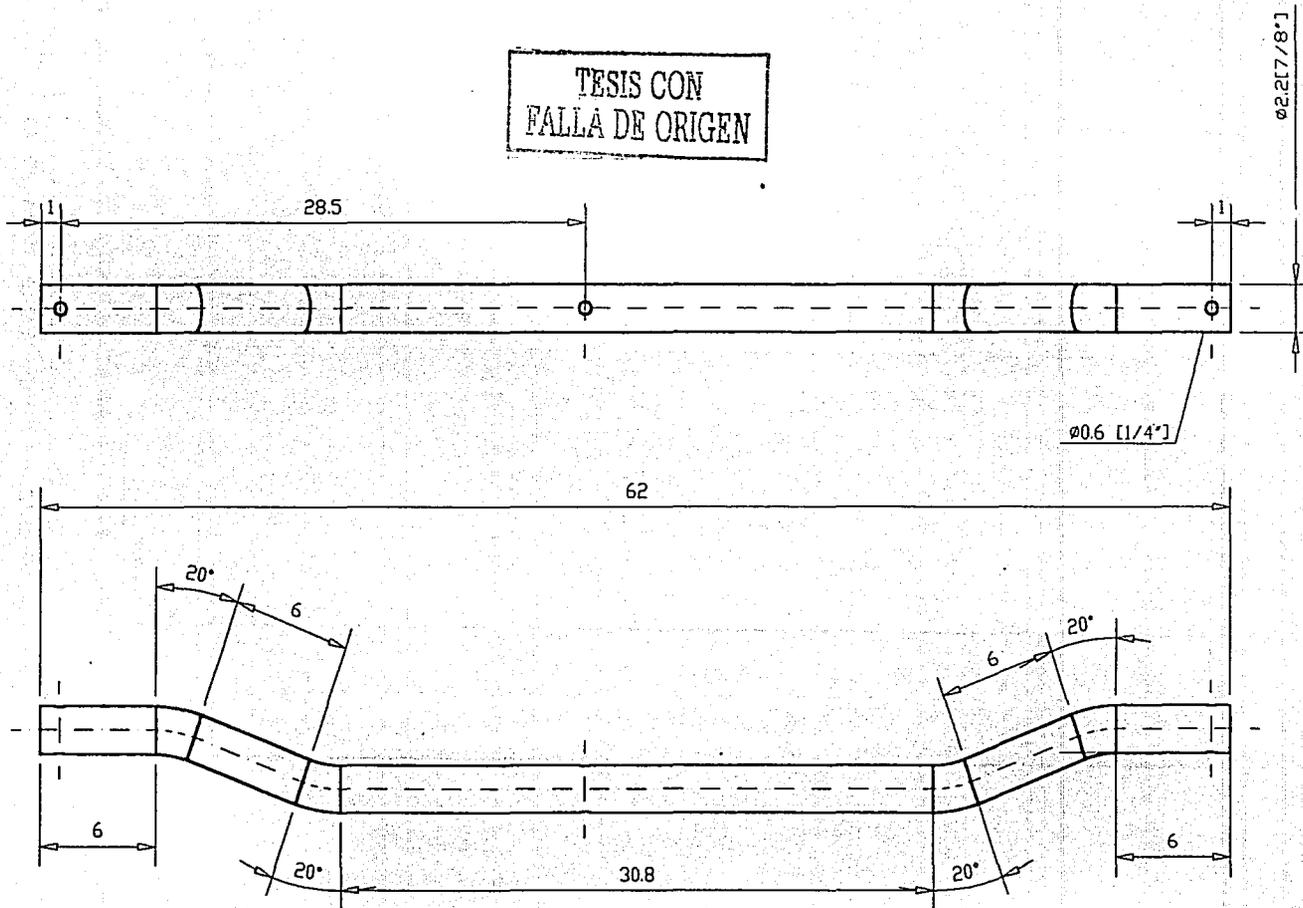
Lista de partes y elementos

No.	Pieza	Can-ti-dad	Materia	Procesos de fabricación	Unidad de medida	Dimen-siones
1	Remache pop para desmontables y reposapiés	4	Aluminio	Pieza comercial	pza	3/16" x 7/32"
2	Cruceta inferior curva	1	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano	mm	680
3	Rodaja	2	Acero, neopreno, polipropileno.	Pieza comercial.	pza	8"
4	Porta—rodaja	2	Tubo de acero al bajo carbón de 1" de diámetro calibre 18	Corte, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	220
5	Travesaño	2	Tubo de acero al bajo carbón de 1" de diámetro calibre 18	Corte, prensado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	510
6	Aro impulsor	2	Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" de diámetro calib. 18	Corte, rolado, soldado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	1000
7	Conjunto rueda	2	Aluminio, acero, hule, bronce	Pieza comercial.	pza	24"
8	Soleras para aro	8	Solera de acero al bajo carbón de 1/2" x 1/8"	Corte, esmerilado, barrenado, soldado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	40
9	Regaton liso para tubo de 7/8"	2	Hule natural	Pieza comercial	pza	7/8"
10	Buje de rueda	2	Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" de diámetro calibre 18	Corte, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	30
11	ELE inferior	4	Angulo de acero al bajo carbón de 1 1/4" x 1/8"	Corte, barrenado, esmerilado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	25
12	ELE posterior baja	2	Angulo de acero al bajo carbón de 1 1/4" x 1/8"	Corte, barrenado, esmerilado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	25
13	Solera de rodillera Baja	2	Solera de acero al bajo carbón de 1" x 1/8"	Corte, barrenado, esmerilado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	213
14	Codera	2	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	762
15	Solera de rodillera Alta	2	Solera de acero al bajo carbón de 1" x 1/8"	Corte, barrenado, esmerilado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	221
16	Remache pop para rodillera	4	Aluminio	Pieza comercial	pza	1/4" x 1/2"
17	Tope de rodillera	2	Angulo de acero al bajo carbón de 1" x 1/2" x 1/8"	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	25
18	Respaldo	1	Cinta de algodón color crudo de 2" de ancho con recubrimiento impermeabilizante.	Corte, entrelazado, costura.	mm	6500
19	Puño moldeado	2	PVC	Pieza comercial	pza	7/8"
20	Buje exterior	17	PVC	Pieza comercial	pza	1/4" Int.

Lista de partes y elementos (continuación)

No.	Pieza	Canti- dad	Material	Procesos de fabricación	Unidad de medida	Dimen- siones
21	Asa—codera	2	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	570
22	Tomillo mediano con tuerca tipo conector	8	Acero tropicalizado	Pieza comercial	pza	1/4" x 1 3/4"
23	Porta—respaldo izquierdo	1	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	918
24	Porta—respaldo derecho	1	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	918
25	Tapon para tubo de 7/8"	10	PVC	Pieza comercial	pza	7/8"
26	Seguro de codera	2	Acero	Corte, doblado, esmaltado electrostático base poliuretano.	pza	1/4"
27	Tomillo corto con tuerca de seguridad	2	Acero galvanizado	Pieza comercial	pza	1/4" x 3/4"
28	Tomillo mediano con tuerca de seguridad	4	Acero galvanizado	Pieza comercial	pza	1/4" x 1 1/2"
29	Asiento	1	Cinta de algodón color crudo de 2" de ancho con recubrimiento impermeabilizante.	Corte, entrelazado, costura.	mm	9080
30	Porta—asiento	2	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, doblado, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	645
31	Unión para desmontables	2	Tubo de acero estructural de 3/4" de diámetro calibre 18	Corte, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	60
32	Bala con seguro de fleje	6	Bronce, acero templado	Pieza comercial	pza	
33	Desmontable para reposapiés	2	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	200
34	Extensión de reposapiés	2	Tubo de acero al bajo carbón de 3/4" de diámetro calibre 18	Corte, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	215
35	Porta—reposapiés	2	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, soldado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	100
36	Fleje para reposapiés	2	Lámina de acero al bajo carbón	Corte, doblado	sqf	0.005
37	Tomillo largo con tuerca de seguridad	1	Acero galvanizado	Pieza comercial	pza	1/4" x 2"
38	Refuerzo	1	Tubo de acero al bajo carbón de 3/4" de diámetro calibre 18	Corte, esmerilado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	430
39	Cruceta inferior recta	1	Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	Corte, barrenado, esmaltado electrostático base poliuretano.	mm	620
40	Reposapiés	2	Polipropileno reforzado con fibra de vidrio	Pieza comercial	pza	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

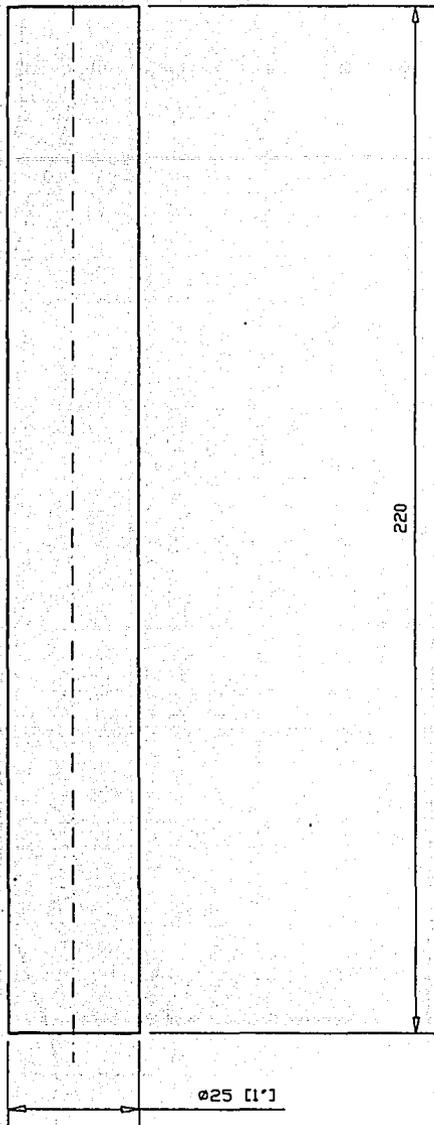


Notas:

