

Aparato para realizar la rutina de
rehabilitación de la condromalacia



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Licenciatura en Diseño Industrial



Proyecto Final más réplica oral que, para
obtener el Título de Licenciada en Diseño
Industrial, presenta:

Edna Yvonne Fabián Rodríguez



Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México

2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia

Proyecto Final más réplica oral que, para obtener el Título de Licenciada en Diseño Industrial, presenta:

Edna Yvonne Fabián Rodríguez

Asesorada por:
Ma. Fernanda Gutiérrez Torres

Nezahualcóyotl, Edo. de México, 2016



Jurado:

M. en D.I. Carlos Chávez Aguilera
D.I. Ma. Fernanda Gutiérrez Torres
D.I. Octavio Augusto Quiroz García
D.I. Miguel Angel Rodríguez Arroyo
D.I. Arturo Díaz Hernández



El agradecimiento es la memoria del corazón

—Lao Tse

En estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a mis padres, por haberme apoyado durante este recorrido, por sus palabras, su tiempo, su cariño y su fe en mí, en este y cada uno de mis emprendimientos a pesar de que, como desde niña me has dicho, papá: siempre busco cosas que no existen, pero solemos encontrarlo todo, juntos.

A mis asesores, Fernanda Gutiérrez y Carlos Chavez, quienes desde el inicio de la carrera han sido grandes maestros para mí y no han dejado de fascinarme e inspirarme con su conocimiento y dedicación. Carlos, por empujarme a pensar más allá, a buscar la mejor solución, lo practicaré y Fernanda, por tanta ayuda, mensajes de ánimo y por todo el tiempo que invertió en mí para poder concluir esta etapa. Les agradezco, sobre todo, la buena compañía que han sido durante este tiempo y digo con honestidad que, a pesar de sentir un gran alivio por terminar este proyecto, echaré de menos nuestras amenas reuniones y los chocolates de menta.

A Octavio Quiroz, Miguel Arroyo y Arturo Diaz, por su apoyo y guía para completar este proyecto.

A Omar, por haber hecho de esta carrera, una experiencia muy grata. Gracias por tu amistad y todo el tiempo que pasamos riendo, frustrándonos, procrastinando, haciéndonos compañía la noche antes de cada entrega, acompañándonos en nuestras alegrías y tristezas, por todo lo que hemos vivido juntos, gracias.

A mis amigas, dos personas muy valiosas a quienes espero lograr conservar muy cerca de mí, quienes me han ofrecido su apoyo y me han impulsado durante todo este tiempo: Michelle y Estefanía, por su amistad tan sincera, porque sé que puedo contar con ustedes día tras día, porque han sido como familia estos últimos años y porque juntas conseguimos siempre cambiar situaciones difíciles en momentos de risa y motivación.

Más allá de agradecerles, espero llegar a ser para ustedes una persona de quien se puedan enorgullecer y con quien puedan contar en todo momento.

RESUMEN

Aparato auxiliar en la rutina de ejercicios para la rehabilitación de la condromalacia, dirigido a personas con dicho padecimiento, de diferentes edades y complejiones, en sus primeras fases. Diseñado para facilitar la realización de los ejercicios en posición sedente, acostado y de pie, con la opción de aumentar el peso de carga gradualmente, desde los 0.5 kg hasta los 4.0 kg, además de poder formar parte del resto del mobiliario, pudiéndose también utilizar como asiento de reposo.

ABSTRACT

Auxiliary machine in the exercise routine for the chondromalacia rehabilitation, intended for people with such condition, of different ages and complexions at its first stages. Designed to simplify the execution of exercises in a sitting, lying and standing position, with the option of increasing the lifting weight gradually, from 0.5 kg to 4.0 kg, plus adapting to the rest of the furniture, being able to be used as a resting seat.

ÍNDICE

Introducción

Capítulo 1

Investigación

Antecedentes	5
Fundamentación	6
Justificación	26

Capítulo 2

Definición del Problema

Usuario	30
Rehabilitación	30
Objeto	31
Entorno	31

Productos Análogos

	33
--	----

Requerimientos

Usuario	46
Rutina	46
Aparato	47

Objetivo del Proyecto

Capítulo 3

El proyecto

Concepto de diseño	52
Descripción	53
Diagramas ergonómicos	77
Diagramas de uso	92

Capítulo 4

Planos	99
Costos y producción	120

Conclusiones

	128
--	-----

Anexos

	130
--	-----

Fuentes de información

	136
--	-----

INTRODUCCIÓN

El aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia surge a partir de experiencia personal y la observación de este padecimiento en distintas personas, en diferentes grados de afectación.

Se realizó entonces, una investigación del padecimiento tomando en cuenta la anatomía y fisiología, la definición y descripción de la condromalacia, sus síntomas, las causas y el tratamiento a seguir, incluido en el capítulo 1.

En el capítulo 2, se define el problema, lo que engloba al usuario, la rutina de rehabilitación, la actividad necesaria a realizar, el entorno en que se realiza y el objeto. También se incluye un análisis de productos análogos llegando así a una lista de requerimientos a partir de todos los anteriores factores. Los requerimientos se refieren a todos los aspectos necesarios en cuanto al usuario, el aparato y la rutina que se deben incluir en el diseño final basándose también en una simulación ergonómica.

Posteriormente, se presenta el objetivo del proyecto.

En el capítulo 3, se describe todo lo relacionado con el diseño incluyendo diagramas de uso y función, diagramas ergonómicos, un desglose de materiales, procesos de producción y costos, la descripción del aparato y el concepto de diseño.

En general, este proyecto tiene como meta final, realizar el diseño de un aparato el cual facilite al usuario realizar su rutina diaria establecida de rehabilitación de la condromalacia, tomando en cuenta todos aquellos factores que llegan a ser considerados como limitantes para el usuario final e incluyendo, todo lo necesario para que el mismo usuario logre su meta en el proceso de rehabilitación.

CAPÍTULO 1

INVESTIGACIÓN

ANTECEDENTES

La condromalacia patelar o rotuliana, consiste en una degeneración de la superficie cartilaginosa la cual se encarga de proteger la patela o rótula. El cartílago es un amortiguador que podemos encontrar en nuestras articulaciones, se compone 90 de agua y 10 de células. Se encarga de soportar la energía de los impactos en todas las articulaciones.

Se considera condromalacia cuando existe una alteración en la estructura del cartílago. La condromalacia es padecida por diferentes grupos de individuos, mayormente en personas que practican algún deporte con regularidad. Se puede identificar por algunos de sus síntomas más comunes como son el dolor en la articulación después de pasar tiempo en una posición, dolor al bajar escaleras o la presencia de un crujido al extender y contraer la pierna (3,2).

Es fácil de tratar si se detecta en sus primeras fases a través de una serie de pasos, desafortunadamente muchas personas permiten que el desgaste continúe por la dificultad o falta de tiempo para realizarlos.

Para comenzar, un análisis de la anatomía de la rodilla y de su biomecánica nos permitirá entender a detalle, su composición, cómo se integra con las estructuras al rededor de ella y su función para así poder comprender de mejor manera cómo se ve afectada por la condromalacia y la forma en que, realizar correctamente los ejercicios de la rutina de rehabilitación, detendrá la degeneración del padecimiento.

FUNDAMENTACIÓN

Anatomía de la rodilla

La anatomía estudia la estructura y forma del cuerpo humano. En este caso, se estudiará la anatomía de la articulación de la rodilla para conocer lo que la conforma.

Estructura ósea

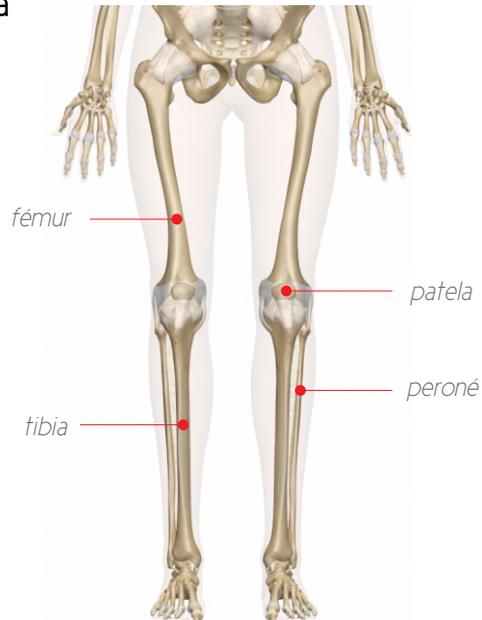


Fig. 1
http://www.innerbody.com/anatomy-images/bones_leg_foot.png

Estructura muscular

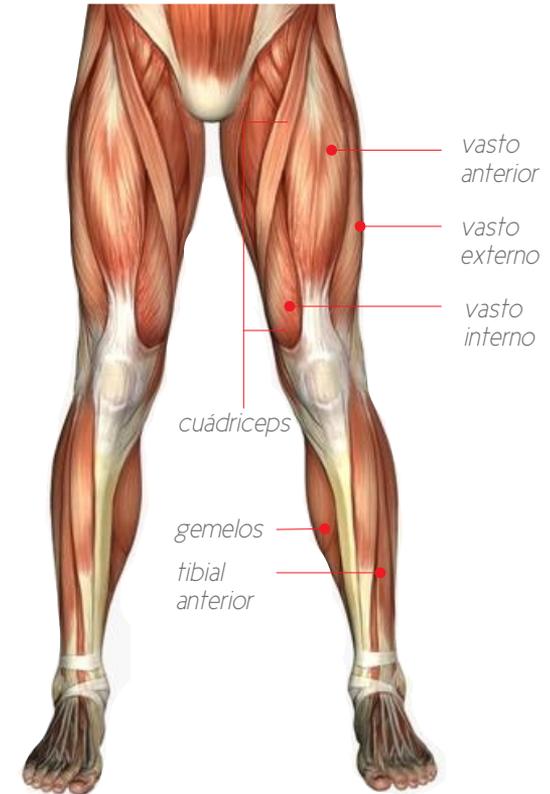


Fig. 2
<http://yasalud.com/piernas/>

Meniscos

Los meniscos constan de filamentos cartilagosos que equilibran las desigualdades entre las superficies del fémur y la tibia y dan una mejor distribución de la fuerza en las rodillas(12, 5) (ver fig. 3).

Lapatelaorótula

La rótula está considerada como el punto central de conexión entre el tendón común del cuádriceps y el tendón rotuliano, y como el componente articulado del mecanismo extensor de la rodilla y más concretamente de la articulación femoropatelar (ver fig. 4).

Entre sus principales funciones están:

- Actúa como punto de apoyo aumentando el brazo de palanca del cuádriceps.
- Guía las fuerzas entre el componente femoral del cuádriceps y el tendón rotuliano.
- Protege a la anatomía profunda de la rodilla y al tendón del cuádriceps de las fuerzas de fricción.

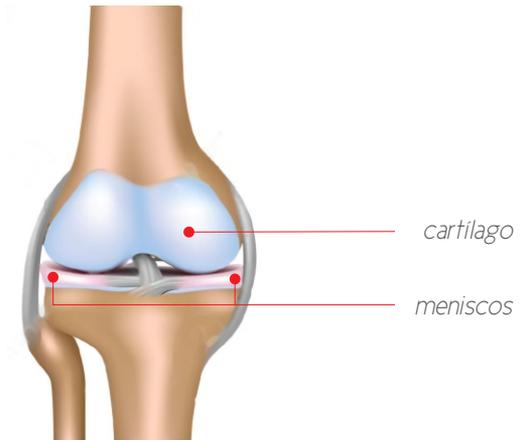


Fig. 3
<http://interactive-biology.com/wp-content/uploads/2012/08/Anterior-View-of-the-Right-Knee-1024x1024.jpg>

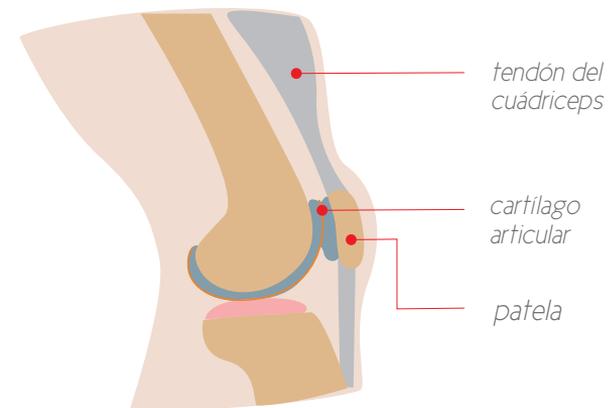


Fig. 4
Ilustración del autor

- Aumenta la capacidad hacia las fuerzas de compresión del aparato extensor
- Da estabilidad a la articulación de la rodilla.
- Aporta el 60% adicional de fuerza para ganar los últimos 15 grados de extensión de rodilla (12, 5, 15).

Cartílago articular

El cartílago articular es una capa que cubre la superficie de la articulación, y que tiene las funciones de servir como amortiguador y disminuir la fricción o roce cuando movemos el miembro. Evita que un hueso "choque" contra otro. Tiene un color blanquecino, y cuando está sano es brillante. Mide entre 2 y 4 mm. de espesor. Su nutrición viene del líquido articular y se da por difusión, para lo cual es necesario que la rodilla esté en movimiento(5, 17, 1) (ver fig. 5).

Líquido articular

Es un fluido que tenemos en las articulaciones, y que tiene dos funciones: nutrir el cartílago articular y

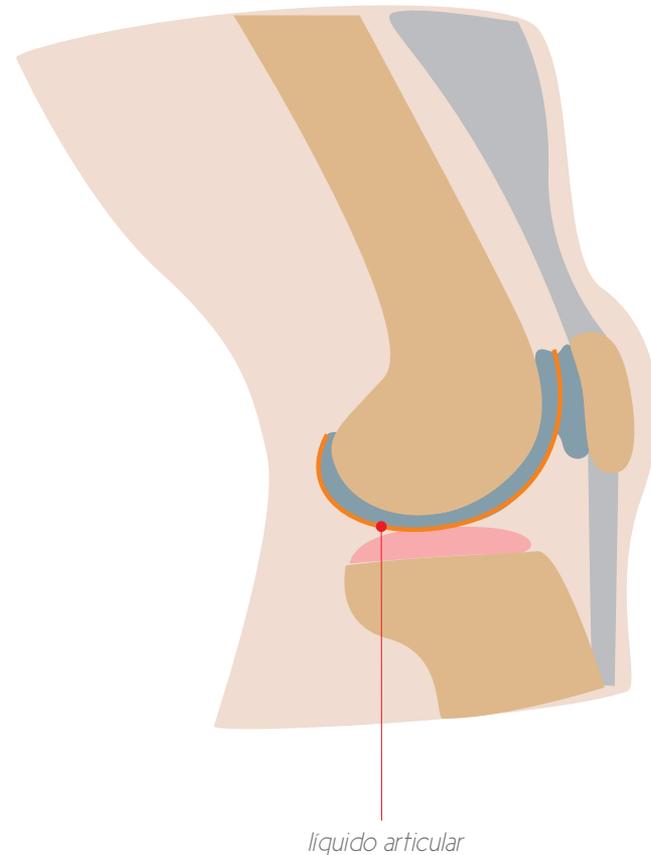


Fig. 5
Ilustración del autor

servir como lubricante, disminuyendo el desgaste y el roce en la articulación. Lo produce un tejido de la articulación llamado la Membrana Sinovial. Normalmente la cantidad producida es muy pequeña, pero en procesos inflamatorios aumenta considerablemente (5, 17, 1) (ver fig. 6).

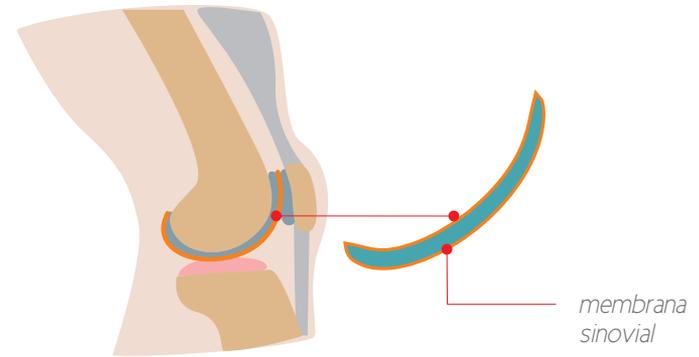


Fig. 6
Ilustración del autor

BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla, está conformada de tres huesos: fémur, tibia y patela. La articulación se encuentra entre mucho ligamento para evitar que los huesos rocen entre sí con fuerza. La patela se encuentra situada en el tendón del músculo cuádriceps, casi incrustada, y está asegurada por el ligamento exterior, el interior y los cruzados (ver fig. 7).