Radio interior de dobléz = 47

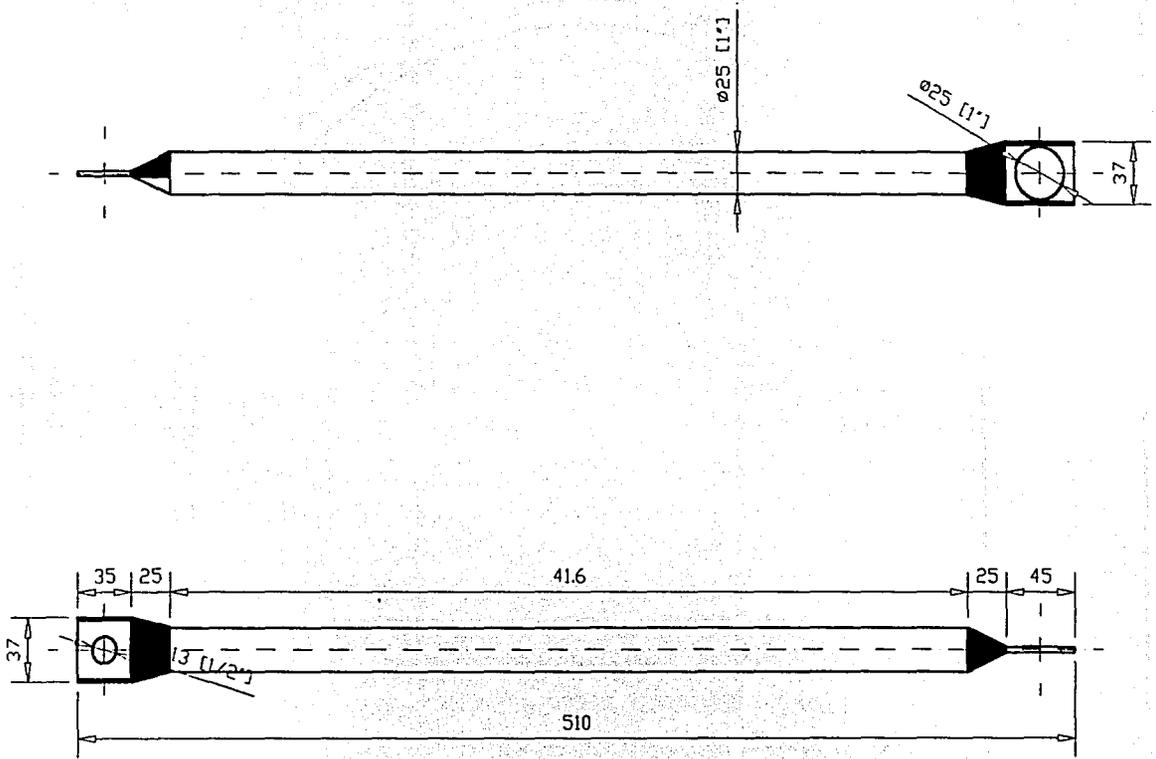
Desarrollo de la pieza = 680

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGON	
PIEZA 02 CRUCETA INFERIOR CURVA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:3	ACOT.: cm	US - A
		9 / 33	



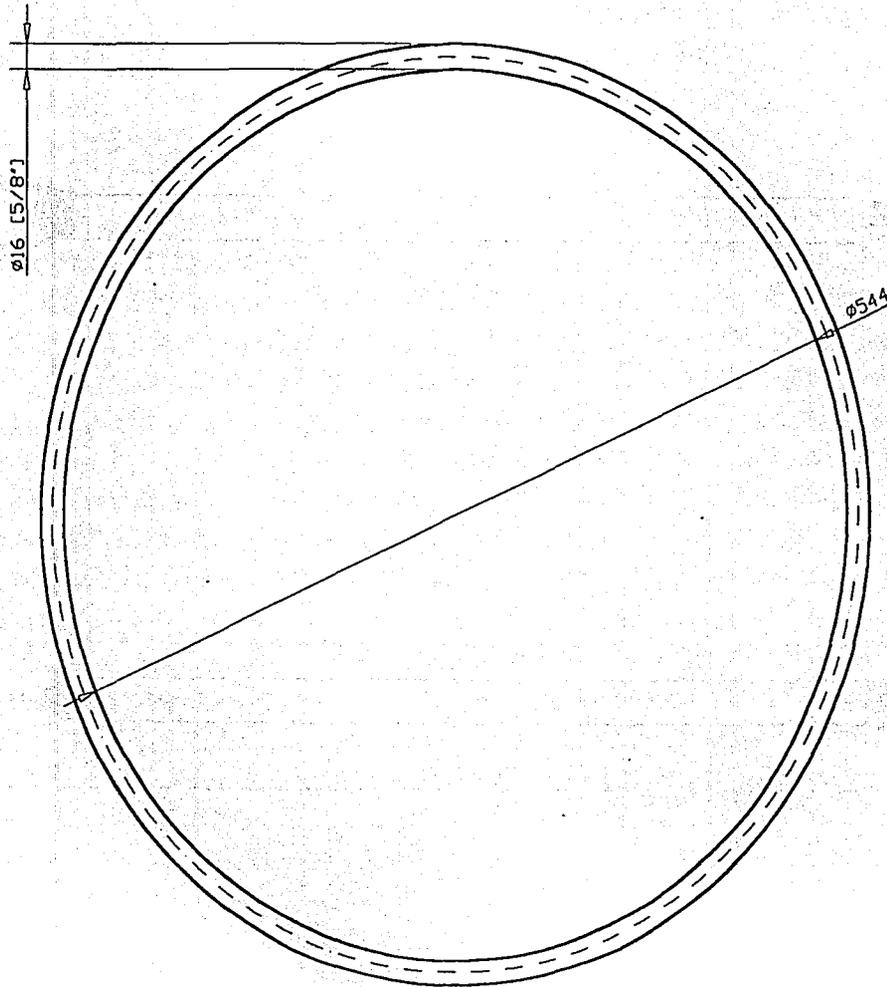
16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 04 PORTA-RODAJA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
	ESC.: 1:1.25	ACOT.: cm	US - A	10 / 31

68



Notas:
 Proceso de prensado por tornillo
 Desarrollo de la pieza = 510

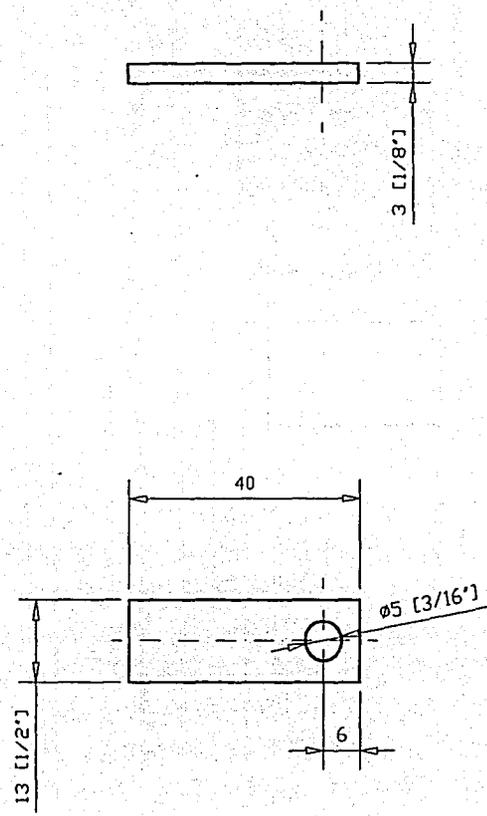
		6 SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 05 TRAVESAÑO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA			
		ESC.: 1:3	ACOT.: mm	US - A	11 / 33



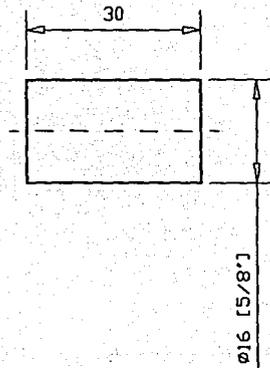
Notas:
 Proceso de rolado
 Desarrollo de la pieza = 1000
 Recortar puntas para unión de soldadura

6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 06 ARO IMPULSOR		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
	ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A	12 / 33

16



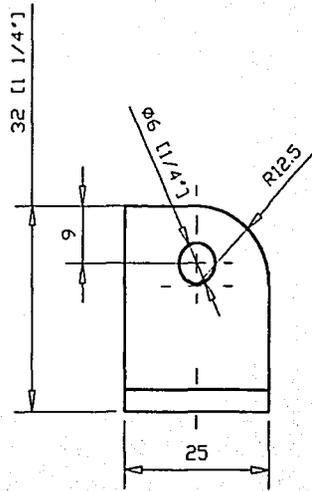
16	SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP
	PIEZA 08 SOLERAS PARA ARO			ARAGÓN
ESC.: 1:1		ACOT.: mm	US - A	13 / 33



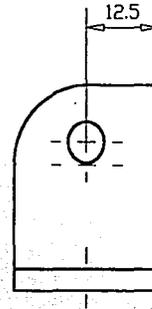
16/	SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN
	PIEZA 10 BUJE DE RUEDA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A	14 / 33

22

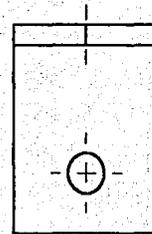
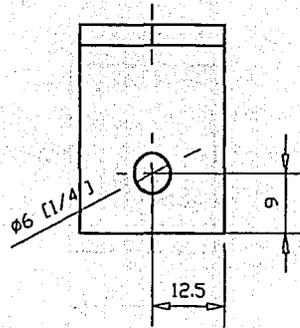
93



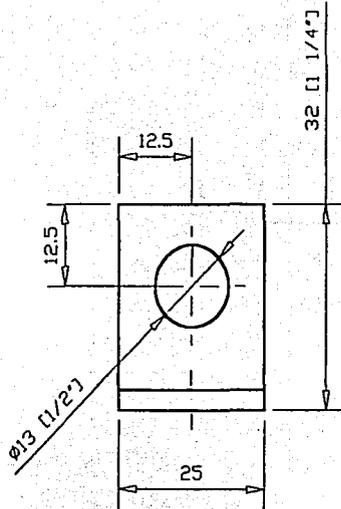
pieza
izquierda



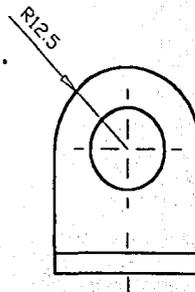
pieza
derecha



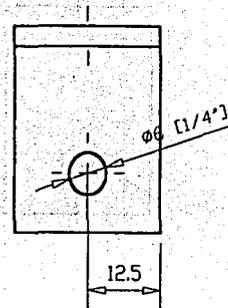
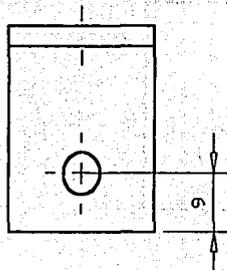
6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 11 ELE INFERIOR		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A
			15 / 33



Ele exterior

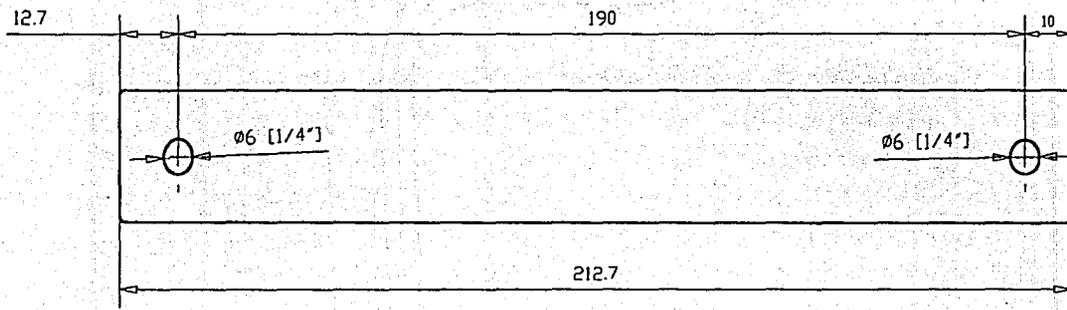
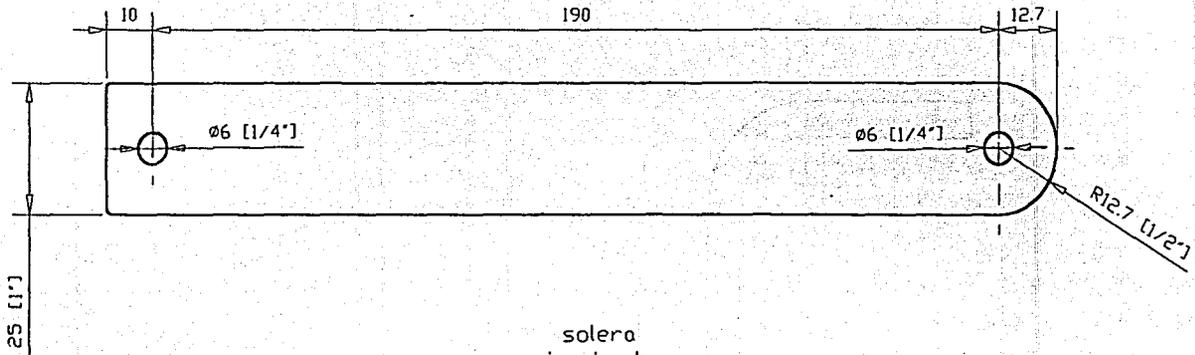


Ele interior



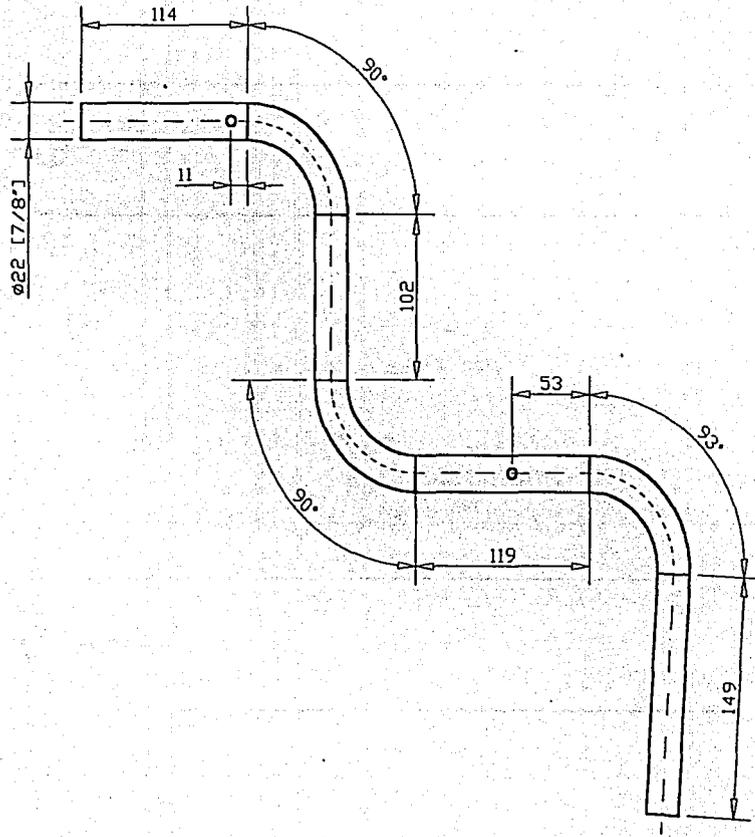
94

6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 12 ELE POSTERIOR BAJA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A
			16 / 33



SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 13 SOLERA DE RODILLERA BAJA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:1.25	ACOT.: mm	US - A	17 / 33

10 95



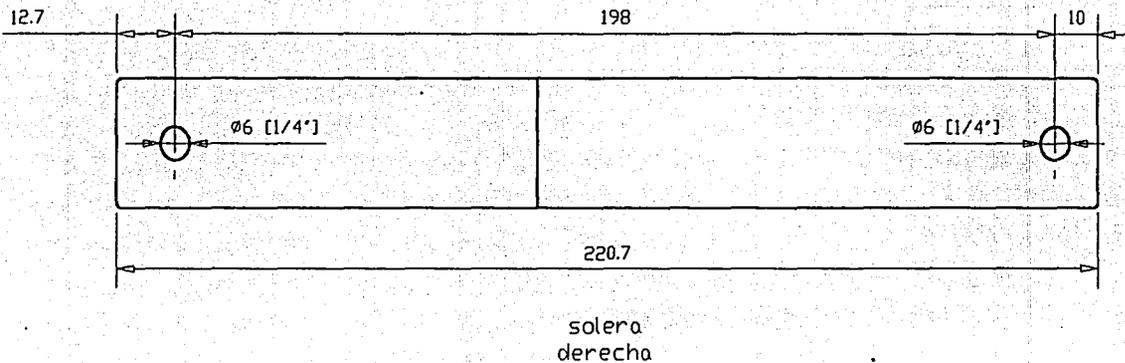
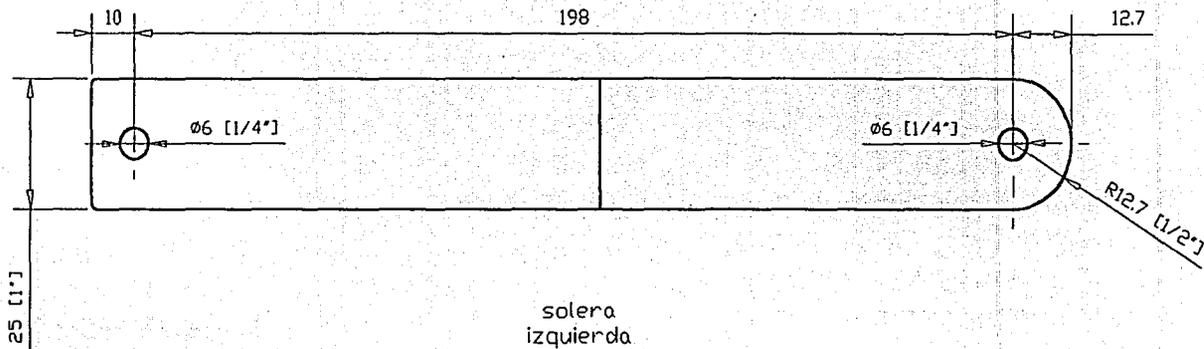
Notas:

Radio interior de doblez = 47

Desarrollo de la pieza = 762

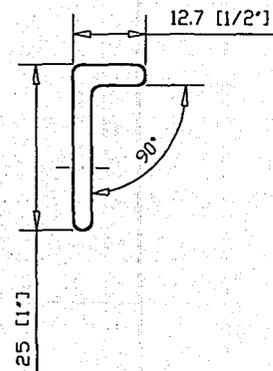
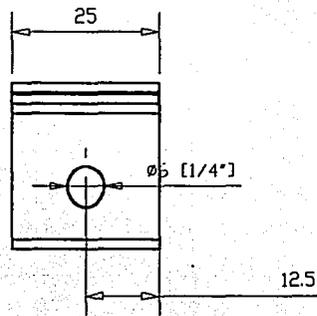
6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 14 CODERA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A	18 / 33	

96

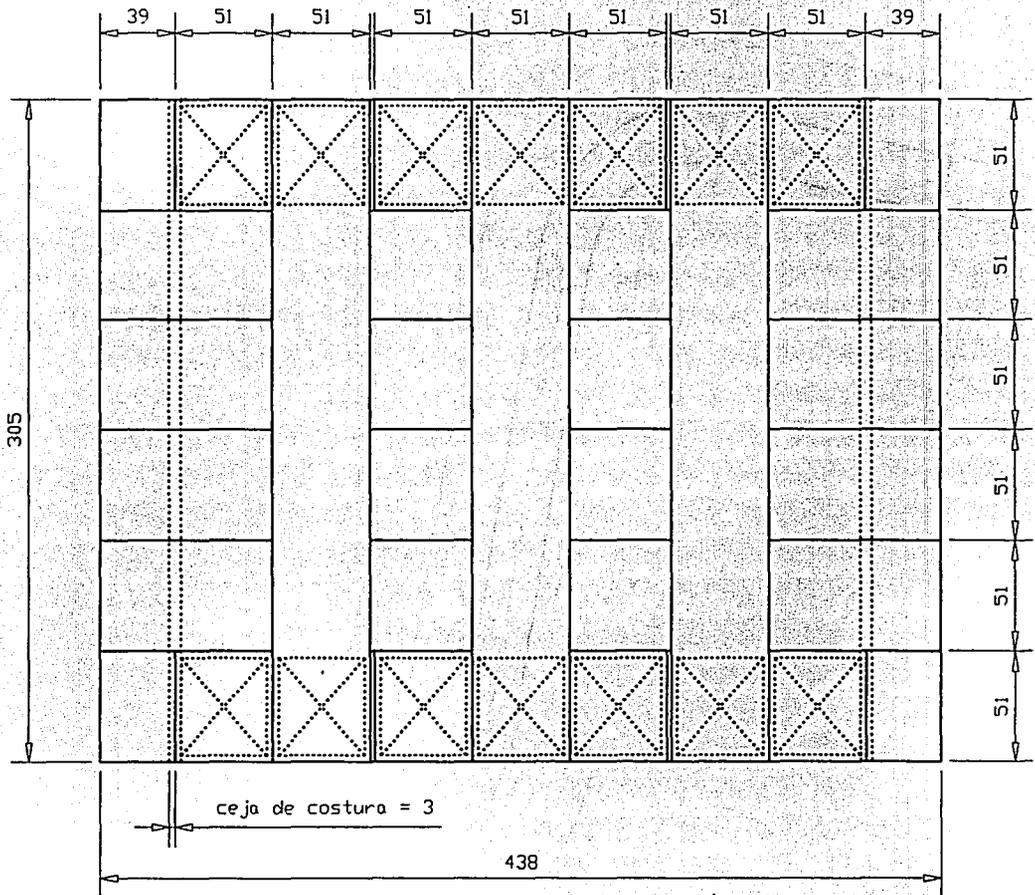


SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 15 SOLERA DE RODILLERA ALTA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
ESC.: 1:1.25	ACOT.: mm	US - A	19 / 33	