La rodilla debe mantener un equilibrio entre poseer una gran estabilidad en extensión completa, para soportar presiones importantes, y alcanzar una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, necesario para el desarrollo de la carrera y la marcha. La rodilla puede efectuar movimientos en los tres planos del espacio: antero-posterior, rotatorio y lateral. Los movimientos primarios son la flexión y extensión y, en menor amplitud, la rotación interna y la externa(7) (ver fig. 8).

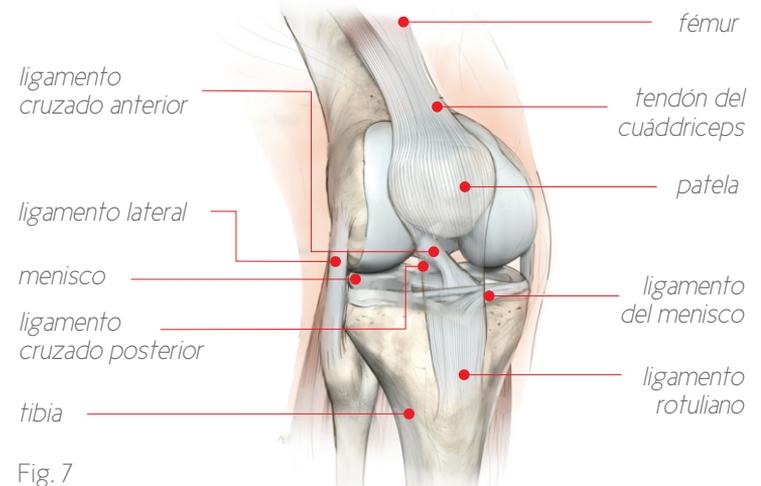


Fig. 7
http://www.fisioterapiaparatodos.com/wp-content/uploads/2012/10/C2_A9-axel-kock-Fotolia.com-13.jpg

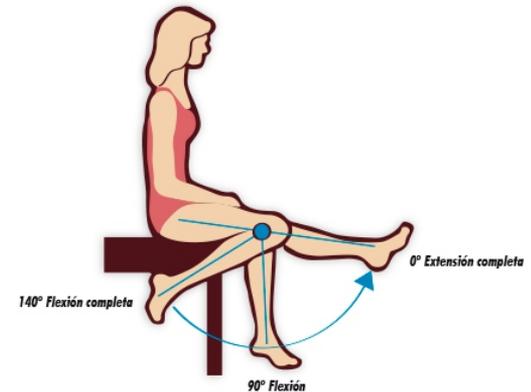
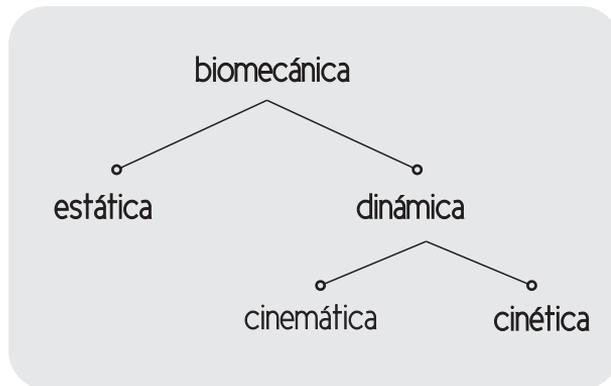


Fig. 8
<http://www.nopainrun.com/img/biomecanica-4.png>

CONCEPTOS EN LA BIOMECÁNICA

El término biomecánica combina la biología y la mecánica. Principios y métodos de la mecánica aplicados al estudio de la estructura y función de sistemas biológicos.

Estudia los movimientos del cuerpo humano realizados en todo tipo de actividades cotidianas, lugares de trabajo, deporte, etc.



Estática: considera las estructuras y cuerpos rígidos en un estado inmóvil.

Dinámica: estudia el cuerpo o sus segmentos y los implementos en un estado móvil.

Cinemática: la descripción de los movimientos como el desplazamiento, velocidad y aceleración.

Cinética: estudia las causas que provocan el movimiento del cuerpo/objeto, incluyendo los conceptos de masa, fuerza y energía(7, 16, 4).

El esqueleto del organismo humano es un sistema compuesto de palancas. Cada hueso largo en el cuerpo puede ser visualizado como una barra rígida que transmite y modifica la fuerza y el movimiento.

La cinemática describe el movimiento de los implementos deportivos en relación al tiempo y espacio.

Un análisis cinemático incluye el tipo de movimiento, la dirección del movimiento y la cantidad de movimiento que ocurre.

Tipos de movimientos

Movimiento Lineal o Rectilíneo

Es el movimiento que ocurre en una línea recta. El cuerpo o sus segmentos se desplazan a igual distancia a través de una línea recta. Cualquier punto en el objeto se mueve a través de la misma distancia y al mismo tiempo, en vías paralelas.

Movimiento Curvilíneo

Combinación de movimiento angular y lineal. El centro de gravedad del cuerpo sigue vías irregulares o curvas (parábola).

Movimiento Angular (Rotatorio)

El movimiento de un objeto o segmento alrededor de un eje en un patrón curvo. Cada constituyente corporal se mueve en forma circular como siguiendo el perímetro de un círculo.

Movimiento Complejo

Movimiento que combina simultáneamente un movimiento rectilíneo, curvilíneo y rotatorio (andar en bicicleta)(16, 4).

dirección del Movimiento



positivo



negativo

MOVIMIENTOS EN LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA

Flexión

En la flexión de la articulación de la rodilla, los músculos principales que participan son los isquiotibiales (bíceps largo, semitendinoso y semimembranoso). También el sartorio y recto interno y además intervienen el poplíteo, el gemelo externo y el gemelo interno.

Extensión

En la extensión de la articulación de la rodilla, los músculos principales son los cuádriceps (recto anterior, crural, vasto interno y vasto externo), el deltoides glúteo, el tensor de la fascia lata y las fibras superficiales del glúteo mayor.

Rotación interna

Este movimiento lo realizan el músculo sartorio, semitendinoso, semimembranoso, recto interno y poplíteo.

Rotación externa

Intervienen en la función de este movimiento, el tensor de la fascia lata, las fibras superficiales del glúteo mayor, el bíceps largo y el corto (7)

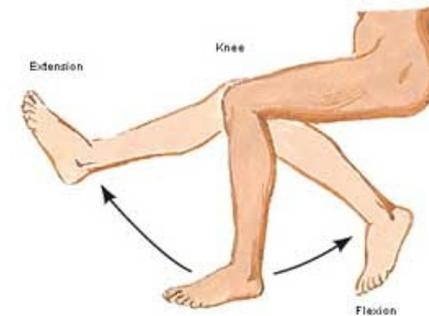


fig. 9
<http://forastera-outlander.blogspot.ca/2014/12/outlander-anatomy-leccion-6-los-muslos.html>

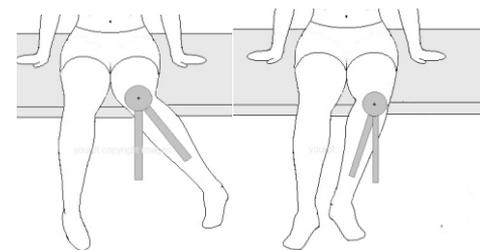


Fig. 10
http://your-pt.blogspot.ca/2014_04_01_archive.html

Músculos que participan en la flexión

Isquiotibiales: Facilitan la flexión y rotación de la articulación de la rodilla y la cadera.

Gemelos: Músculo biarticular que interviene en el movimiento de dos articulaciones, la rodilla y el tobillo. Así en la rodilla, el gemelo actúa como músculo flexor.

Poplíteo: Sus funciones son, principalmente, flexionar y rotar la pierna (10).

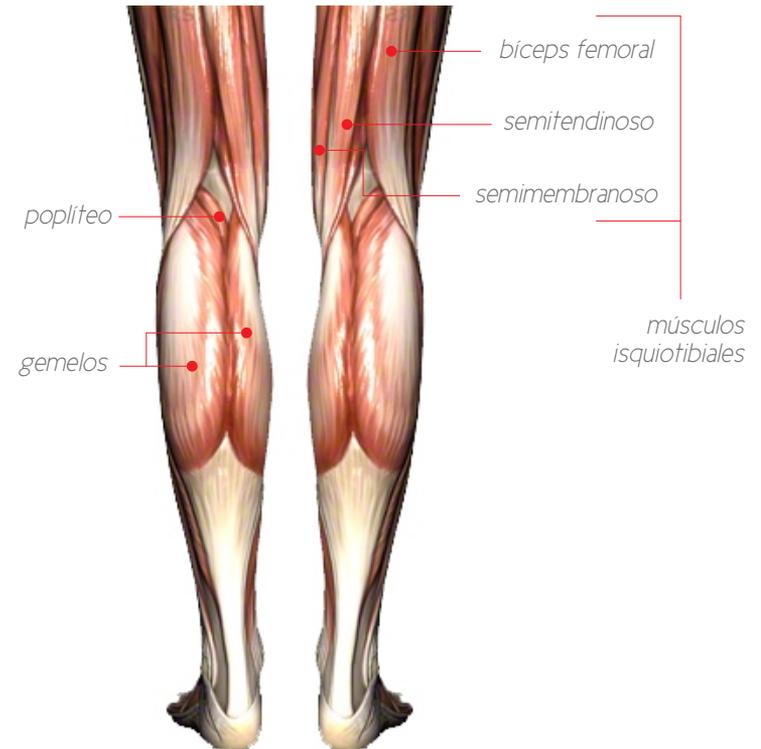


Fig. 11
http://tulesion.com/lesiones-lesion_de_isquiotibiales.3php

Músculos que participan en la extensión

Cuádriceps: Es el extensor más importante de rodilla (es decir, extiende la rodilla poniendo así la pierna recta). Además, actúa evitando que la cápsula de la articulación de la rodilla quede atrapada durante el movimiento de extensión. También funciona dando estabilidad a la rodilla(10)(ver fig. 9).

Deltoides glúteo: Tienen la función de mover al fémur en extensión, rotación externa y abducción, mover al fémur en flexión, rotación interna y abducción, realizar la abducción de la cadera y si el fémur está fijo, realizan la inclinación lateral externa del iliaco(14) (ver fig. 10).

Sartorio: En la rodilla será flexor, y a mitad de camino entre la flexión y la extensión colaborará en rotar la tibia hacia el interior con respecto al fémur(14) (ver fig. 12).

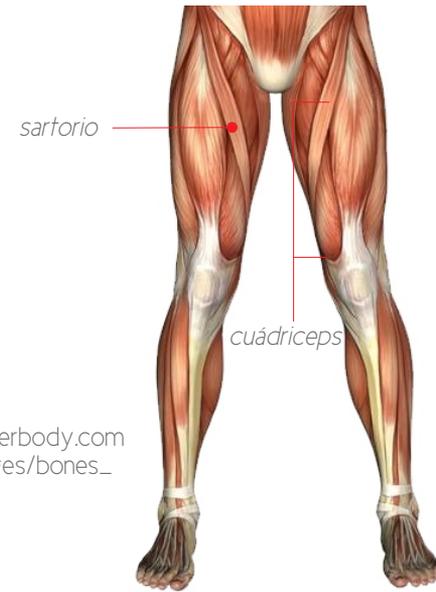


Fig. 12
http://www.innerbody.com/anatomy-images/bones_leg_foot.png

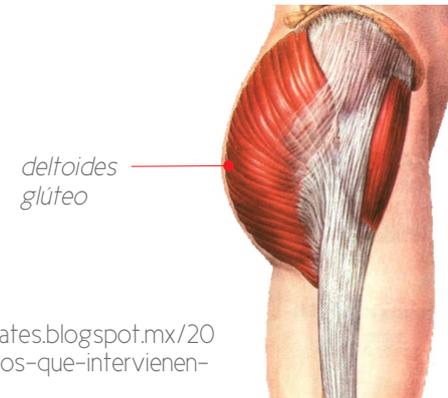


Fig. 13
<http://amarpilates.blogspot.mx/2010/07/musculos-que-intervienen-en-el.html>

CONDROMALACIA

La condromalacia se refiere a la degeneración del cartílago articular de la superficie inferior de la patela. Es un problema común entre las personas que practican actividades deportivas así como en personas sedentarias. Se presenta en su mayoría, en adultos jóvenes.

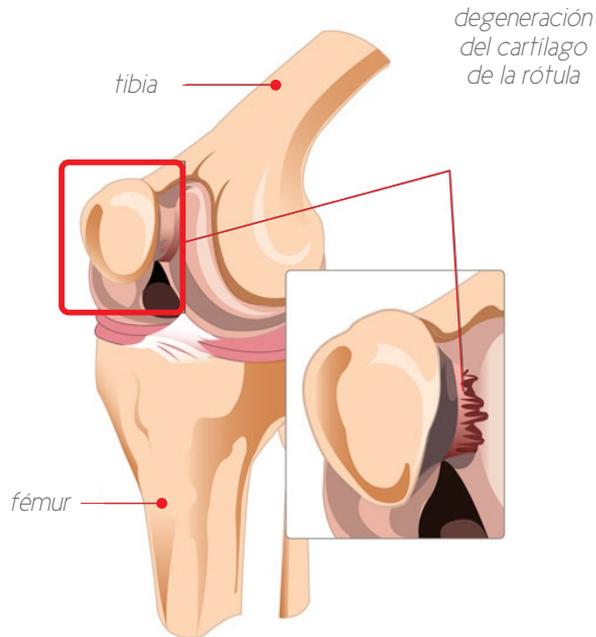


Fig. 14
<http://tulesion.com/Ficheros/1201.jpg>

Causas

Esta lesión puede presentarse por varias razones. Entre las más comunes se encuentra por sobre uso, por exceso de carga o fuerza aplicada no gradualmente, por asimetría de los componentes de la articulación, sedentarismo, obesidad y traumatismo.

Síntomas

- Dolor inespecífico que aumenta en posición sedente y se intensifica al bajar escaleras.
- Ruidos o chasquidos en los movimientos de flexo-extensión.
- Sensación de inestabilidad y desplome.
- Dificultad para volver a estirar la rodilla después de permanecer sentado un rato, con dolor y rigidez (1, 2, 3, 11).

REHABILITACIÓN DE LA CONDROMALACIA

La rehabilitación de la lesión de la condromalacia, dependiendo el grado en que se trate, aparte de un tratamiento antiinflamatorio y aplicación de compresas de calor y frío, requiere de una serie de ejercicios para fortalecer principalmente, el músculo cuádriceps ya que es el que controla la rodilla. Al mismo tiempo hay que fortalecer el músculo isquiotibial y mantener un equilibrio muscular. El objetivo de esto, es que haya un agrandamiento de las fibras musculares y un aumento de la capacidad para aplicar o hacer fuerza y así los músculos le den el soporte necesario a la rótula y se evite la desalineación de la misma.

Los ejercicios para la rehabilitación deben ser sin impacto, de resistencia y con poco peso, el cual aumenta gradualmente hasta cierto límite. Se recomiendan dos técnicas: ejercicios isotónicos o isométricos con poco grado de extensión.

El tratamiento para la rehabilitación y la rutina de ejercicios, regularmente se manda a hacer en casa

cuando el grado de la lesión lo permite.

Mientras que la rutina de ejercicios es bastante sencilla y con poco peso o resistencia, el hecho de que se realicen en distintas posiciones, requiere ciertas acomodaciones en casa que, con la vida apresurada que llevamos en estos días, llega a ser un impedimento para poder completar la rutina diaria de ejercicios sin un aparato específico, fácil de instalar con el cual, la rutina se pueda llevar a cabo en un tiempo mínimo, sin alterar el entorno y pudiendo gradualmente aumentar la resistencia sin tener que adquirir más productos (10, 11, 8)

TÉCNICAS PARA AUMENTAR LA FUERZA

Ejercicios isotónicos: el modo normal como se acorta un músculo al levantar una carga. Aumenta la resistencia y la fuerza muscular(18).

El más favorable para desarrollar la fuerza y resistencia musculares



Fig. 15
https://qph.ec.quoracdn.net/main-qimg-af586a39808825cb673232c30132fffd-c?convert_to_webp=true

Ejercicios isométricos: el músculo se contrae pero sin cambiar su longitud general. Aumenta la flexibilidad y resistencia muscular(18).

El más indicado para el fortalecimiento de músculos demasiado débiles o lesionados.



Fig. 16
<http://www.womenshealthmag.com/sites/womenshealthmag.com/files/images/1003-parallel-extension.preview.jpg>

Para poder entender cómo los ejercicios son enriquecidos al ser realizados con peso adicional, se comienza con un análisis de los centros de gravedad y su aplicación en las palancas del cuerpo humano.

Centros de gravedad

Desde la posición anatómica de pie, el centro de gravedad se encuentra aproximadamente en la posición anterior de la segunda vértebra en el sacro.

La localización de la fuerza de gravedad con respecto a la base de apoyo de un cuerpo afecta la estabilidad de este. Entre más bajo se dirija el centro de gravedad hacia la base de apoyo de un objeto, más estable será el cuerpo.

Otro factor que afecta la estabilidad de un objeto/cuerpo es el tamaño de la base de apoyo. Entre más grande sea la base de apoyo, mayor será su estabilidad (19).

Relocalización del centro de gravedad

El peso de los segmentos corporales cambia con la adición de masas externas. El centro de gravedad tendrá que moverse hacia el peso añadido. El cambio en el centro de gravedad será proporcional a la magnitud de peso que fue añadido al segmento del cuerpo (9, 19).

Palancas

Con base en la biomecánica se han identificado palancas en diferentes partes del cuerpo, donde intervienen los músculos, tendones, articulaciones y huesos. Una palanca es una barra rígida que se apoya y rota alrededor de un eje. Sirven para mover un objeto o resistencia.

La efectividad de una palanca depende de la longitud del brazo de fuerza y el brazo de resistencia (9).

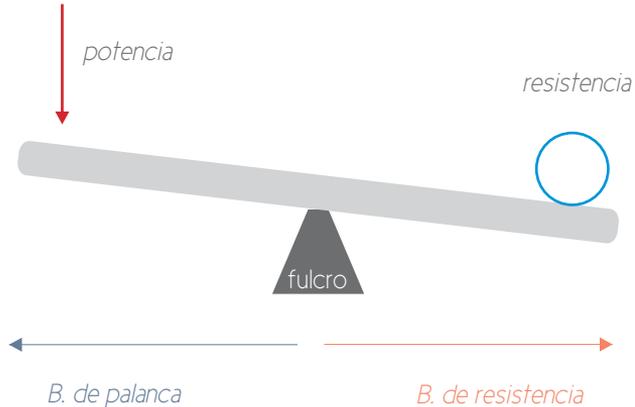


Fig. 17
Ilustración del autor

Fulcro: punto de apoyo donde pivotea la palanca o eje de rotación (articulaciones).

Brazo de Palanca: la distancia entre el eje al punto de aplicación de la fuerza.

Brazo de Resistencia: el brazo de la palanca que se encuentra entre la resistencia y el punto de rotación.

Potencia: fuerza que se debe generar para vencer la resistencia.

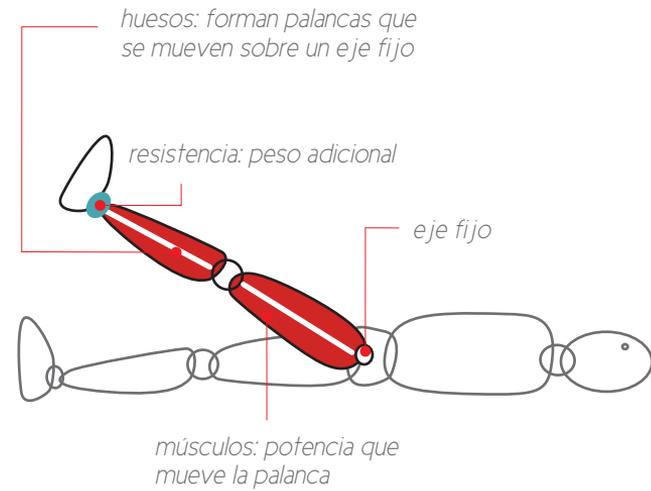
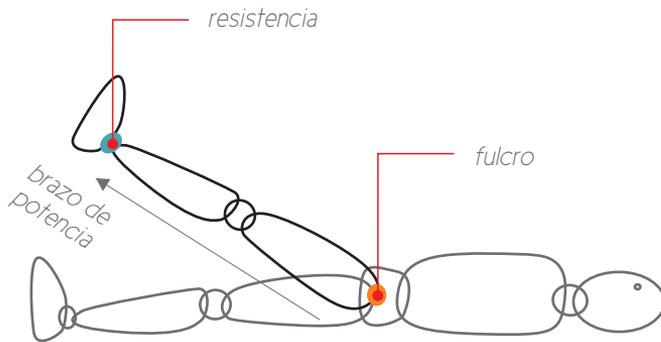
Elementos de la palanca

Los componentes óseos actúan como brazos de palanca y las articulaciones constituyen el eje de movimiento (fulcro); la fuerza depende de la contracción muscular (9).

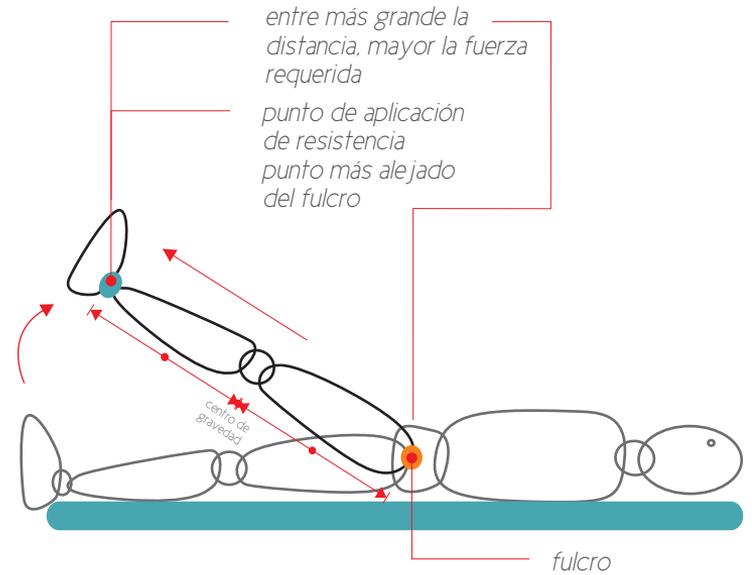
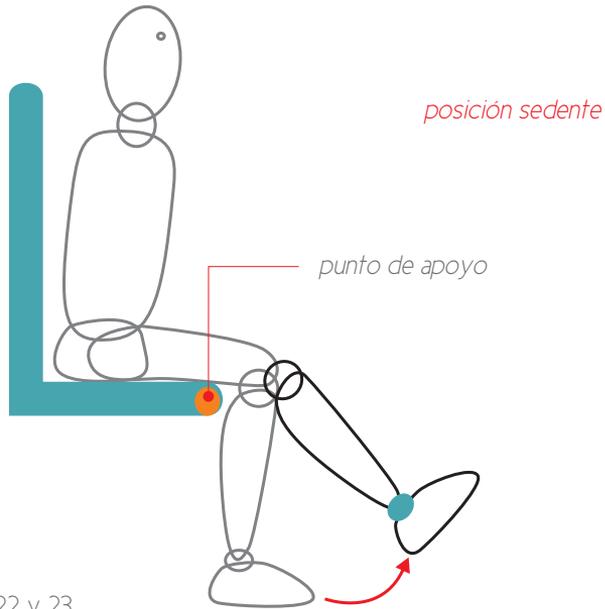
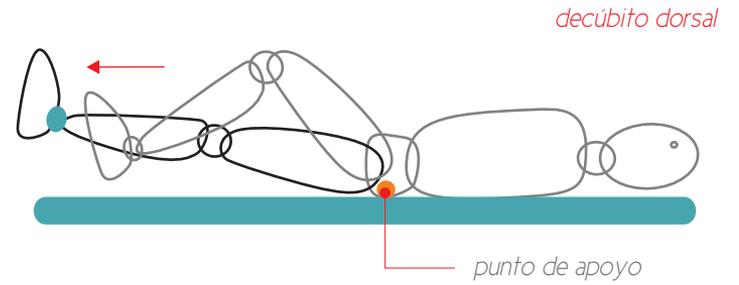
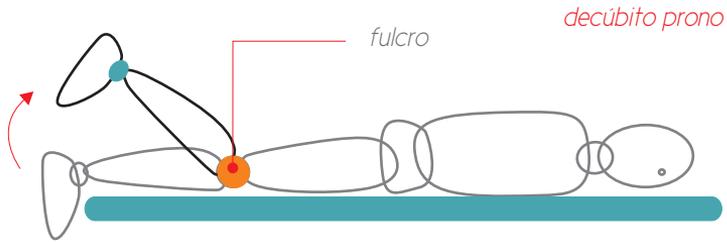
Los huesos forman entre sí sistemas de palancas destinadas a moverse alrededor de un eje fijo, denominado punto de apoyo (A).

Los músculos constituyen la potencia (P) que mueve la palanca; sus inserciones son los puntos de

aplicación de esta potencia. La resistencia (R) está constituida por el peso del segmento a utilizar, incrementando según el caso, por una resistencia externa (pesas) o interna (ligamentos y músculos antagonistas)(6, 9). (ver figs. 18 a 23)



Figs. 18 y 19
Ilustraciones del autor



Figs. 20, 21, 22 y 23
Ilustraciones del autor

EJERCICIOS DE LA REHABILITACIÓN DE LA CONDROMALACIA

Como se ha mencionado, en la flexión y extensión, los músculos principales que realizan la función son los cuádriceps y los isquiotibiales, siendo estos mismos (especialmente el cuádriceps), los que se potenciarán a partir de la rutina (6, 13).

Posición sedente

flexión y extensión contra la resistencia



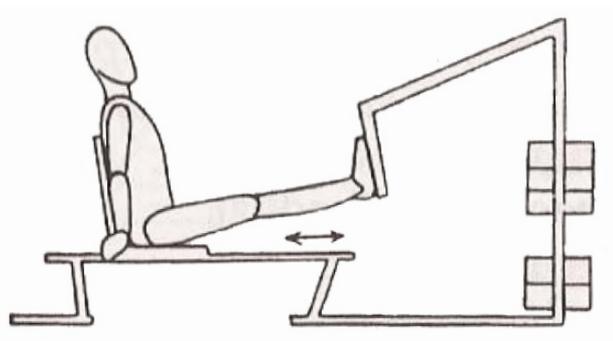
flexión y extensión repetida



Figs. 24, 25 y 26
L. Mario (2002), Ejercicios y Actividades de Readaptación Motriz,
Editorial Paidotribo



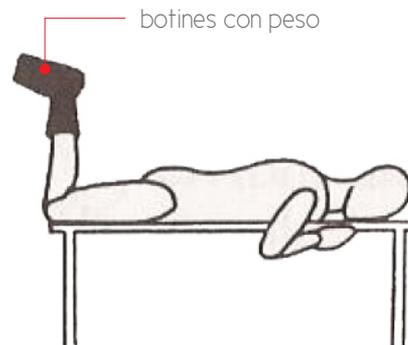
Extensión contra la resistencia



Figs. 27, 28, 29, 30 y 31
L. Mario (2002), Ejercicios y Actividades de Readaptación Motriz,
Editorial Paidotribo

Posición decúbito prono

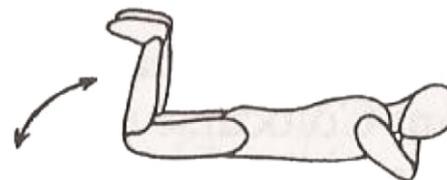
flexión contra la resistencia



flexión y extensión contra la resistencia

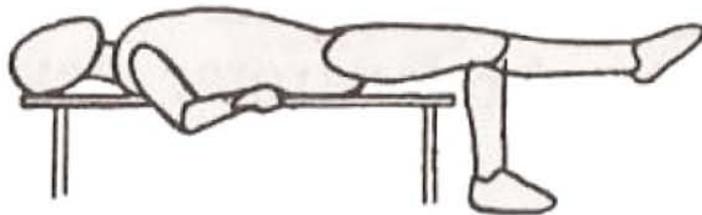
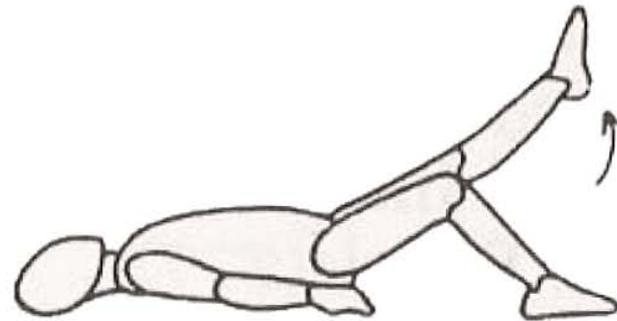
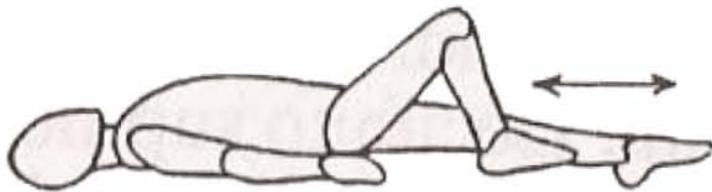


flexión y extensión repetida



Posición decúbito supino

flexión y extensión repetida



Figs. 32, 33 y 34
L. Mario (2002), Ejercicios y Actividades de Readaptación Motriz,
Editorial Paidotribo

JUSTIFICACIÓN

Con experiencia personal de la lesión de la condromalacia y su rehabilitación, me encontré con varias complicaciones. La rutina de ejercicios que se debe hacer en casa, implica varios acomodos en el mobiliario y la adquisición de diferentes accesorios para realizar los ejercicios correctamente, lo que en muchos casos hace que se demore el proceso o que se abandone por completo al ser algo complicado de hacer día tras día. Esta es la razón principal por la que se inicia este proyecto en el que se pretende reunir todos los elementos necesarios en un solo objeto para que se eliminen cuantos más obstáculos sea posible al hacer la rutina de rehabilitación y así, cualquier usuario con el mismo problema, pueda comenzar y terminar el proceso sin tener que realizar alteraciones a su entorno ni tener que adquirir distintos productos a medida que va progresando. Al mismo tiempo que, al no ser usado por el usuario para su rehabilitación, no se convierta en un estorbo en su entorno, ya que los espacios cada vez suelen ser mas reducidos, se pueda utilizar como un asiento para descansar.

CAPÍTULO 2

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

USUARIO

Mujer u hombre entre los 25 y los 50 años que se encuentra en proceso de rehabilitación de la condromalacia, con una rutina establecida, con ejercicios a realizar en posición de pie, acostado y sedente. Personas regularmente activas y que practican algún deporte con frecuencia, así como personas sedentarias con debilidad muscular, ya sea por alguna lesión, o con un desgaste progresivo, que vivan acompañados por familiares, pareja o amigos, en un espacio promedio dentro de los hogares de la Ciudad de México.

REHABILITACIÓN

Rutina de ejercicios repetitivos en distintas posiciones (de pie, decúbito supino, decúbito prono y sedente) con ayuda de peso o resistencias, establecidos por un fisioterapeuta, que tienen como objetivo fortalecer los músculos al rededor de la rótula. Ya que los ejercicios se realizan en diferentes posiciones, una vez que la rutina se manda a hacer en casa, se debe hacer lo posible para que se realicen de manera correcta al tener que hacer uso de distintos aparatos u objetos para aplicar la resistencia o peso necesario para cada uno de los ejercicios.

OBJETO

Actualmente se utilizan distintos aparatos u objetos que se adaptan a cuerpo para poder completar la rutina. Los aparatos son estorbosos y costosos y no se puede realizar la rutina completa con solo uno de ellos. Los objetos disponibles pueden proporcionar el peso o resistencia necesaria en cierto momento, pero no es posible hacerle ajustes con facilidad cuando se requiera y al igual que los aparatos, se requiere de distintos accesorios para poder hacer todos los ejercicios necesarios en la rutina. Algunos de los productos que se llegan a utilizar no son específicos en la cantidad de peso que se está utilizando, como las bandas elásticas.