97



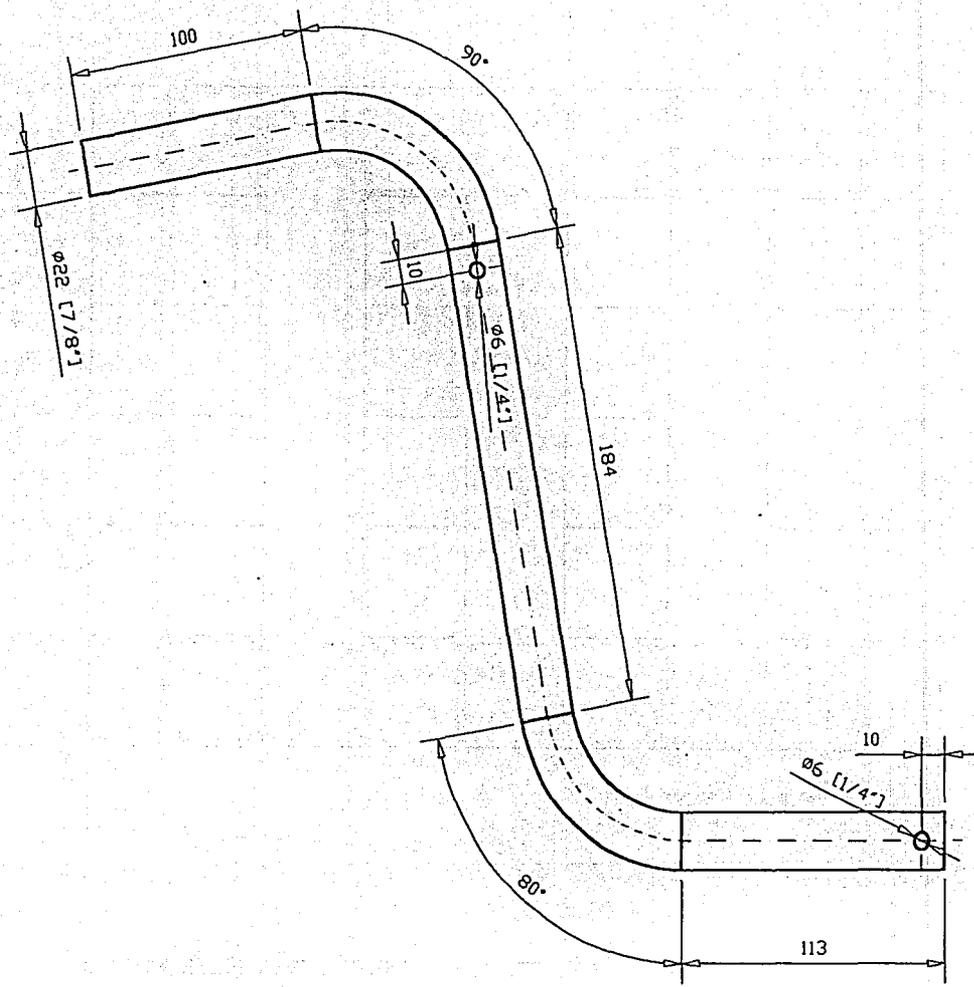
b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 17 TOPE DE RODILLERA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
	ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A	20 / 33



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 18 RESPALDO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:3	ACOT.: mm	US - A
			21 / 33

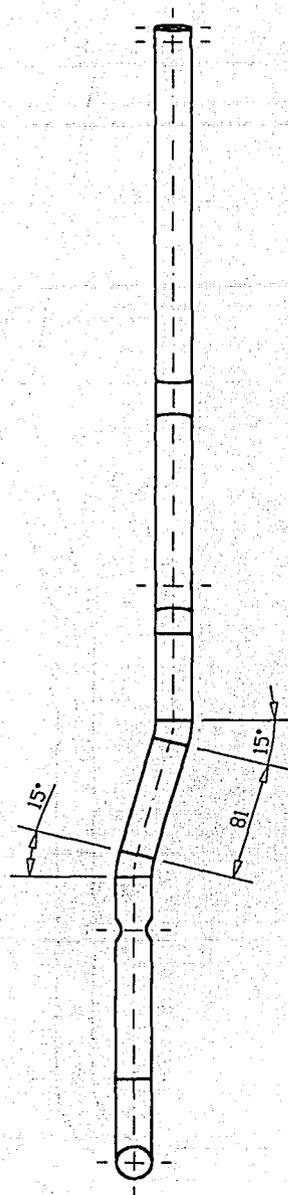
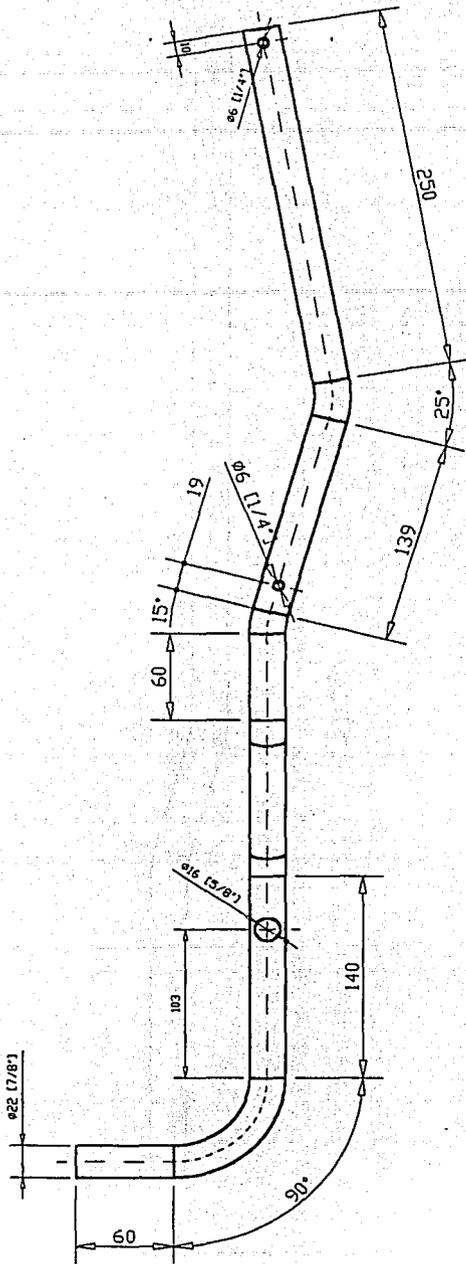
66 99



Notas:
 Radio interior de dobléz = 47
 Desarrollo de la pieza = 570

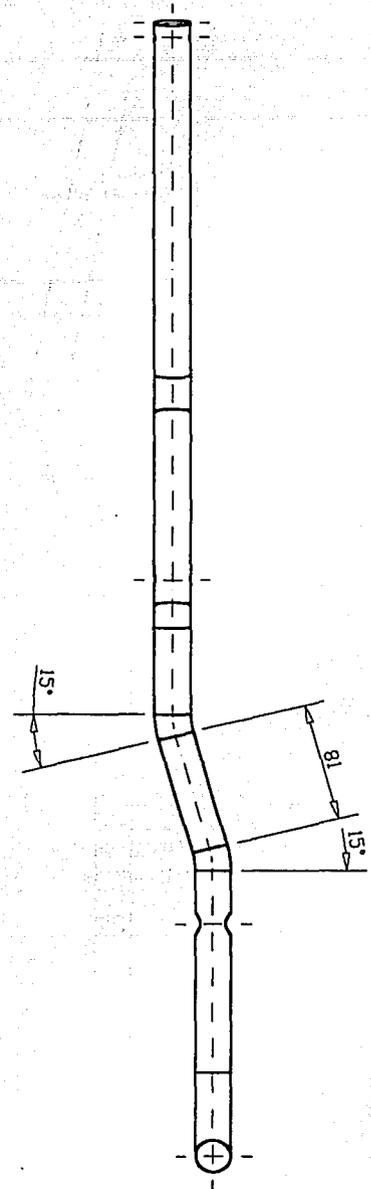
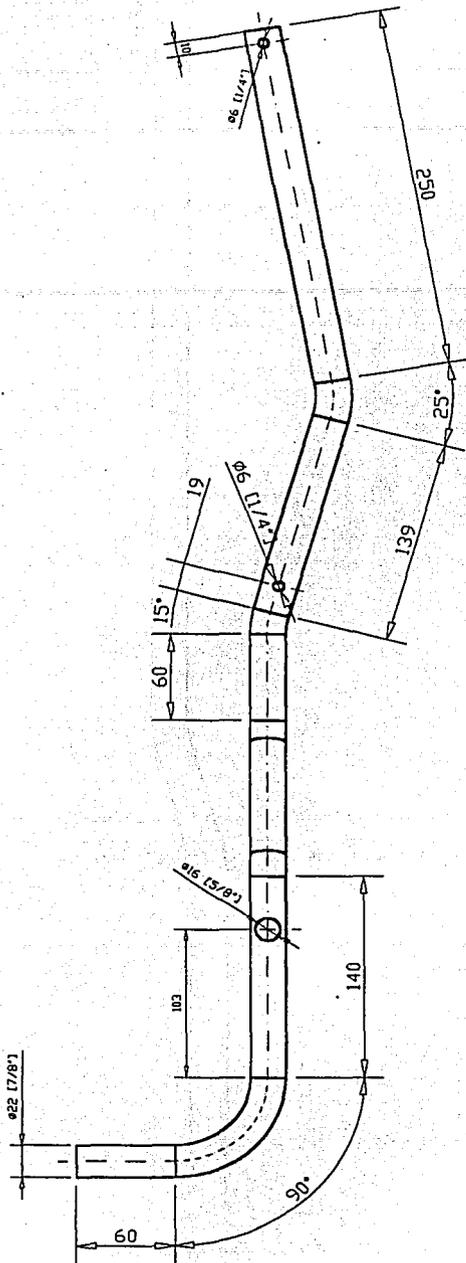
6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGON	
PIEZA 21 ASA-CODERA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:2.5	ACOT.: mm	US - A	22 / 33