ENTORNO

Salas y recámaras dentro de departamentos pequeños y medianos comunes en la ciudad. Tomando en cuenta las medidas mínimas, los aparatos actuales ocuparían mucho espacio además, se necesitaría de varios aparatos para una completar la rutina, estos son estorbosos y costosos, y así, el entorno del usuario y las personas que viven en el mismo hogar, se verían afectadas.

PRODUCTOS ANÁLOGOS

Tomando en cuenta que la rutina de ejercicios se realizará fuera de un centro de rehabilitación, se han analizado aparatos y productos comúnmente utilizados para ejercitar las piernas desde casa o en los gimnasios. Se han dividido en 3 categorías:

1. Productos que se colocan directamente sobre la parte del cuerpo a ejercitar
2. Aparatos mecánicos cuya resistencia es ajustable por medio de pesas
3. Aparatos mecánicos/eléctricos que cuentan con un mecanismo de resistencia eléctrica y algunos casos también de velocidad.

PRODUCTOS DIRECTAMENTE SOBRE LA PIERNA

Pesas adaptables

Algunas son de peso fijo y a otras se les puede agregar y quitar.

Se colocan en los tobillos o muñecas para intensificar ciertos ejercicios físicos o para realizar ejercicios con poco peso.



Fig. 35
http://www.howtogrowtallerhelper.com/wp-content/uploads/2015/08/Ankle_Weights_Pic.jpg

Observaciones

- Fáciles de poner y quitar
- Portátiles
- Ajustable hasta cierto punto
- No se ajustan bien sobre piernas delgadas
- El cambio de peso no es gradual

Ligas

Existen ligas de diferentes tensiones y tamaños. Se pueden realizar ejercicios para diversas partes del cuerpo con estos accesorios.



Fig. 36
preparadoslistosenforma.com

Observaciones

- Fáciles de poner y quitar
- Portátiles
- Diferentes resistencias displicbles
- Se requiere de distintas ligas para variedad de resistencia
- Llegan a ser peligrosas al aplicar fuerza
- No se adaptan a todos los ejercicios

Considerando la función, la facilidad de uso y adquisición y su tamaño por categoría, cada uno de los productos y aparatos analizados tienen ciertas ventajas y desventajas.

Los productos hechos para colocarse directamente sobre la pierna, tienen como ventaja que no son estorbosos, son fáciles de colocar para comenzar a ejercitar y suelen ser económicos sin embargo, por si solos, no se logra realizar una rutina de ejercicios ya que, se requiere de un asiento para ejercicios en posición sedente, algún apoyo para ejercicios de pie, un colchón para ejercicios al estar acostado, etc. Al ir progresando la fuerza del músculo, también se debe aumentar la resistencia, por lo que en el caso de estos productos, se vuelven desecho y hay que adquirir otros de mayor resistencia.

APARATOS MECÁNICOS

Los aparatos mecánicos para ejercitar los músculos de las piernas, suelen ser específicamente para un sólo tipo de ejercicio, sin embargo existen algunos en los que se puede realizar más de un ejercicio. El peso es ajustable así como algunas otras partes como el respaldo o el asiento, por lo regular.



Figs. 37 y 38
www.puntofape.com

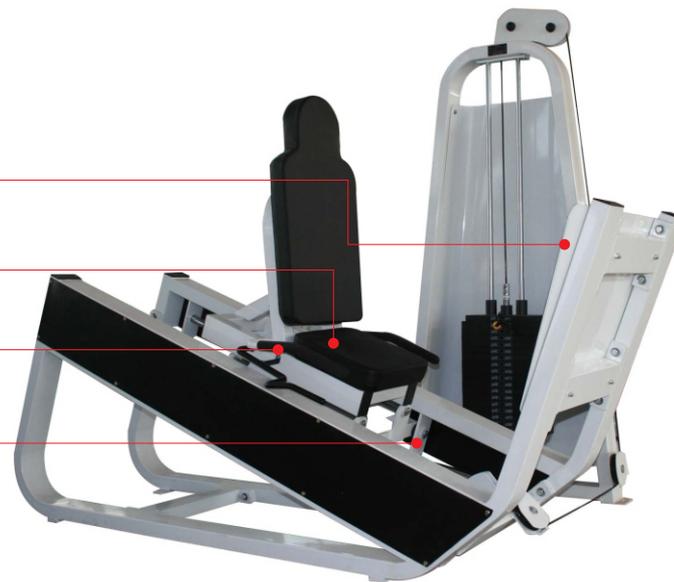


plano sobre el que se hace el empuje

asiento deslizable

barras de apoyo

limites



Figs. 39 y 40
www.puntofape.com

Observaciones de aparatos mecánicos

- Aumento gradual de peso
- Base resistente
- Piezas que sirven como apoyo al realizar el ejercicio
- Tela impermeable
- Algunos cuentan con ajuste de altura o profundidad del asiento
- Aparatos en los que por lo regular sólo se puede realizar un tipo de ejercicio
- Grandes dimensiones
- Algunos tienen pesas fijas a partir de 1 kg



Fig. 41
<http://www.pertrainer.com/Content/Images/LyingLegCurls.jpg>

Considerando la función, la facilidad de uso y adquisición y sus dimensiones, estos aparatos tienen ciertas ventajas y desventajas.

Los aparatos mecánicos para ejercitar las piernas tienen una función muy específica, por lo que solamente uno o dos de los ejercicios de una rutina, se pueden realizar en cada uno de estos. El usuario entonces necesita de varios aparatos mecánicos para una rutina completa. También son muy costosos y de grandes dimensiones.

La ventaja que tienen es que están listos para utilizar o solamente hay algún ajuste pequeño que hacer antes de comenzar, ya sea el peso a cargar o la posición de alguna de las partes.

La espuma que se utiliza en el respaldo y asiento, son de alta densidad y la cubierta es impermeable y fácil de limpiar.

APARATOS MECÁNICOS/ELÉCTRICOS

Caminadoras, bicicleta y escaladoras

Ejercicio cardiovascular, piernas y brazos. A algunas de estas máquinas se les puede ajustar la resistencia y en el caso de las caminadoras también la velocidad.



Fig.42
<http://www.fullrangerehab.com/ez-stretch-knee-rehabilitation/>

Fig. 43 y 44
www.sportsolutions.com.mx





Fig. 45
http://sites.hur.fi/prodimages/3540_LegPress_2.gif

*profundidad
ajustable*

barras de apoyo

*pedales sobre los
que se hace el
empuje*



Fig. 46
https://www.ptpersonligtrener.no/holokleros/bilder/Treningsmaskiner/75.jpg?keepThis=true&TB_iframe=true&height=500&width=600



Fig. 47
www.alterg.com

*Máquina de correr anti-gravedad
Alter G su uso se ha extendido a
la recuperación de lesiones y
entrenamientos específicos*

Observaciones de aparatos mecánicos/eléctricos

- Aumento gradual de peso
- Base resistente
- Piezas que sirven como apoyo al realizar el ejercicio
- Tela impermeable
- Algunos cuentan con ajuste de altura o profundidad del asiento
- Aparatos en los que por lo regular sólo se puede realizar un tipo de ejercicio
- Grandes dimensiones

Considerando la función, la facilidad de uso y adquisición y su tamaño, estos aparatos tienen ciertas ventajas y desventajas.

Los aparatos para las piernas, mecánicos/eléctricos, al igual que los que son sólo mecánicos, tienen una función muy específica, por lo que para realizar una rutina de ejercicio completa, se necesita de varios de estos. Son costosos y de grandes dimensiones.

Cuentan con algunas partes ajustables para que usuarios de diferentes complexiones los puedan utilizar con comodidad.

La espuma que se utiliza en el respaldo y asiento, son de alta densidad y la cubierta es impermeable y fácil de limpiar.

Tabla comparativa

	Tipo de ejercicio	Ejercicios	Posiciones posibles	Ajuste de resistencia	Elementos ajustables	Dimensiones en cm	Precio
	Isotónico	flexión y extensión	sedente	pesas	posición de pesas, altura de apoyo cilíndrico	94x125x107	\$7,445
	Isotónico	flexión y extensión	sedente y decúbito prono	pesas	posición de respaldo, profundidad asiento	79x190x69	\$7,200
	Isotónico	flexión	decúbito prono	pesas	ninguno	195x190	\$29, 920
	Isotónico	flexión y extensión	sedente	electrónico	profundidad del asiento	135x145x80	\$28, 600
	Isotónico	extensión	decúbito supino	desconocido	inclinación del respaldo	217x160x126	\$25,180
	Isotónico (cardiovascular)	caminar, correr	de pie	electrónico	anchura de acceso	desconocidas	\$24, 500
	Isotónico	extensión	sedente	pesas	ninguno	216x117x185	\$19, 600
	Isotónico (sin resistencia)	flexión y extensión	sedente	electrónico	altura de apoyo sobre la pierna	desconocidas	desconocido
	Isotónico (cardiovascular)	bicicleta	sentado y de pie	electrónico	altura del asiento	160x132x62	\$3,990

REQUERIMIENTOS

USUARIO

Realizar rutina de ejercicios en cinco diferentes posiciones: sedente, decúbito prono, decúbito lateral, decúbito supino y de pie.

En cada una de las posiciones, poder aumentar gradualmente la resistencia, comenzando desde los 0.5 kg hasta 4.0 kg

Contar con apoyos para el fácil cambio entre posiciones

Realizar la rutina de ejercicios sobre una base resistente y segura para su uso cotidiano

RUTINA

Facilitar la rutina de ejercicios isométricos e isotónicos

Poder aumentar gradualmente la resistencia en cada uno de los ejercicios.

Permitir la extensión de la pierna en las cinco diferentes posiciones a un máximo de 45° (posición sedente, decúbito prono, decúbito supino, decúbito lateral y de pie).

APARATO

Ajustarse a las posiciones para realizar la rutina (recostado, sentado y de pie)

Tener estabilidad en su estructura. Mayor estabilidad en los puntos de apoyo

Mantenerse fijo durante su uso

Un apoyo para sujetarse al hacer los cambios de posición

Espacio extra a lo ancho al cambiar de posición

Adaptarse a los espacios mínimos de recamaras y salas

Integrarse con el resto del mobiliario, especialmente al no ser usado para los ejercicios

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es contribuir a la rehabilitación de la condromalacia en personas de diversas complexiones y edades, con un aparato sencillo que pueda tenerse en espacios reducidos como la recàmara.

CAPÍTULO 3

EL PROYECTO

DESCRIPCIÓN



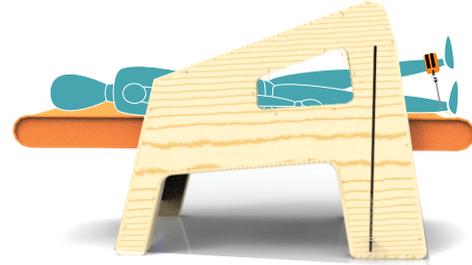
POSICIONES

Posición 1

Para realizar ejercicios en los que se requiera estar recostado, boca arriba, boca abajo y/o recostado sobre el costado.



ejemplo de ejercicio



Posición 2

Para realizar ejercicios en los que se requiera estar en posición sedente o de pie.



ejemplo de ejercicios



Posición 3

Posiciones intermedias dentro del grado de inclinación del respaldo y el apoyo de los pies para reposo.



CAMBIO DE POSICIONES

Apoyo de los pies

El apoyo para los pies tiene un movimiento de la posición cero, a 90° con tres posiciones intermedias.

posición 0°



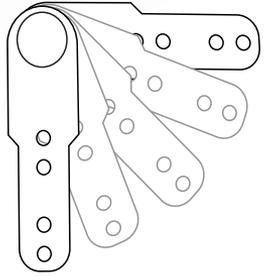
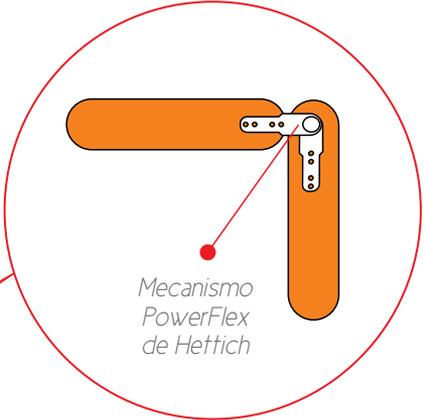
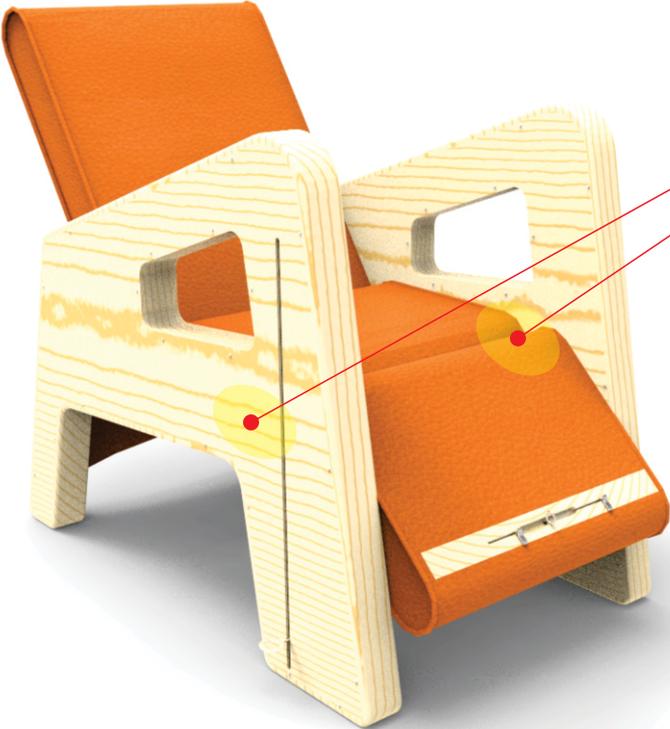
posición intermedia



posición 90°



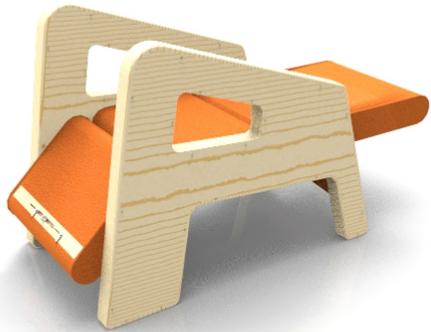
El apoyo para los pies tiene un movimiento de la posición cero hasta 90° utilizando el herraje PowerFlex de Hettich.



Respaldo

El respaldo tiene un movimiento posible desde la posición cero a 90°, con tres posiciones intermedias.

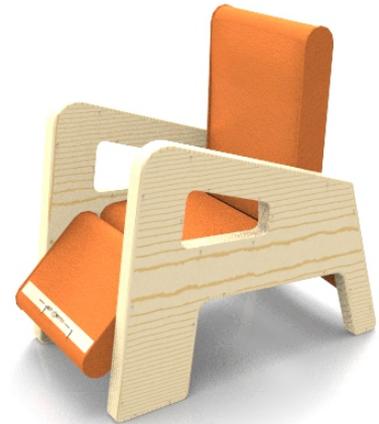
posición cero



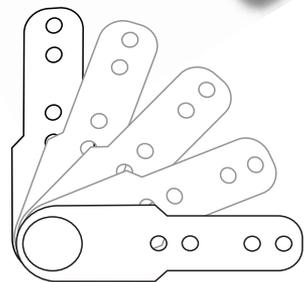
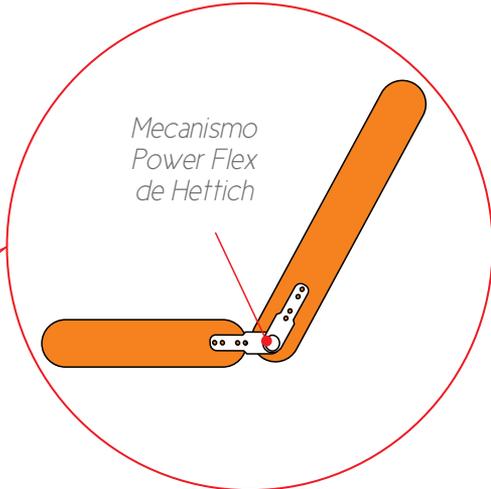
posición intermedia

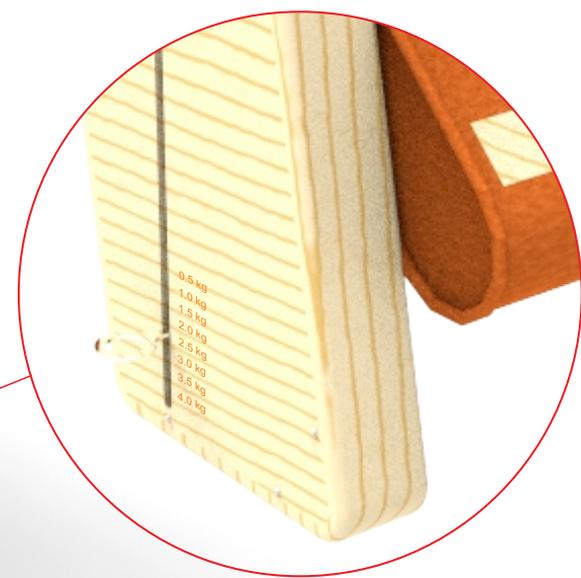
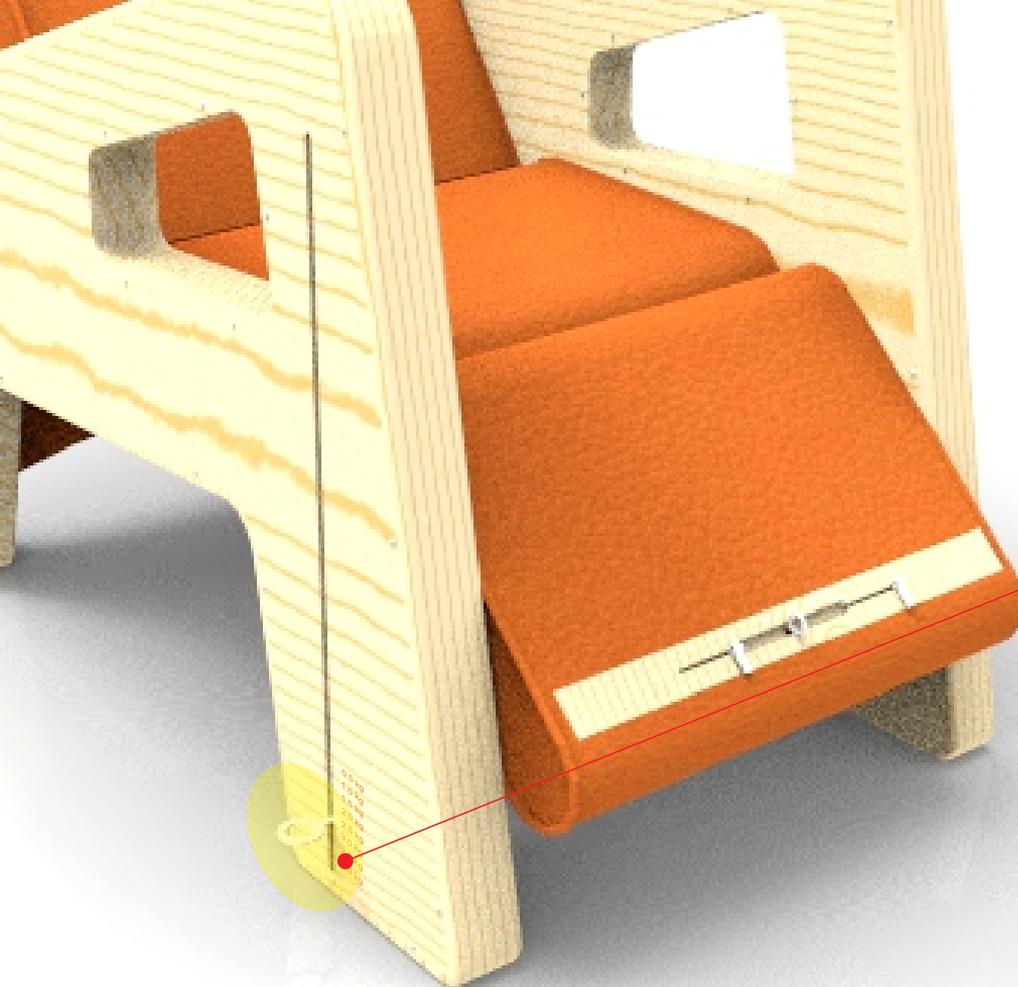


posición 90°



El apoyo de los pies tiene un movimiento de la posición cero, a 90° con 3 posiciones intermedias utilizando el mecanismo PowerFlex de Hettich.



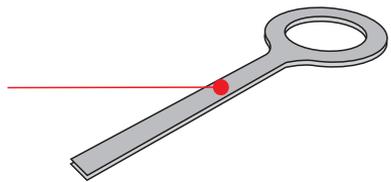


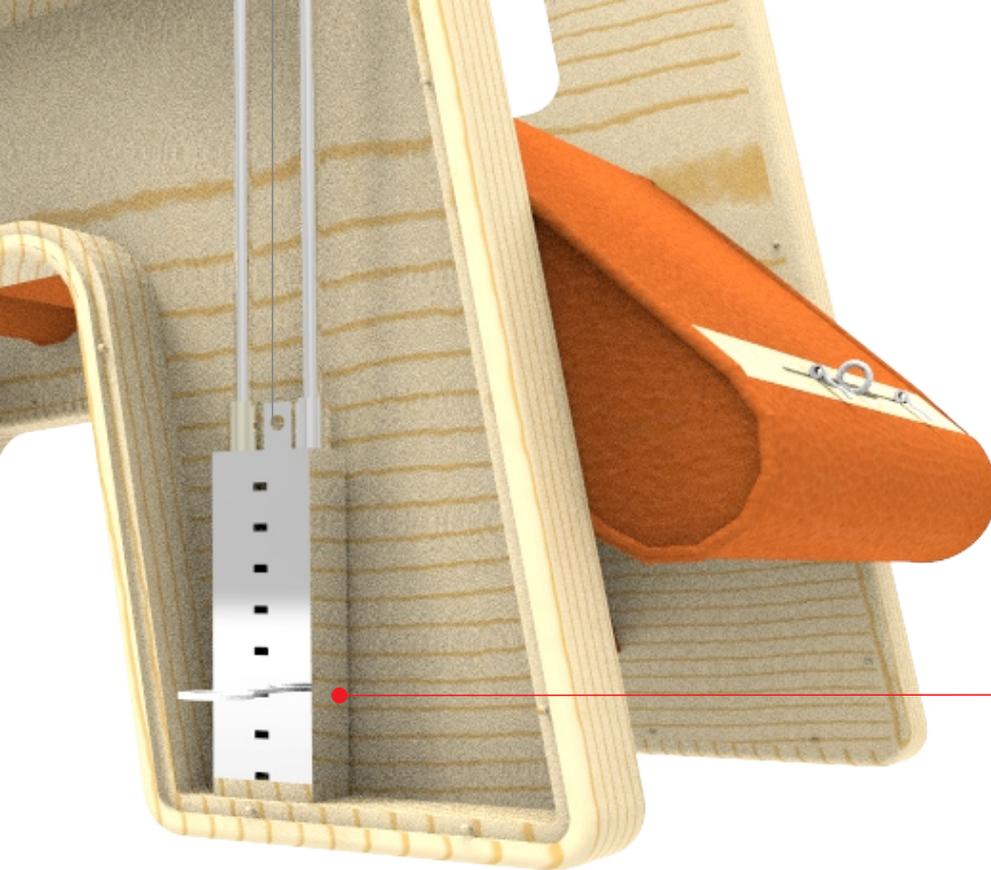
La llave se inserta en el peso elegido para iniciar los ejercicios

Selección de peso

El usuario tiene la opción de escoger el peso que va a levantar. Desde 0.5kg hasta los 4.0kg usando la llave de selección.

llave de selección del peso a levantar





Se ha seleccionado un peso, en este caso de 3.0 Kg.

Una vez que la llave se encuentra dentro, el usuario comienza a realizar los ejercicios.

pesas de acero de 0.5kg

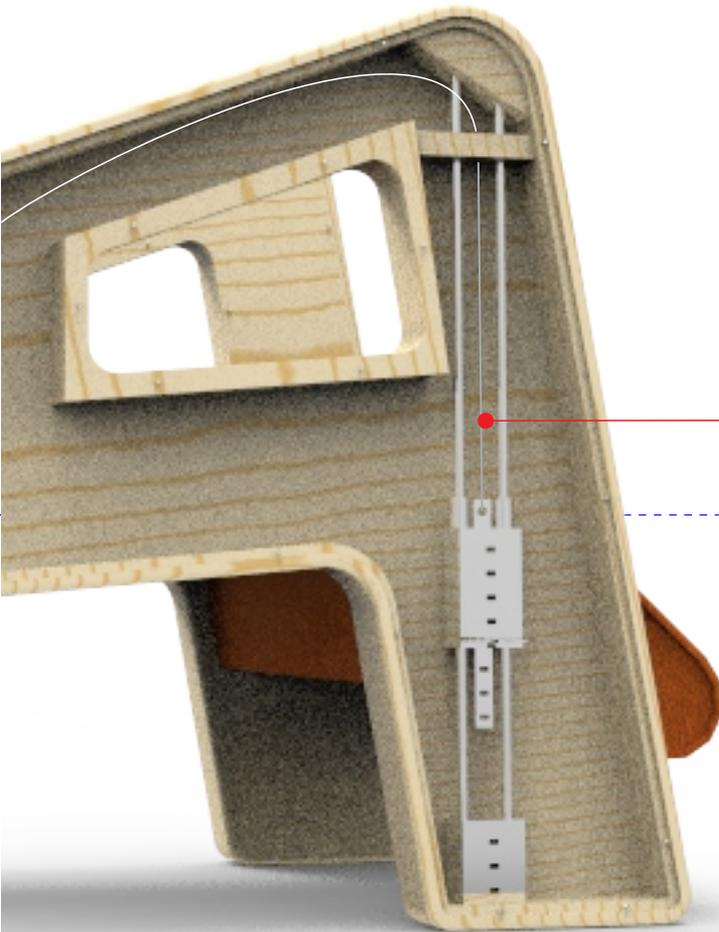
Vista interna con selección de peso

El mecanismo, similar al de los gimnasios en casa, permite que el usuario ejercite las piernas con el peso elegido por él mismo con la ayuda de la llave de selección.

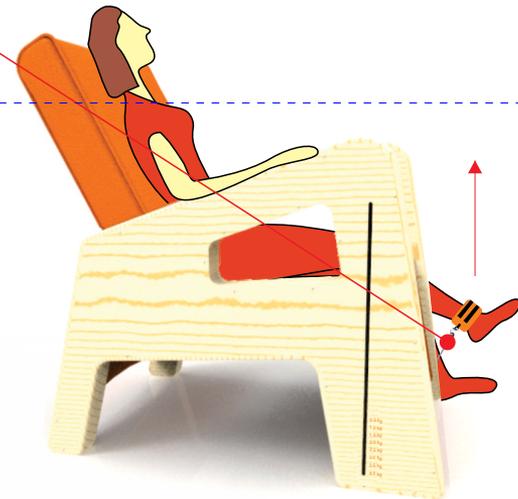
Vista interna de levantamiento del peso seleccionado

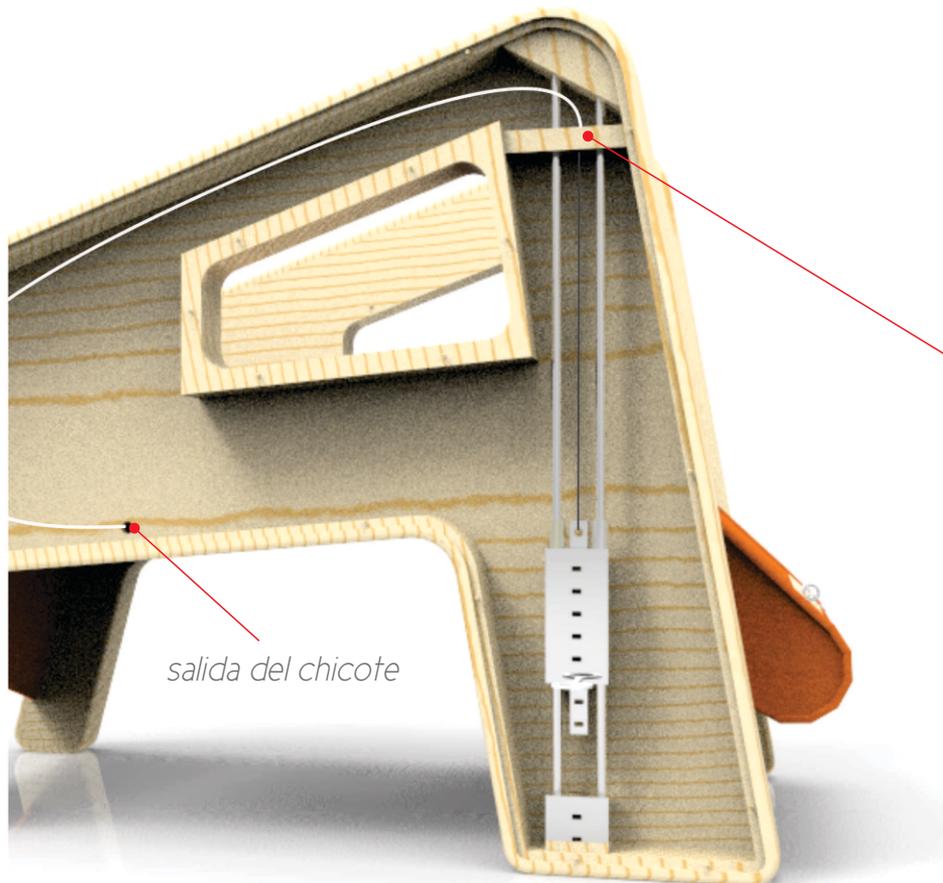
Cuando el usuario comienza a levantar la pierna, jala
del cable de acero

*El cable levanta la placa central que carga las pesas
seleccionadas.*



cable de acero



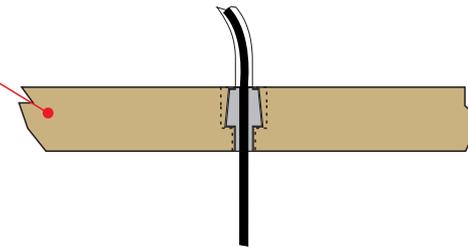


salida del chicote

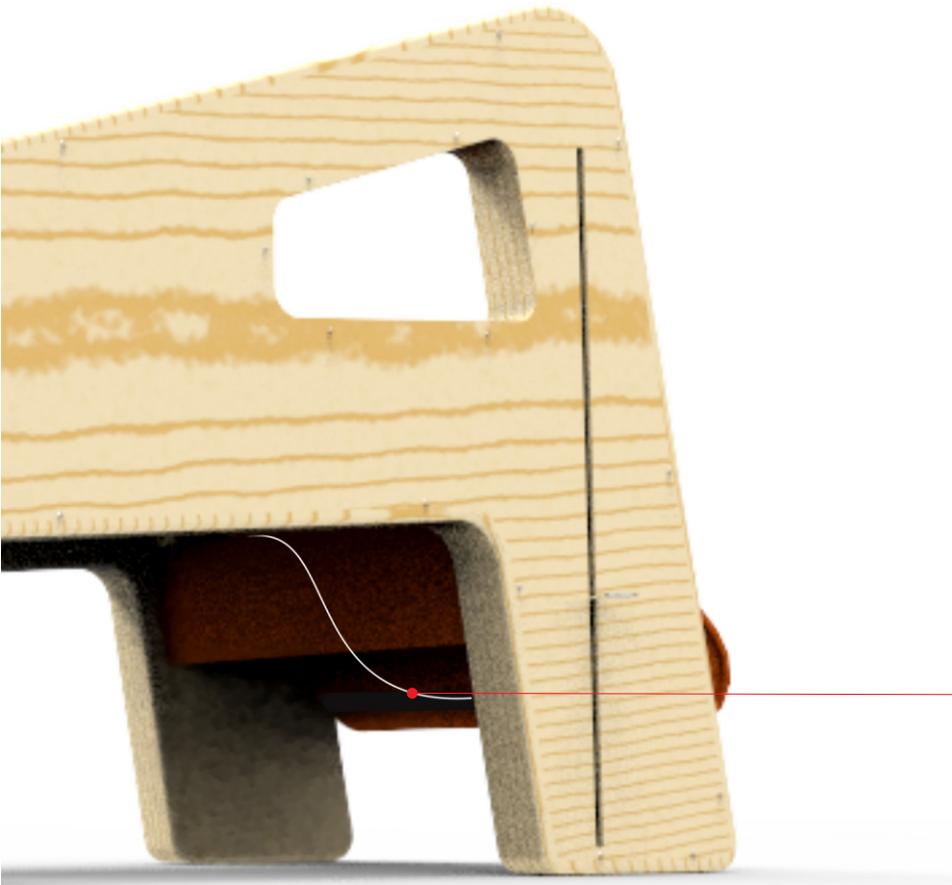
Salida del chicote por la lateral interna

La pesas son guiadas por dos barras y se deslizan con facilidad por los rodamientos lineales.