100



Notas:
 Radio int. de dobléz = 47
 Desarrollo de la pieza=918

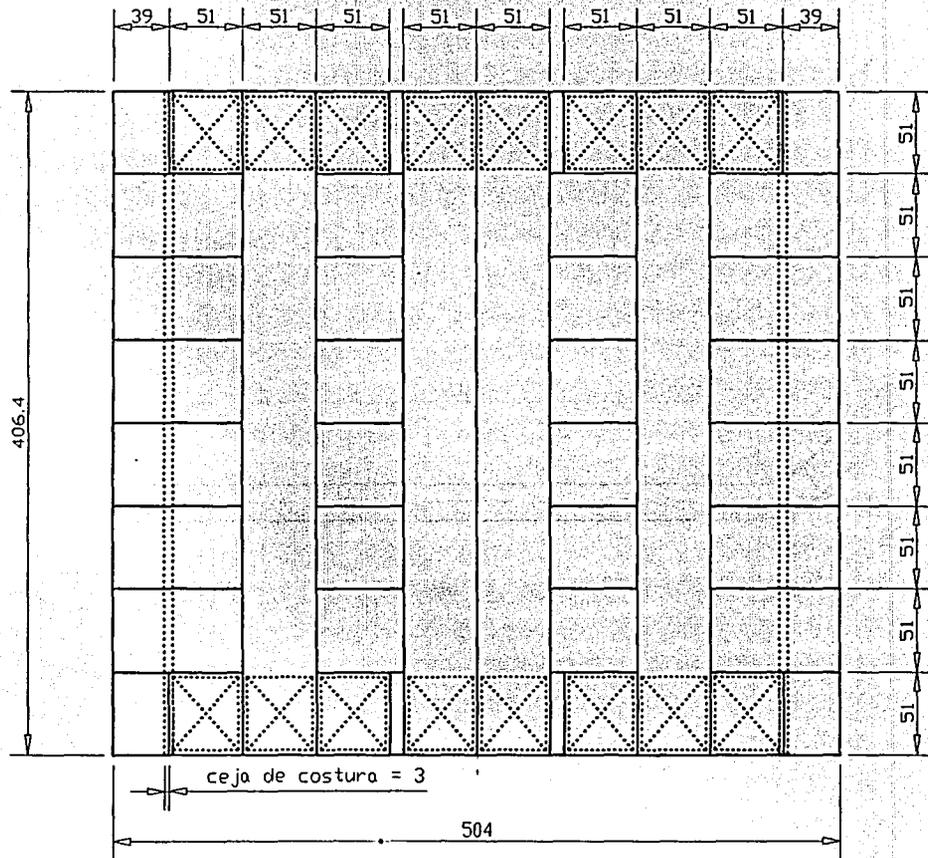
16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 23 PORTA- RESPALDO IZQUIERDO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A
			23 / 33



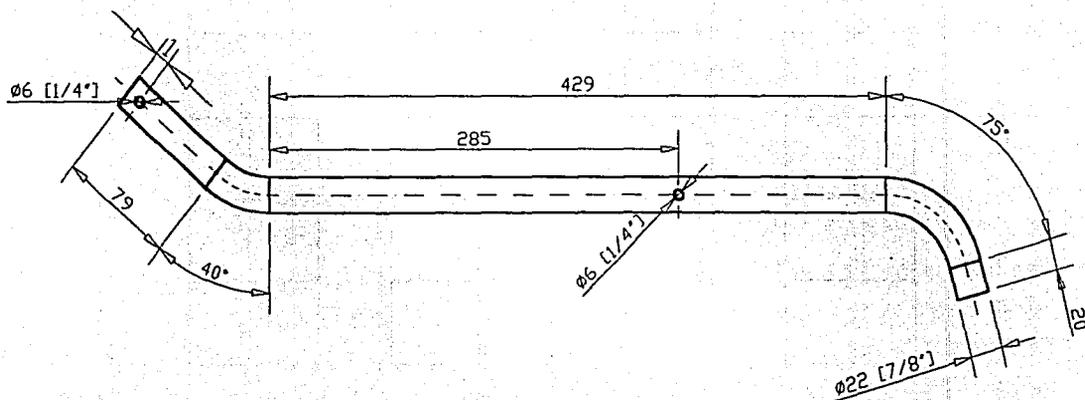
Notas:
 Radio int. de dobléz = 47
 Desarrollo de la pieza=918

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 24 PORTA- RESPALDO DERECHO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A
		24 / 33	

103



6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 29 ASIENTO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A 25 / 33

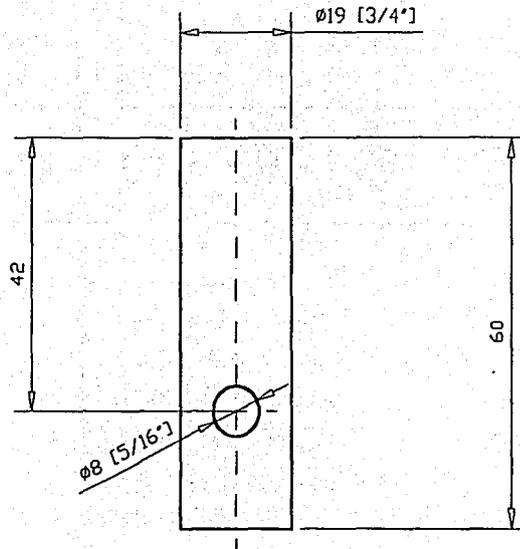


104

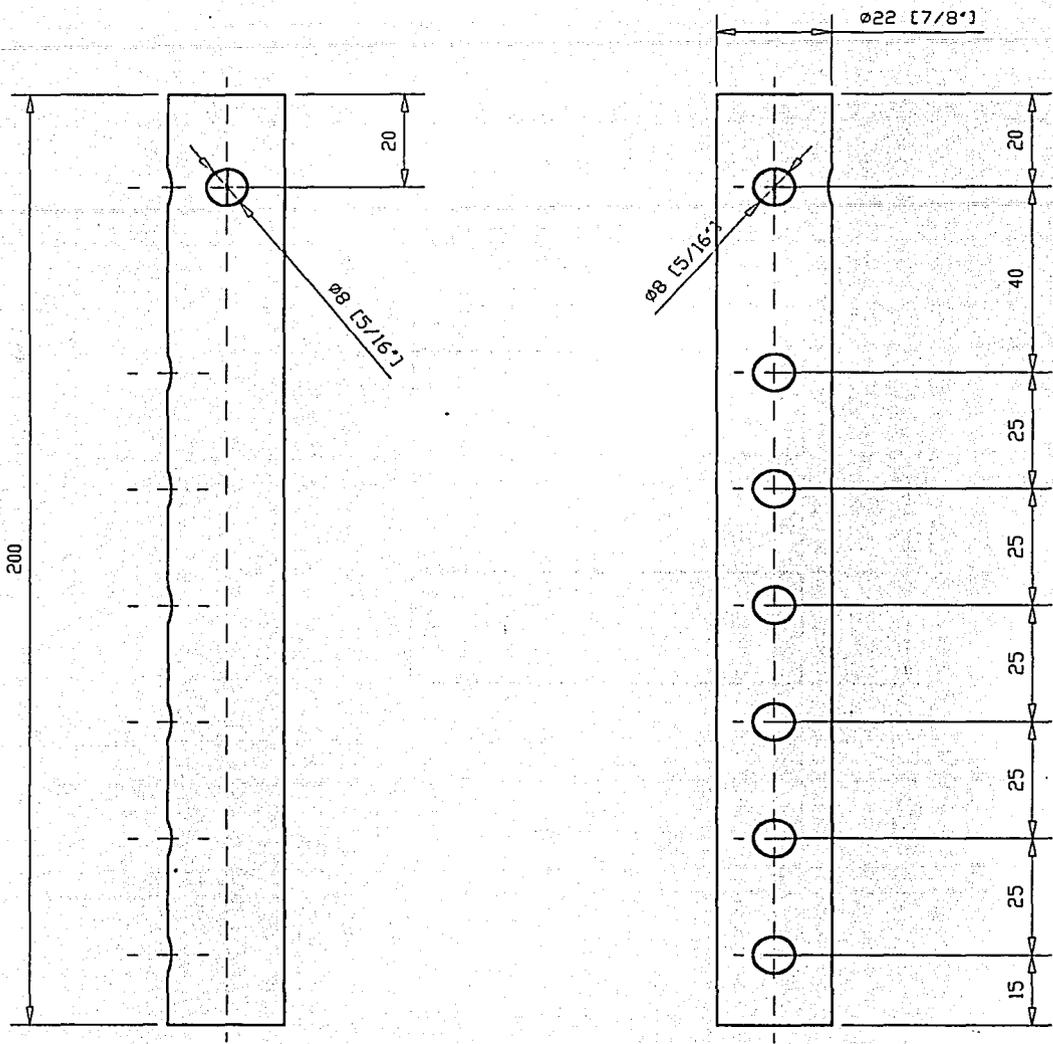
Notas:
 Radio interior de dobléz = 47
 Desarrollo de la pieza = 645

6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN
PIEZA 30 PORTA- ASIENTO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:4	ACOT.: mm	US - A	26 / 33