El chicote viaja por el contorno del brazo y sale por la pieza interna lateral interna.



detalle corte entrada de chicote a madera



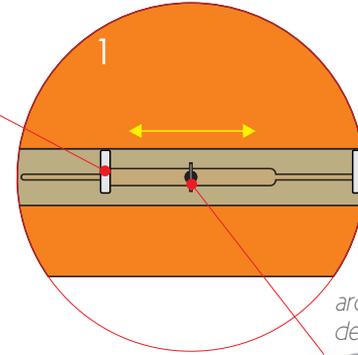
Entrada del chicote al apoyo de los pies

El cable de acero viaja a través del pasacable. Saliendo el chicote por la pieza lateral, llega el otro extremo por debajo de la pieza deslizable de la guía del sujetador, la cual se encuentra en el apoyo de los pies.

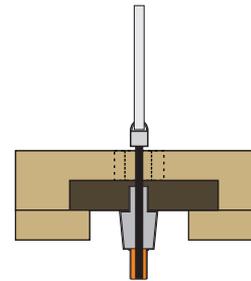
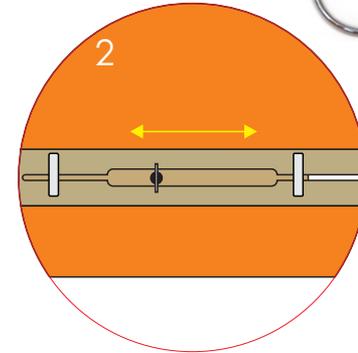
entrada del chicote por apoyo de los pies



palanca
excéntrica
ajustable



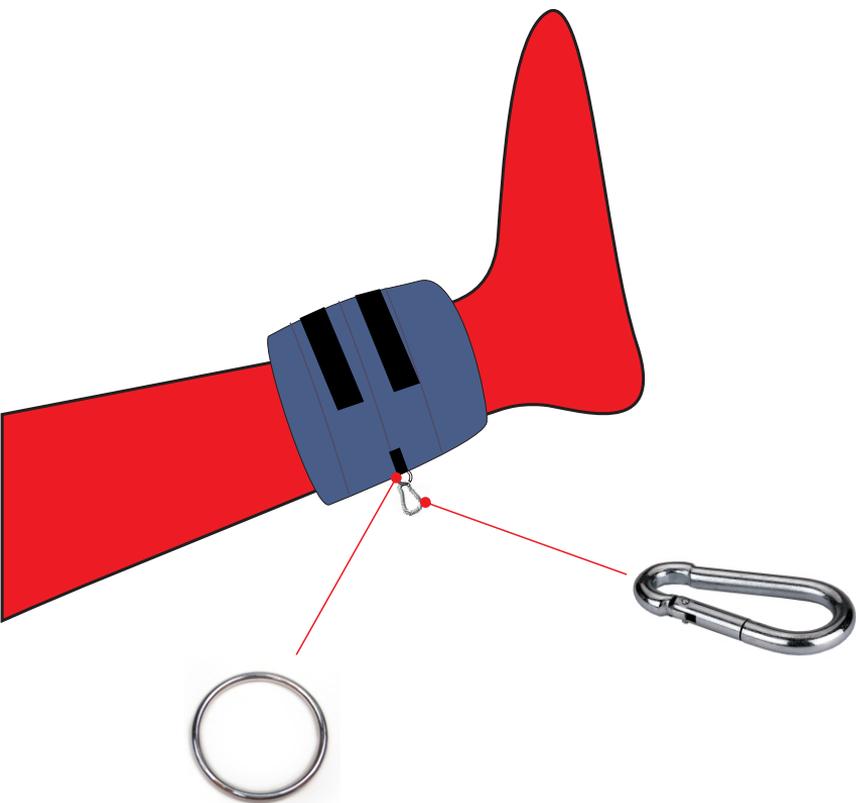
aro metálico
de 2,5cm (1")



detalle corte lateral
entrada de chicote a
pieza deslizable

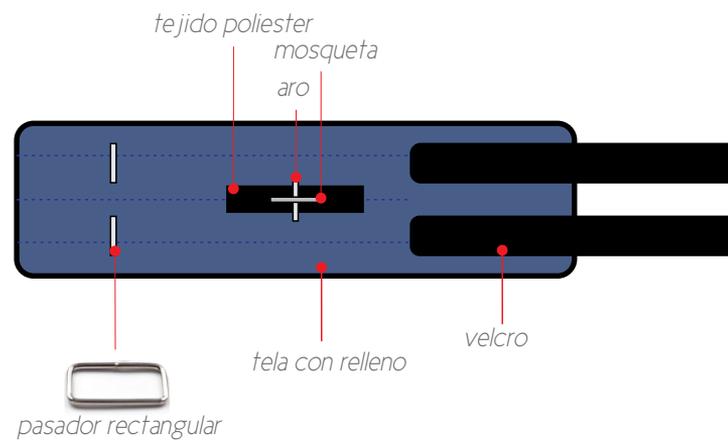
Entrada del chicote por guía de sujetador

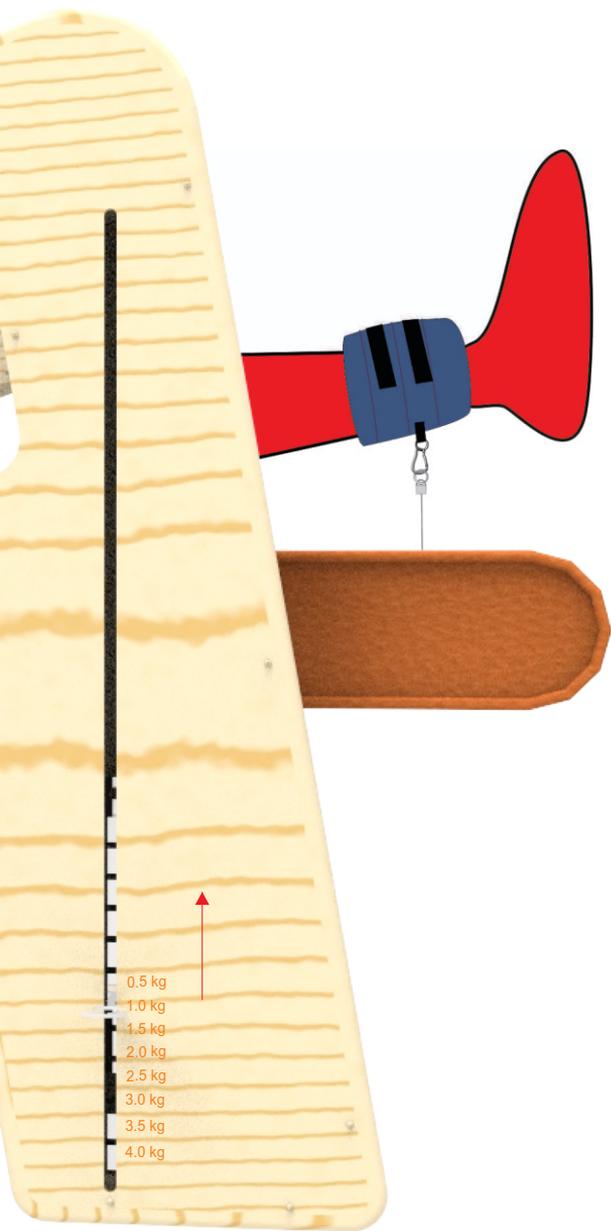
El cable llega a la pieza ajustable por debajo del apoyo de los pies. Al levantar las dos palancas excéntricas, se puede ajustar la pieza deslizable por donde saldrá el cable (guía del sujetador). El usuario entonces elige la posición correcta y baja las palancas para fijarla.



Tobillera

El usuario lleva puesta una tobillera con un mosquete, el cual se enganchará al aro de la guía del sujetador.

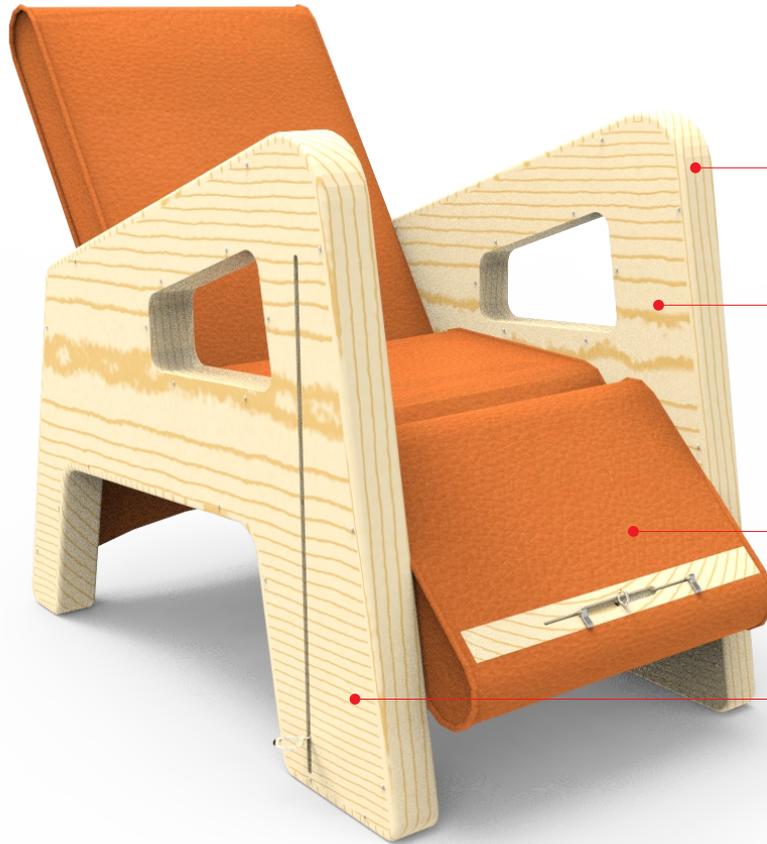




Jale de pesas con ejercicios

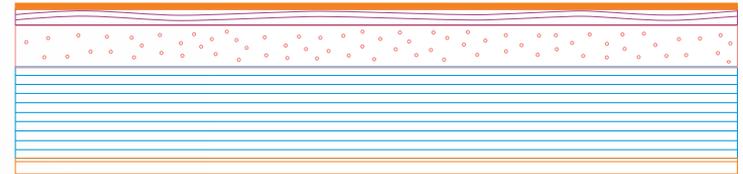
Cuando el usuario empieza a realizar los ejercicios, jala del chicote, las pesas seleccionadas suben, y el chicote realiza el recorrido y mencionado.

MATERIALES

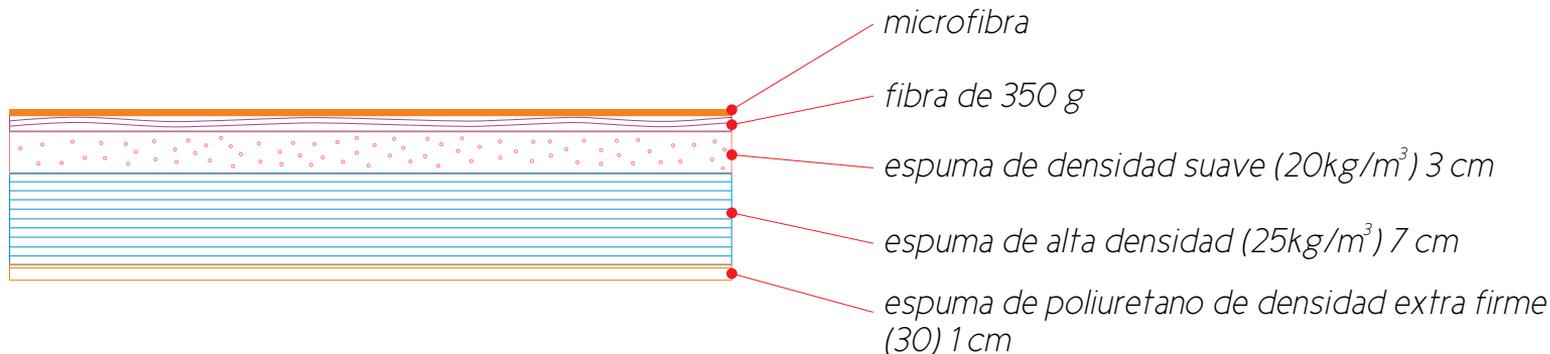


Contornos de madera maciza de pino de 1". Material sólido para una buena estabilidad con acabado liso

Triplay de pino de 12mm para una estructura sólida, con acabado liso



Triplay de pino de 6mm fácil de retirar en caso de necesitar reparación



Microfibra

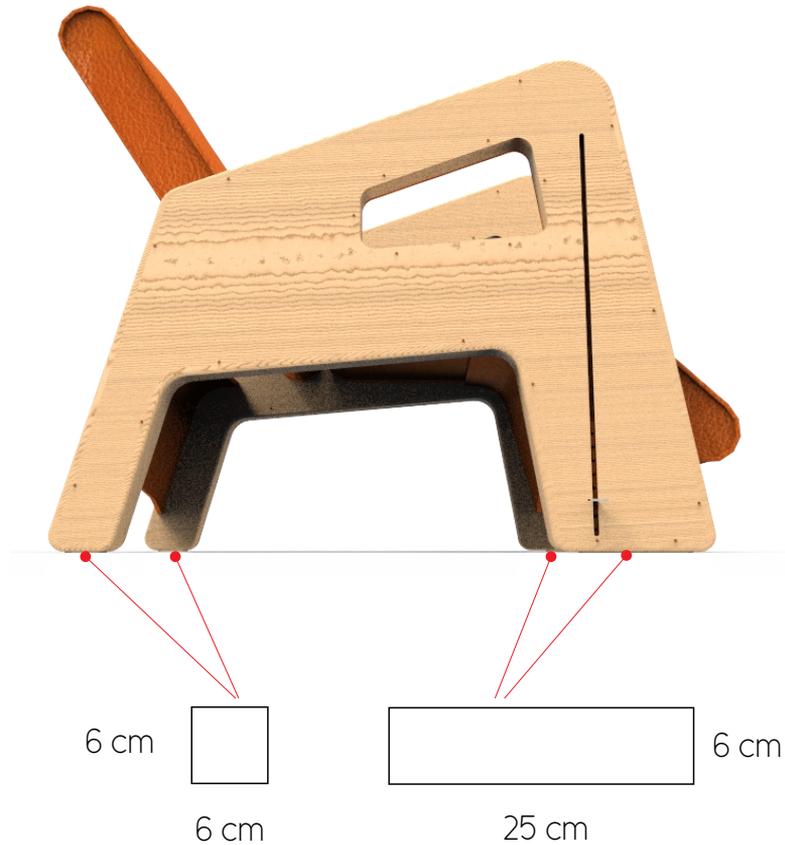
La microfibra es un tejido sintético que combina estilo, calidad y confort siendo muy resistente al desgaste. Combina en un único tapizado las ventajas de la piel y de la tela. Cuenta con extrema durabilidad gracias a una membrana microporosa con alta absorbencia, tiene una gran capacidad de resistencia, es fácil de limpiar y muy resistente a la suciedad. Si se ensucia, puede limpiarse fácilmente con agua y jabón neutro. Es ideal para sofás de mucho uso. Es impermeable si se toman medidas

rápidas ya que la microfibra repele el agua y otros tipos de líquidos. Finalmente, gracias a la transpirabilidad de este material la sensación es muy agradable tanto a altas como a bajas temperaturas.