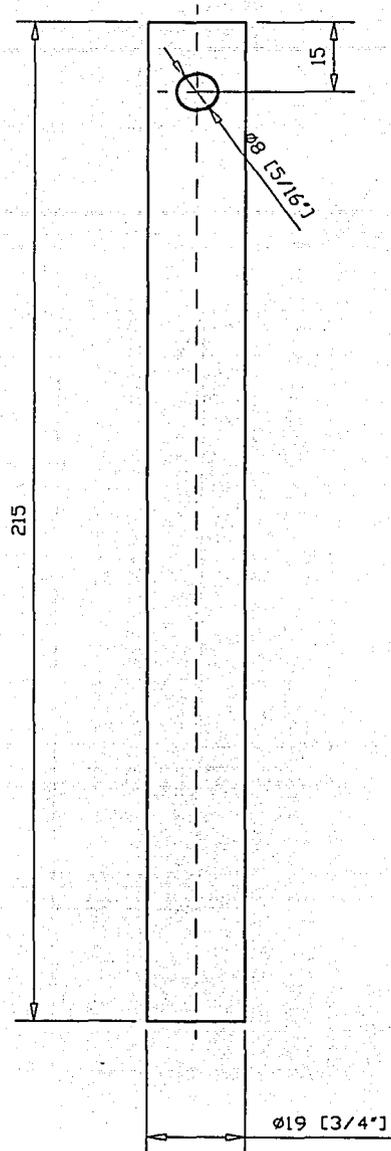
105



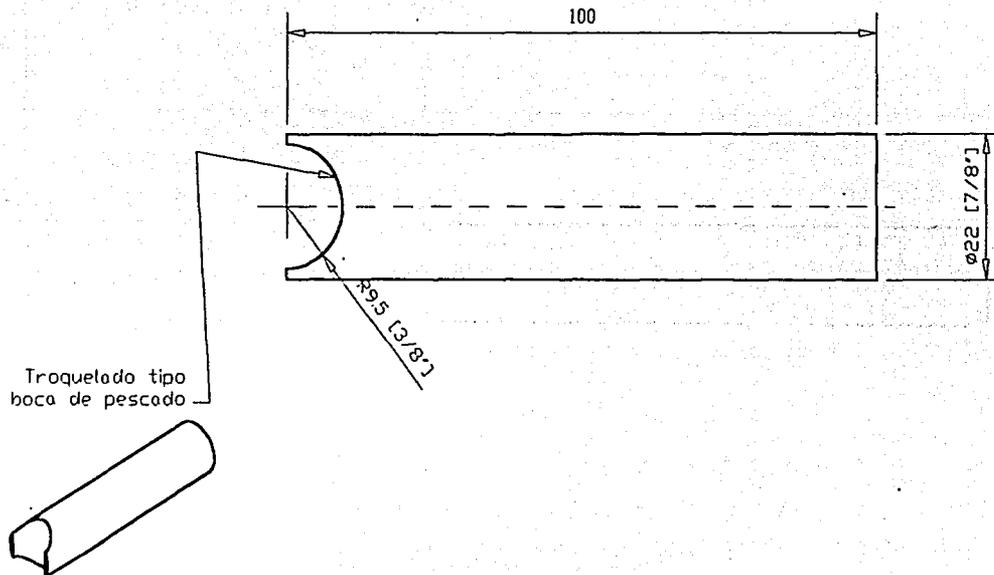
6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGON	
PIEZA 31 UNIÓN PARA DESMONTABLES		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A	27 / 33



16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 33 DESMONTABLE PARA REPOSAPIÉS		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
	ESC.: 1:1.25	ACOT.: mm	US - A
		28 / 33	

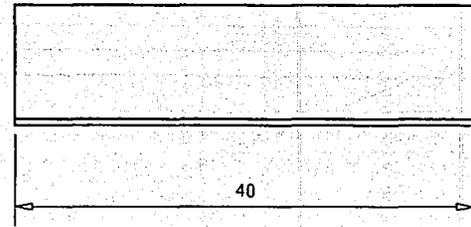
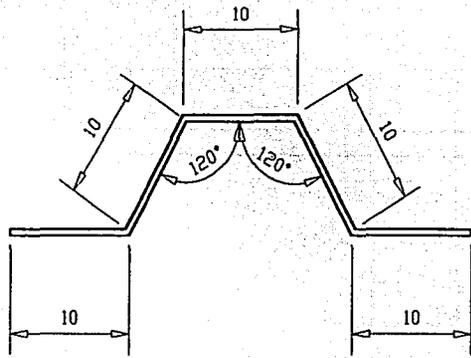


16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN
PIEZA 34 EXTENSIÓN DE REPOSAPIÉS		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:1.25	ACOT.: mm	US - A	29 / 33

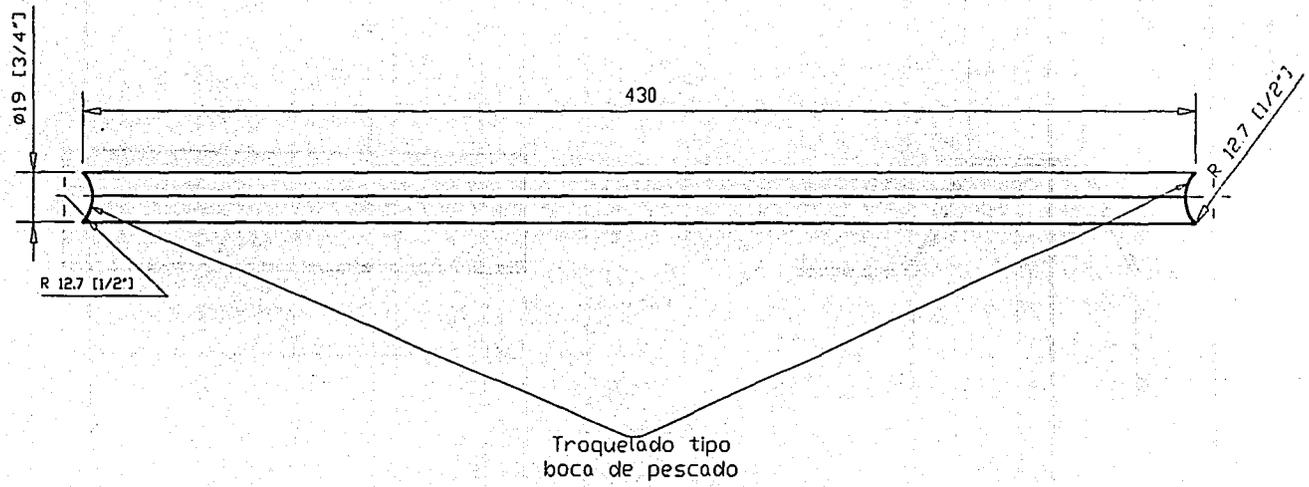


16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 35 PORTA-REPOSAPIÉS		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:1	ACOT.: mm	US - A	30 / 33

601

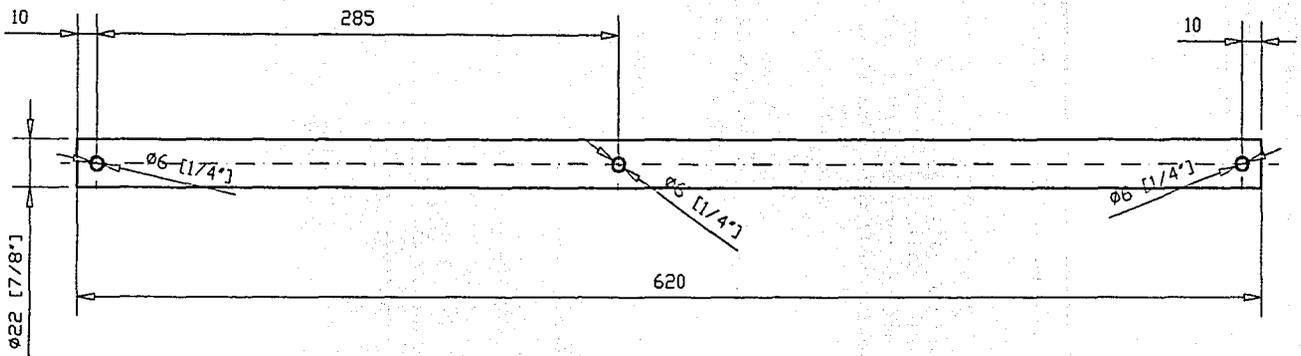


6/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO		UNAM-ENEP	
PIEZA 36 FLEJE PARA REPOSAPIÉS		ARAGÓN	
		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 2:1	ACOT.: mm	US - A	31 / 33



110

16/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN
PIEZA 38 REFUERZO		RAUL VICENTE GALINDO SOSA	
ESC.: 1:2.5	ACOT.: mm	US - A	32 / 33



171

b/ SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO			UNAM-ENEP ARAGÓN	
PIEZA 39 CRUCETA INFERIOR RECTA		RAUL VICENTE GALINDO SOSA		
	ESC.: 1:3	ACOT.: mm	US - A	33 / 33

3.5. Producción

Hasta este momento ya conocemos como es la silla de ruedas compactable para adulto, que elementos la componen y cuales son las especificaciones para fabricarla. Sin embargo, se hace necesario el esquematizar la forma de fabricar el producto, cuales son las operaciones, en que piezas se realizan y en que tiempo, principalmente para calcular el costo de la mano de obra que requiere la silla.

Para esto se presenta una serie de presupuestos que muestran los procesos que siguen las piezas desde que son materia prima, hasta que se ensambla el producto final. El primer cuadro divide los procesos por tipo de material, especificando el número de operaciones y el tiempo total por pieza. Los tiempos aquí presentados son estimados, considerando un porcentaje de suplementos del 80% total, ya que como se mencionó en un principio, los operarios de la Institución son personas con una capacidad residual mínima del 80%.

Después se presenta un cuadro que enlista la secuencia de ensamble de la silla de ruedas. Al final de este cuadro se presenta el estimado del costo de mano de obra, con base en los tiempos estimados para las operaciones y el ensamble. Para el costo de la hora hombre promedio se consideró la cantidad de \$500.00 semanales promedio de salarios de los operarios.

Finalmente se complementa la información anterior con un diagrama de proceso del ensamble general.

Con esto se puede completar la información requerida para obtener los costos del producto, que será el siguiente punto a tratar.