Espumas

La combinación de las diferentes espumas, permitirán que el usuario cuente con un apoyo firme para realizar la rutina de ejercicios, al mismo tiempo que le brinda comodidad y una agradable sensación al tacto.

El aparato cuenta con 4 piezas de hule de 3mm de espesor en la parte inferior. Estas piezas son anti-derrapantes y ayudan a absorber impactos al mismo tiempo que funcionan como niveladores.

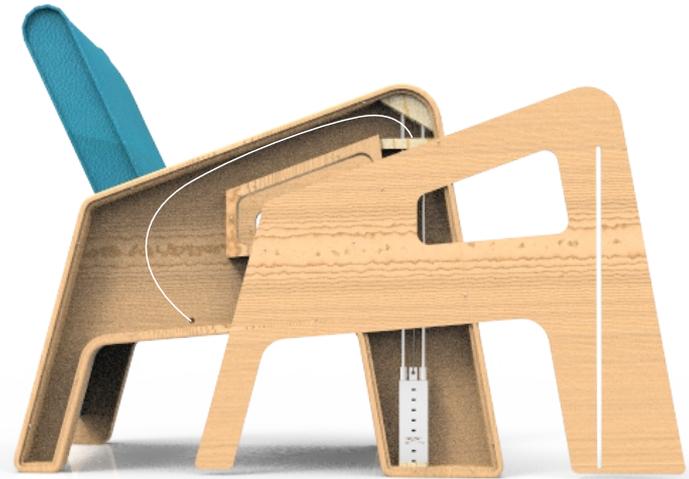


MANTENIMIENTO



pijas con cabeza de cruz

El brazo derecho, en donde se encuentra el mecanismo, tiene dos caras de triplay; en caso de que se requiera algún ajuste al mecanismo, la cara externa se retira al quitar las pijas.



VIDA ÚTIL

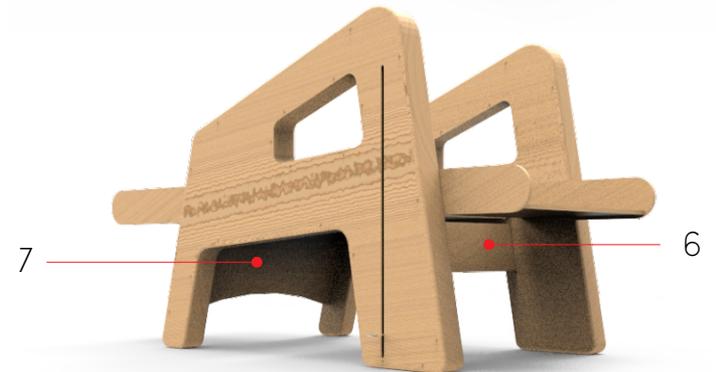
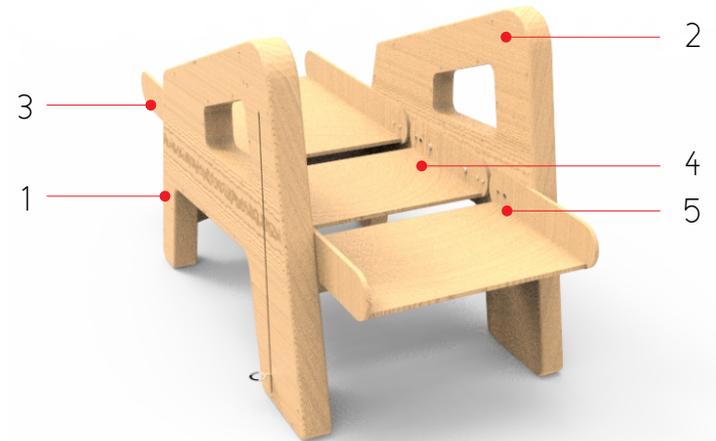
Considerando los materiales y el buen uso del aparato, se le calcula una durabilidad de 8-10 años. Pasando este tiempo, existe la posibilidad de que con arreglos sencillos y nueva tapicería, el aparato continúe funcionando normalmente.

ESTRUCTURA

La estructura del aparato se conforma de 7 piezas:

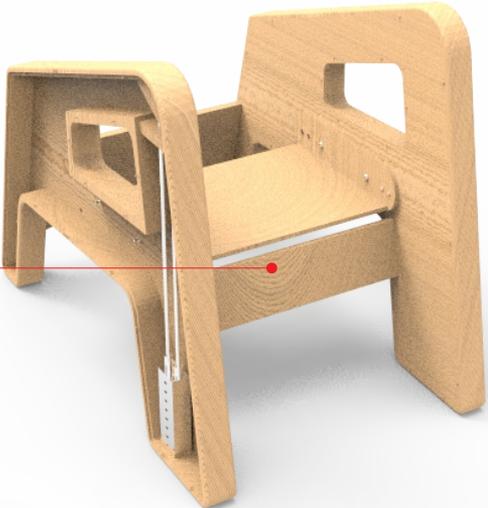
1. Brazo izquierdo
2. Brazo derecho
3. Respaldo
4. Asiento
5. Apoyo de los pies
6. Travesaño delantero
7. Travesaño trasero

estructura sin tapizado

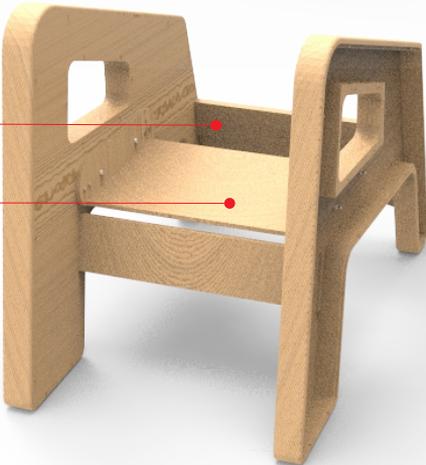


La cara interna de los brazos se fija con el asiento, el travesaño frontal y el travesaño trasero.

unión de travesaño frontal con cara interna de los brazos, utilizando insertos para tornillo

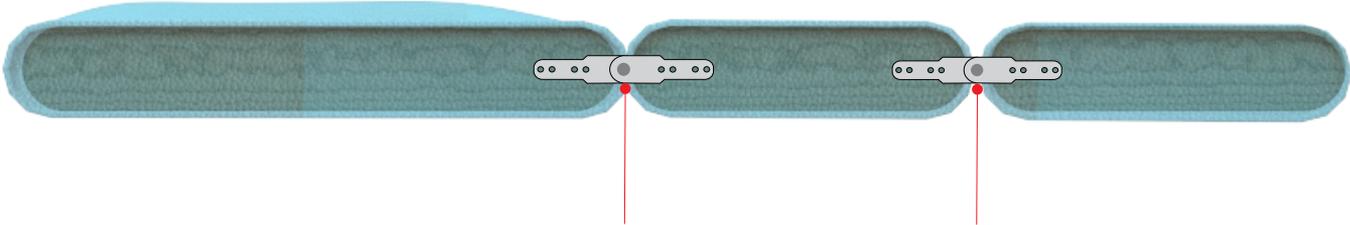


unión de travesaño trasero con cara interna de los brazos, utilizando insertos para tornillo



unión de asiento con cara internas de los brazos, utilizando tornillo y tuerca

El respaldo y el apoyo de los pies se fijan al asiento utilizando los herrajes PowerFlex de Hettich

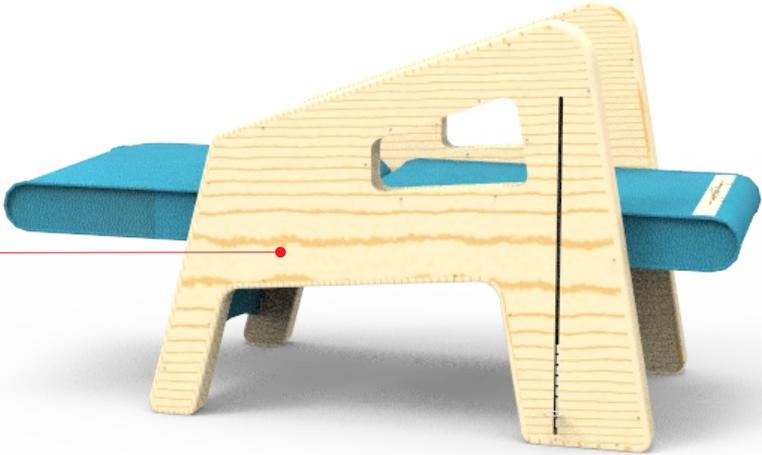


unión asiento con respaldo utilizando herraje

unión asiento con apoyo de pies utilizando herraje

Las caras externas de los brazos se fijan utilizando pijas

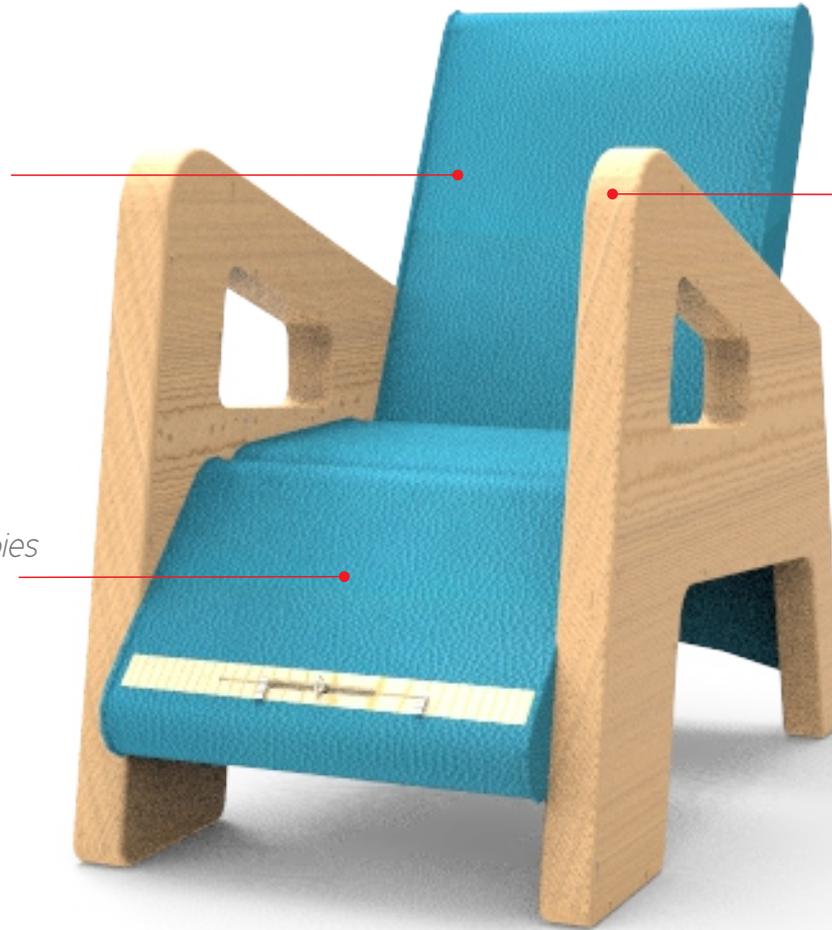
unión de cara externa con el resto del brazo



ERGONOMÍA

*respaldo
reclinable
(5 posiciones)*

*apoyo para los pies
reclinable
(5 posiciones)*



*esquinas redondeadas
para evitar que el
usuario se lastime*

*la altura de los brazos
brindan apoyo a los
usuarios al ejercitar
de pie*

- *la microfibra del tapizado permite que el usuario respire*
- *medidas adecuadas para los usuarios*
- *peso de carga mínimo y máximo necesario para los ejercicios*

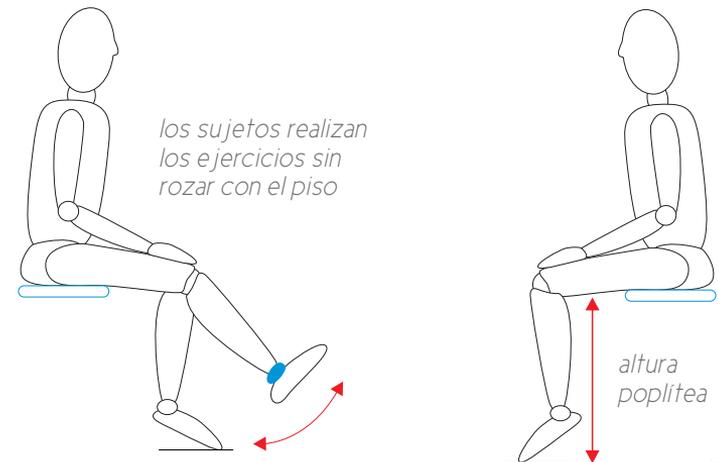
Se realizó una simulación ergonómica con los siguientes objetivos:

1. Altura adecuada para el asiento al realizar los ejercicios en posición sedente, desde el percentil 5 hasta el 95 para personas dentro de un rango de edad entre los 24–55 años.
2. Rango de distancia horizontal para el sujetador en posición sedente y de pie.
3. Los puntos de apoyo para las manos al realizar los ejercicios y al cambiar de posiciones.

Se eligieron 4 sujetos diferentes para la simulación ergonómica, variando los percentiles, altura, peso y ancho de cuerpo, así como la edad y grado de agudeza de los síntomas. Se hicieron distintas pruebas y se tomaron en cuenta los datos antropométricos de los percentiles más altos para determinar la altura del colchón, la altura de las piezas laterales, la distancia entre los pies, los puntos de apoyo del usuario sobre el aparato, y medidas generales para lograr un diseño ergonómico.

Prueba 1

En esta primera prueba, se busca encontrar la altura adecuada para que el sujeto realice los ejercicios en posición sedente con libertad de movimiento. Se busca una altura en la que, el pie del usuario no roce con el piso pero que se pueda alcanzar sin dificultad. Se le pidió al sujeto que se sentara y alzara y bajara el asiento de manera que sus pies no tocaran con el piso. Se le pidió realizar algunos ejercicios con peso para comprobar que el asiento tuviera la altura correcta. Una vez el sujeto en la posición indicada, se tomó la medida del piso al hueco poplíteo.



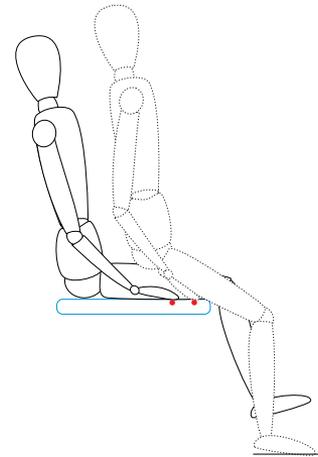
Prueba 2

En posición sedente, observándolo de frente, se les pidió a los sujetos que realizaran el ejercicio para colocar las piernas en la posición en que, al extender la pierna, esta subiera y bajara sobre el mismo eje, sin girar hacia ninguno de los lados. Una vez colocados los pies en el punto correcto, se tomó la medida interna entre los pies. Esto mismo se realizó con los sujetos acostados sobre una colchoneta.



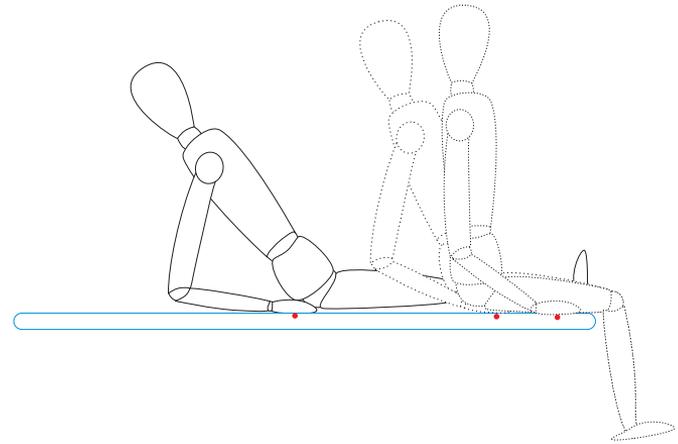
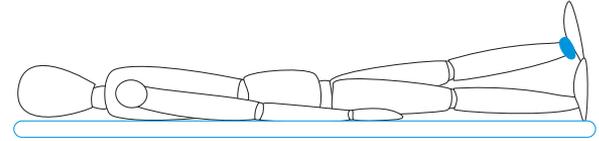
Prueba 3

En esta prueba, se les pidió a los sujetos que se levantaran y volvieran a sentar para ubicar los puntos del asiento en que se apoya al realizar estos movimientos. En una comparación con la medida total de profundidad del asiento, se localizaron los puntos de apoyo.



Prueba 4

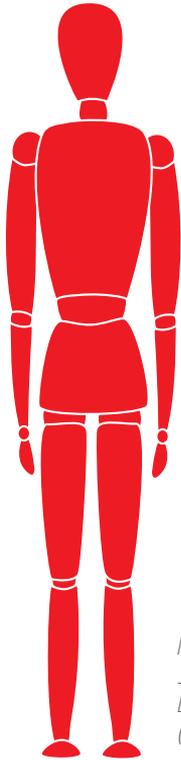
Primero se le pidió a los sujetos que realizaran uno de los ejercicios con 1.5kg de peso, para localizar el punto de apoyo (en caso de existir uno) necesario al realizar este ejercicio. Después se le pidió al sujeto prueba que pasara de estar recostado a una posición sedente para ubicar los puntos en que se apoya al hacer este cambio.



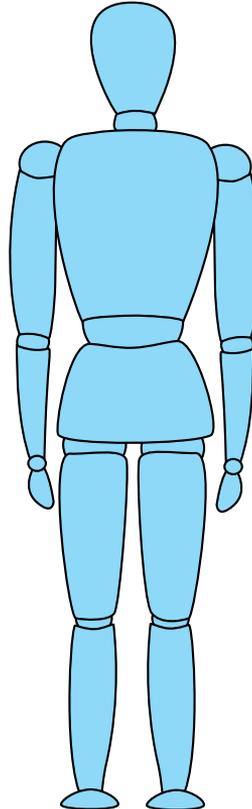
	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Sexo	masculino	masculino	femenino	femenino
Edad (años)	29	57	55	26
Complexión	ectomorfo	endomorfo	mesomorfo	ectomorfo
Estatura (cm)	175	166	157	153
Peso (kg)	63	85	57	45
Ancho codos (cm)	44	55	45.5	39.5
Altura poplítea (cm)	48	42	41	42
Ancho cadera (cm)	37.5	39	42	35
Perímetro tobillo (cm)	22	26	19	19
Altura tobillo (cm)	9	9	7	9
Altura sentado (cm)	89	83	79	81
Largo nalga-poplíteo (cm)	45.5	45	43.5	43

A continuación, en base a los resultados de la simulación ergonómica y tomando en cuenta el percentil 95 en hombres para la estatura y para el ancho de cuerpo, así como el 5 para la estatura de la mujer, se obtuvieron las dimensiones finales del aparato, contribuyendo también a su forma

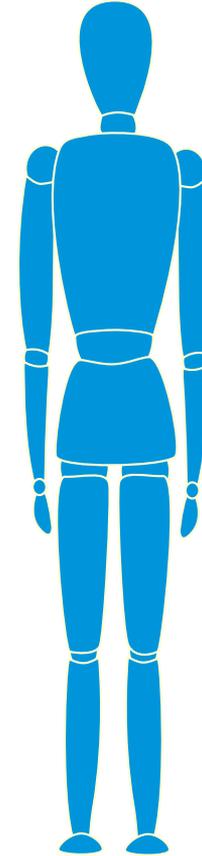
Percentiles basados en:
Ávila Chaurand, Rosalio et al. (2001). Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana. Guadalajara; Universidad de Guadalajara.
Trabajadores industriales de 18 a 65 años.



*Mujer
Joven adulto
Estatura: 152cm
(percentil 5)*



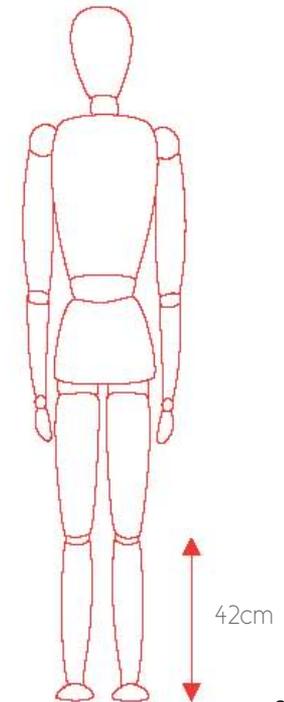
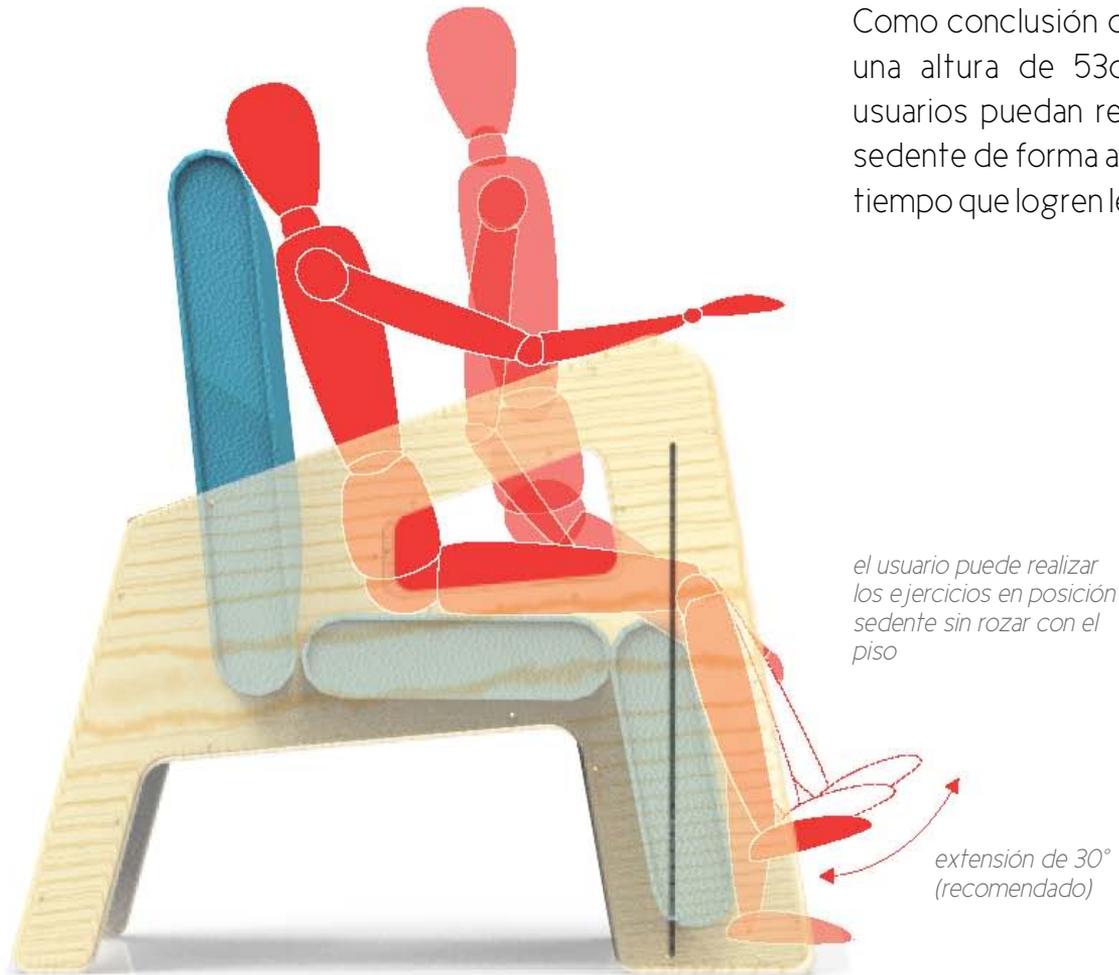
*Hombre
Adulto
Anchura: 59cm
(percentil 95)*



*Hombre
Joven adulto
Estatura: 178cm
(percentil 95)*

Altura del asiento

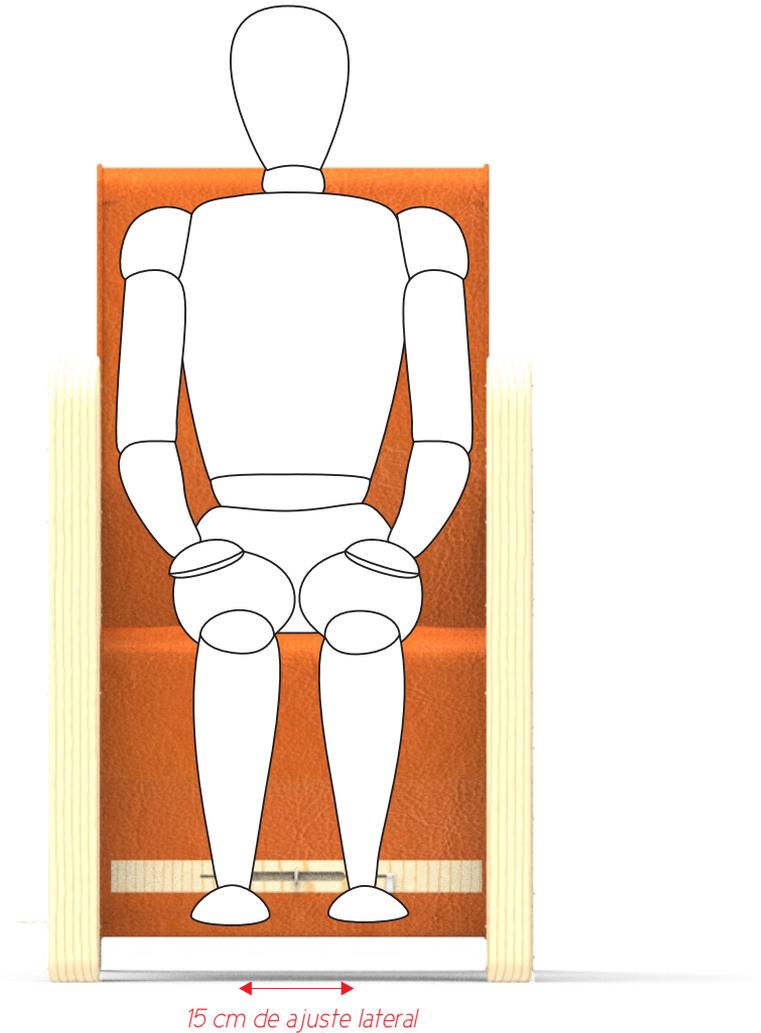
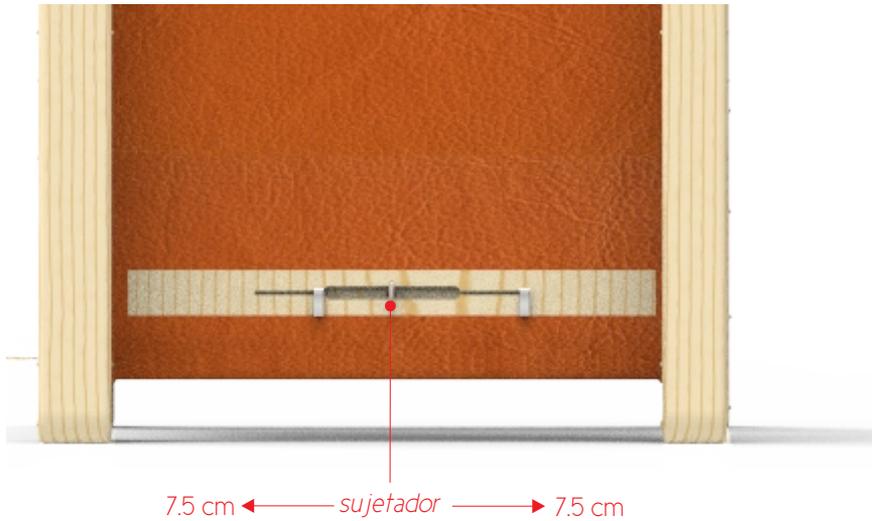
Como conclusión de la prueba No. 1, el asiento tiene una altura de 53cm de manera que, diferentes usuarios puedan realizar los ejercicios en posición sedente de forma adecuada y con facilidad al mismo tiempo que logren levantarse sin dificultad.



Ajuste del sujetador

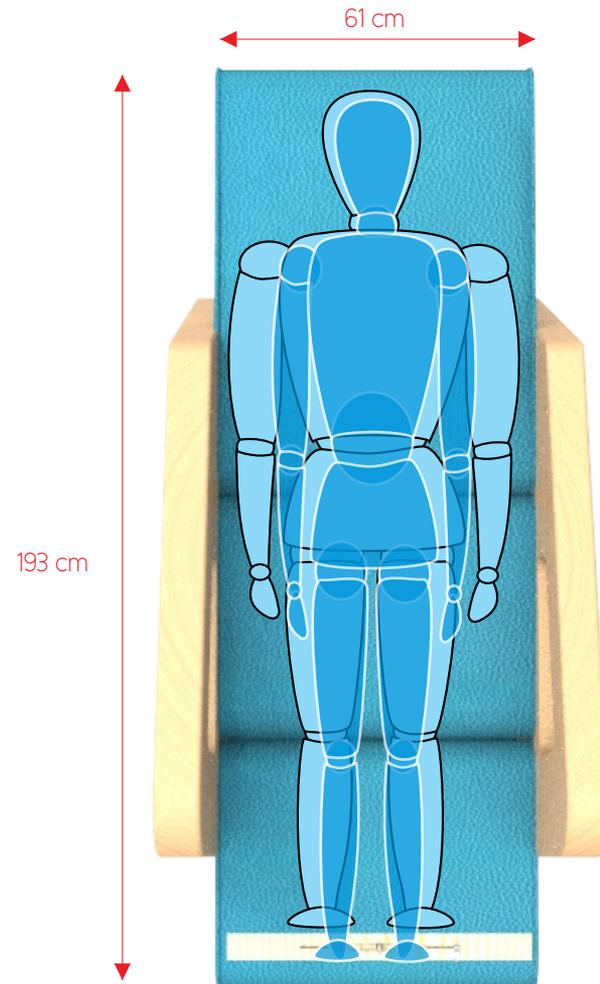
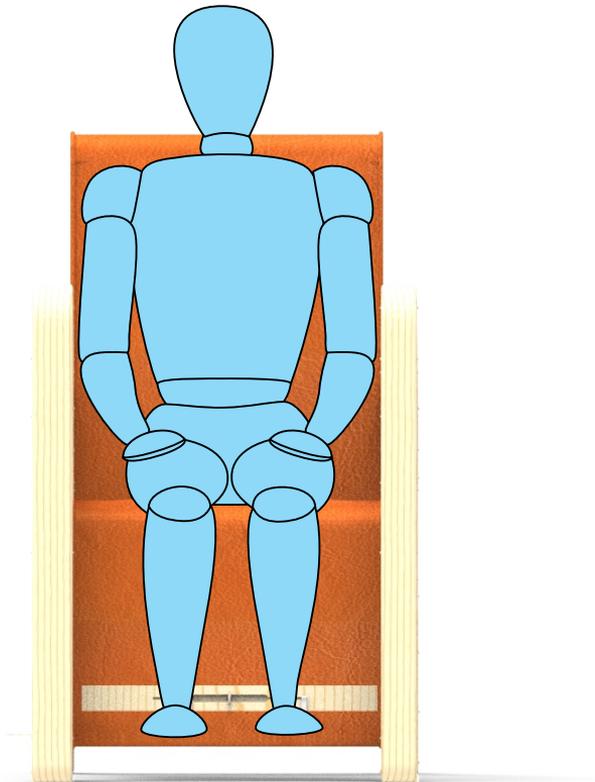
A partir de los resultados de la prueba No. 2, se determina que la distancia entre los dos pies varía de 10cm a 16cm en los diferentes usuarios.

La salida del sujetador para los pies entonces, puede ajustarse hasta 15cm lateralmente para que el usuario pueda fijarla en la posición adecuada para si mismo.