NUMERO DE OPERACIONES Y TIEMPO TOTAL POR PIEZA

ÁREA DE TUBO

OPERACIÓN	PIEZAS																TIEMPO TOTAL (seg)																				
	2		4		5		6		10		14		21		23			24		30		31		33		34		35		37		38					
	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t		O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t				
CORTE DE TUBO	1	6	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	1	6	1	6	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	2	12	1	6	1	6	162
DOBLADO DE TUBO	2	120			4	240					6	380	4	240	4	240	4	240	4	240																1680	
BARRENADO	3	108	2	72	4	144					6	216	4	144	3	108	3	108	6	216	2	72	16	576	2	72	2	72	3	108	2	72			2088		
ESMERILADO	6	60	2	20	4	40	2	20	4	40	12	120	8	80	6	60	6	60	12	120	2	20	16	160	2	20					6	60			880		
ROLADO							2	600																											600		

TOTAL 5410

ÁREA DE SOLERA Y ÁNGULO

OPERACIÓN	PIEZAS						TIEMPO TOTAL						
	7		10		11			12		14		16	
	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	O	t	
CORTE DE SOLERA	8	24	4	12	4	12	2	6	2	6	2	6	66
BARRENADO	8	288	8	288	8	288	4	144	4	144	2	72	1224
ESMERILADO	16	160	16	160	16	160	16	160	16	160	4	40	840

TOTAL 2130

ÁREA DE LÁMINA

OPERACIÓN	PIEZAS		TIEMPO TOTAL
	O	t	
CORTE DE LAMINA	2	60	60
DOBLADO	8	240	240
TOTAL			300

ÁREA DE TEXTIL

OPERACIÓN	PIEZAS				TIEMPO TOTAL
	17		28		
	O	t	O	t	
CORTE DE CINTA	13	130	16	160	290
ARMADO	1	200	1	250	450
COSTURA	40	800	48	960	1760
TOTAL					2500

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

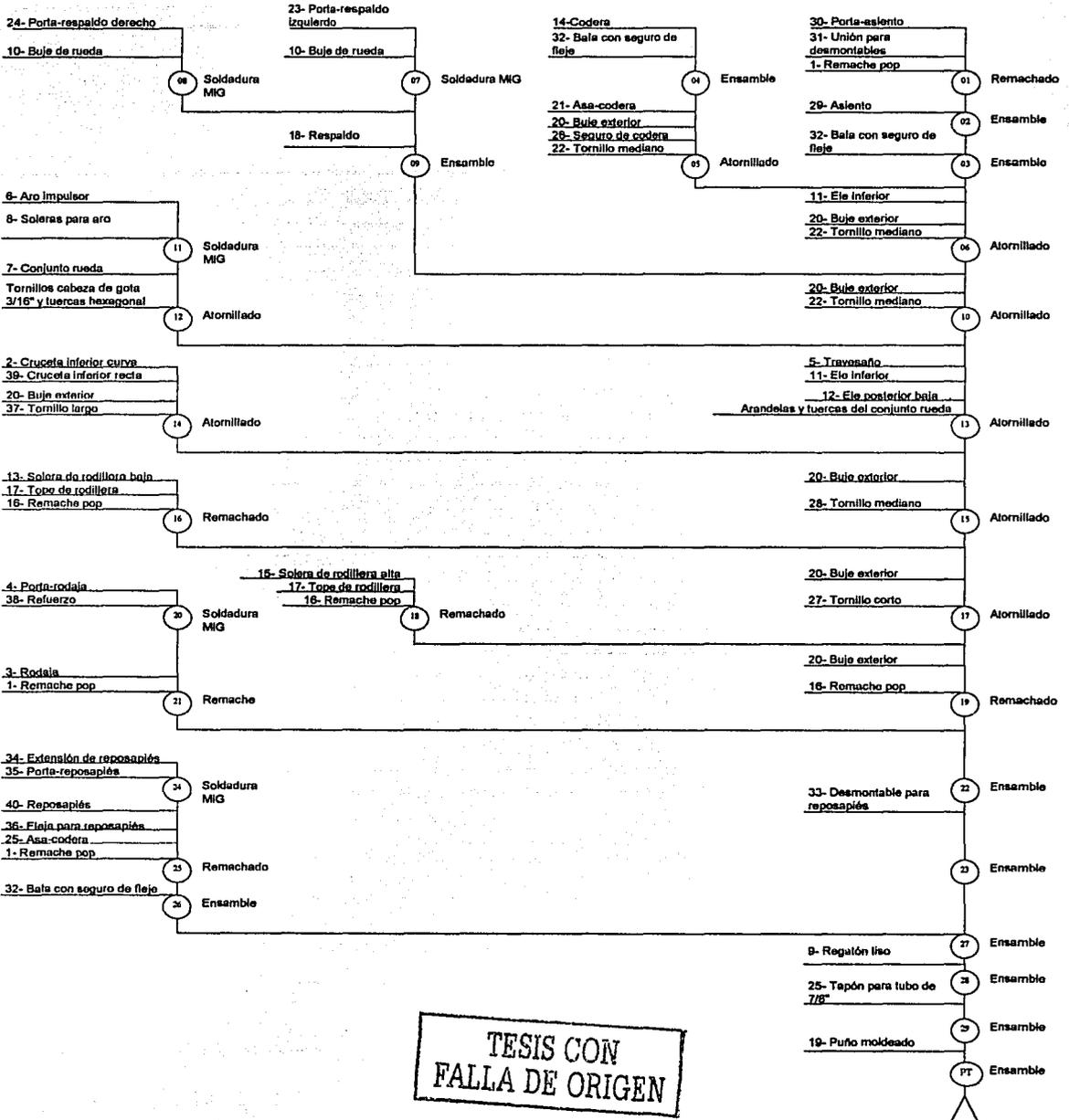
TOTALES	
ÁREA DE TUBO	5410
ÁREA DE SOLERA Y ÁNGULO	2130
ÁREA DE LÁMINA	300
ÁREA DE TEXTIL	2500
GRAN TOTAL	10340
	2.87 HORAS/HOMBRE

C/Impact

En el siguiente cuadro se muestra el proceso de ensamble general de la silla, así como el resumen general del tiempo de proceso y su consecuente estimado del costo de mano de obra. Cabe destacar nuevamente que los tiempos presentados son estimados, con porcentajes de suplementos adecuados a trabajado es con capacidad residual de mínimo el 80 %. También se especifica la posible cantidad de sillas a producir en un mes con un total de 8 trabajadores.

SECUENCIA DE ENSAMBLE DE LA SILLA DE RUEDAS COMPACTABLE PARA ADULTO					
PIEZA A	PIEZA B	PIEZA Y/O MEDIO DE UNION	SUBENSAMBLE	NO. DE OPERACIONES	TIEMPO TOTAL (seg)
30	31	1 Remache	S1	2	30
S1	29	Ensamble por inserción	S2	2	300
S2	32	Ensamble por inserción	S3	2	30
14	32	Ensamble por inserción	S4	2	30
21	S4	20, 26, 22 Tornillo conector	S5	2	90
S5	S3	11, 20, 22 Tornillo conector	S6	2	90
23	10	Soldadura MIG	S7	2	180
24	10	Soldadura MIG	S8	2	180
18	S7, S8	Ensamble por inserción	S9	2	250
S6	S9	20, 22 Tornillo conector	S10	4	180
6	8	Soldadura MIG	S11	10	900
S11	7	Tornillo 3/16" x 1/2" con tuerca de seguridad	S12	8	360
S10	S12	6, 11, 12, Arandela de seguridad y tuerca de ruedas	S13	2	120
2	39	20, 37 Tornillo	S14	1	45
S13	S14	20, 28 Tornillo	S15	4	180
13	17	1 Remache	S16	1	15
S15	S16	20, 27 Tornillo	S17	2	90
15	17	16 Remache	S18	1	15
S17	S18	20, 16 Remache	S19	4	60
4	40	Soldadura MIG	S20	2	180
3	S20	1 Remache	S21	4	60
S19	S21	Ensamble por inserción	S22	2	40
S22	33	Ensamble por inserción	S23	2	40
34	35	Soldadura MIG	S24	2	180
S24	40	36, 1, 25 Remache	S25	2	30
S25	32	Ensamble por inserción	S26	2	30
S23	S26	Ensamble por inserción	S27	2	40
S27	9	Ensamble por inserción	S28	2	60
S28	25	Ensamble por inserción	S29	8	240
S29	19	Ensamble por inserción	PT	2	60
TOTAL DE TIEMPO DE ENSAMBLE					4105
TOTAL DE TIEMPO DE OPERACIONES					10340
GRAN TOTAL					14445
EQUIVALENTE EN HORAS HOMBRE					4.01
COSTO DE HORA HOMBRE PROMEDIO					\$ 12.50
COSTO DE MANO DE OBRA					\$ 50.16
CAPACIDAD DE PRODUCCION POR 8 TRABAJADORES					383

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE ENSAMBLE



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3.6. Estimado de costos

Otro de los aspectos imprescindibles, es el estimado de costos, ya que nos confirma o no si logramos llegar a la meta propuesta en los requerimientos relativa al costo del producto. Para eso presentamos un análisis de los costos del producto incluyendo costos de materia prima a precio de mayoreo, mano de obra, gastos de fabricación y administración y un porcentaje de utilidad. Cabe destacar que estos costos son al 1° de enero del 2001, y cualquier estimación deberá siempre actualizarse.

Material	Consumo por silla	Unidad de medida	Costo unitario	Costo por silla
Angulo de acero al bajo carbón de 1 1/4" x 1/8"	0.1	m	\$ 4.50	\$ 0.45
Angulo de acero al bajo carbón de 1" x 1/2" x 1/8"	0.1	m	\$ 3.50	\$ 0.35
Bala con seguro de fleje	6	pza	\$ 1.00	\$ 6.00
Buje exterior	17	pza	\$ 0.10	\$ 1.70
Cinta de algodón colores varios de 2" de ancho con recubrimiento impermeabilizante.	11.08	m	\$ 6.00	\$ 66.48
Conjunto rueda	2	pza	\$ 103.50	\$ 207.00
Freno estándar para silla de ruedas	2	pza	\$ 7.00	\$ 14.00
Lámina de acero al bajo carbón calibre 20	0.01	sqf	\$ 4.79	\$ 0.05
Puño moldeado	2	pza	\$ 0.70	\$ 1.40
Regatón liso para tubo de 7/8"	2	pza	\$ 0.85	\$ 1.70
Remache pop para desmontables y reposapiés	4	pza	\$ 0.35	\$ 1.40
Remache pop para rodillera	4	pza	\$ 0.35	\$ 1.40
Reposapiés	2	pza	\$ 11.00	\$ 22.00
Rodaja con horquilla y accesorios	2	pza	\$ 30.00	\$ 60.00
Seguro de codera	2	pza	\$ 2.00	\$ 4.00
Solera de acero al bajo carbón de 1/2" x 1/8"	0.32	m	\$ 2.10	\$ 0.67
Solera de acero al bajo carbón de 1" x 1/8"	0.868	m	\$ 3.00	\$ 2.60
Tapón para tubo de 7/8"	10	pza	\$ 0.06	\$ 0.60
Tornillo corto con tuerca de seguridad	2	pza	\$ 1.50	\$ 3.00
Tornillo largo con tuerca de seguridad	1	pza	\$ 1.50	\$ 1.50
Tornillo mediano con tuerca de seguridad	4	pza	\$ 1.50	\$ 6.00
Tornillo mediano con tuerca tipo conector	8	pza	\$ 3.00	\$ 24.00
Tubo de acero al bajo carbón de 1" de diámetro calibre 18	1.46	m	\$ 7.20	\$ 10.51
Tubo de acero al bajo carbón de 3/4" de diámetro calibre 18	0.98	m	\$ 5.67	\$ 5.55
Tubo de acero al bajo carbón de 5/8" de diámetro calib. 18	2.06	m	\$ 5.00	\$ 10.30
Tubo de acero al bajo carbón de 7/8" de diámetro calibre 18	7.69	m	\$ 6.67	\$ 51.27

TOTAL DE MATERIALES	\$ 503.94
COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 50.16
COSTO PRIMO	\$ 554.10
GASTOS DE FABRICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN 5%	\$ 27.71
Costo de diseño 2%	\$ 11.08
COSTO TOTAL	\$ 592.89
UTILIDAD 25%	\$ 148.22
PRECIO BRUTO	\$ 741.11
IVA 15%	\$ 111.17
PRECIO TOTAL	\$ 852.28

La silla de ruedas compactable para adulto presentada en las páginas anteriores, tuvo una respuesta aceptable en su desempeño. Algo muy importante de destacar es la necesidad de que todo proyecto de diseño sea comprobado al menos a nivel de protomodelo, ya que es así como se pueden comprobar varios de los supuestos e hipótesis planteadas en el desarrollo del proyecto. Si se llega solamente a nivel de modelo de representación o incluso únicamente bocetos, se puede estar diseñando en el aire, sin una comprobación física de la propuesta de diseño. Incluso se tiene mayor probabilidad de errar en la solución.

De esta forma llegamos al final de un recorrido que nos llevó como destino a la consecución de un objeto resultado de un proceso de diseño planeado, cuyo resultado fue satisfactorio.

CONCLUSIONES

Es momento de precisar cual ha sido el resultado del proceso de diseño, que ventajas y desventajas se encuentran al finalizar este proyecto y que se puede esperar tanto de este mismo producto como de otros muchos que requieren las personas con discapacidad. Comencemos por puntualizar a que nivel de desarrollo se llegó.

Primero, se logró obtener una propuesta de una silla de ruedas que cambia el esquema tradicional sin apartarse demasiado para evitar conflictos de aceptación. Ha logrado cubrir la mayoría de los requerimientos presentados, principalmente al convertirse en un modelo de silla de ruedas que realmente logra disminuir el volumen al que los demás productos existentes se compactan, o mejor dicho, se pliegan, lo que permite una mayor facilidad de manejo. Aunado a esto el peso de la silla compactable se redujo, por lo que una persona con capacidad de esfuerzo promedio puede manipularla sin mayor problema. Todo esto sin disminuir las capacidades comunes en las sillas de ruedas estándar.

En el aspecto ergonómico, la silla propuesta mejora en varios aspectos a las sillas de ruedas existentes, principalmente en cuestión del asiento y el respaldo, ya que los propuestos en la silla de ruedas compactable se amoldan al cuerpo del usuario sin causar molestias. El tiempo que puede permanecer una persona sentada sin tener molestia alguna se multiplica por 3 veces. Una persona normalmente siente molestias a los 15 minutos de permanecer en la silla estándar. En la silla propuesta permanece por 45 minutos y tiene ligeras molestias. También el tener las coderas recortadas, y el respaldo más angosto, permiten mayor movilidad al usuario, tanto para entrar y salir de la silla como para autopropulsarse por medio de los aros impulsores. Las ruedas neumáticas proporcionan confort por el acojinamiento de aire, y se desempeñan adecuadamente en la mayoría de las superficies de rodamiento.

También cabe destacar que los métodos de fabricación que están implicados en la manufactura de la silla compactable, son 100% compatibles con la tecnología, capacidad y características de la mano de obra, de la institución que se tomó como modelo. Además el mantenimiento se simplificó logrando que ya no sea indispensable acudir a lugares especializados, más que para obtener refacciones especiales, las cuales son comunes en el mercado de las sillas de ruedas.

A pesar de todo lo anterior, también se tuvieron deficiencias, principalmente en lo relacionado con la resistencia, ya que los tornillos seleccionados no resistieron la prueba del prototipo. También se tuvieron que reforzar los porta—rodajas, puesto que también sufrieron problemas de resistencia en la prueba del prototipo.

Otro de los aspectos importantes que no se logró cubrir a nivel de requerimiento fue el costo, puesto que se tuvo una diferencia de más del 5%, contra la meta establecida. Sin embargo, en comparación con el precio de cualquiera de las sillas estándar para adulto que se analizaron como productos existentes, la silla compactable se coloca en el nivel de sillas económicas, puesto que su precio final esta \$2.28 por arriba del precio más bajo detectado.

Aunado a estos aciertos y desaciertos, también se requiere que ahora se rediseñen los diversos artículos que entran en contacto con la silla de ruedas, ya que ésta interactúa con otros objetos para poder cumplir a cabalidad con sus funciones. Por ejemplo, mesa para comer adaptable a la silla, porta-objetos varios, y cabecera. También aparatos para rehabilitación y auxiliares para el desempeño de labores de integración social y laboral.

En otros aspectos, el área de las ayudas funcionales es un área realmente poco atacada por los diseñadores industriales, ya que actualmente se requiere de los aportes de diseño en una diversa cantidad de artículos como andaderas, bastones, y prótesis. La gente que utiliza estos objetos tiene que sufrir diversos problemas factibles de solucionar a través del diseño

industrial. Y no solo en las ayudas funcionales, también en los artículos de la vida cotidiana. Por ejemplo, como hace una persona amputada del antebrazo para lograr bañarse sin ayuda. O vestirse, peinarse, conducir un vehículo, y tantas otras actividades diarias y constantes. Aquí también es posible lograr que el diseño industrial proponga objetos que faciliten la vida común de las personas con alguna discapacidad física. Los productos realizados a través de un método de diseño industrial correctamente llevado a cabo, son capaces de mejorar e incrementar la calidad de vida de dichas personas, así como de la gente en general.

Como reflexión final solo me queda decir que, los productos nacidos de un proceso de diseño industrial bien llevado a cabo, logran incrementar la calidad de vida de las personas y pueden hacer que este mundo sea un mejor lugar para vivir.

BIBLIOGRAFÍA

- Buchwald, Edith. 1978. *Rehabilitación física para la vida diaria*. 1a edición. La Prensa Médica Mexicana. D.F., México.
- Centro de Investigaciones en Ergonomía. 2000. *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. 1a. Edición. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Fitzgerald, Robert W. 1981. *Resistencia de materiales*. 1a edición. Fondo Educativo Interamericano. D.F., México.
- Kottke, Frederick J. Y Lehmann, Julius F. 1997. *Medicina física y rehabilitación*. 4a edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.
- Mundel, Marvin E. 1984. *Estudio de tiempos y movimientos*. 1a edición de la 5a edición en inglés. CECSA. D.F., México.
- Mangonon, Pat L. 2001. *Ciencia de Materiales. Selección y diseño*. 1a edición. Pearson Educación. México.
- Nichols, P.J.R. 1985. *Rehabilitación en medicina: Tratamiento de la incapacidad física*. 1a edición. Salvat Editores, S.A. Madrid, España.
- Niebel, Benajmin W. 1996. *Ingeniería industrial. Métodos, tiempos y movimientos*. 9a edición. Alfaomega. D.F., México.
- Rodríguez Morales, Gerardo. 198?. *Manual de diseño industrial. Curso básico*. 3a edición. Ediciones G. Gilli, S.A. de C. V. México.
- Schmelkes, Corina. 1999. *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación (Tesis)*. 2a edición. Oxford University Press. D.F., México.
- Trombly, Catherine A. 1991. *Terapia ocupacional para enfermos incapacitados físicamente*. 1a edición. La Prensa Médica Mexicana. D.F., México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GLOSARIO

Amputado: Persona que ha sufrido la amputación o corte de uno o más miembros de su cuerpo.

Bala: Usado en este documento para referirse al mecanismo que permite unir temporalmente dos piezas tubulares por medio de una trabe pequeña que soporta el esfuerzo.

Biparesia: Semi—parálisis medial de los miembros inferiores y superiores del cuerpo, comúnmente a causa de secuelas de embolia. Puede ser izquierda o derecha.

Compactación: Acción de compactarse o reducir su volumen.

Control de esfínteres: Capacidad de controlar conscientemente las emisiones de la vejiga y el recto.

Deformaciones posturales: Anomalías en la estructura corporal causadas por mala postura o uso de equipos y aparatos no adecuados a la anatomía humana.

Discapacidad: Anulación de alguna de las capacidades de l cuerpo humano, por lesión, enfermedad o congénita.

Discapacidad motriz: Aquella discapacidad en la que aparece ausencia de movilidad. Discapacidad neuromotora.

Invalidez: Impedimento o dificultad para efectuar las actividades cotidianas. Termino usado hasta mediados de los noventas para referirse a las actualmente llamadas personas con capacidades diferentes.

Parapleja: Parálisis de los miembros inferiores que por lo general incluye la vejiga y el recto.

Rehabilitación: Programa planeado en que la persona convaleciente o incapacitada alcanza progresivamente, o conserva el grado máximo de independencia física y psicológica de la que es capaz.

Reposapiés: Objeto en el cual se apoya o descansan los pies.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN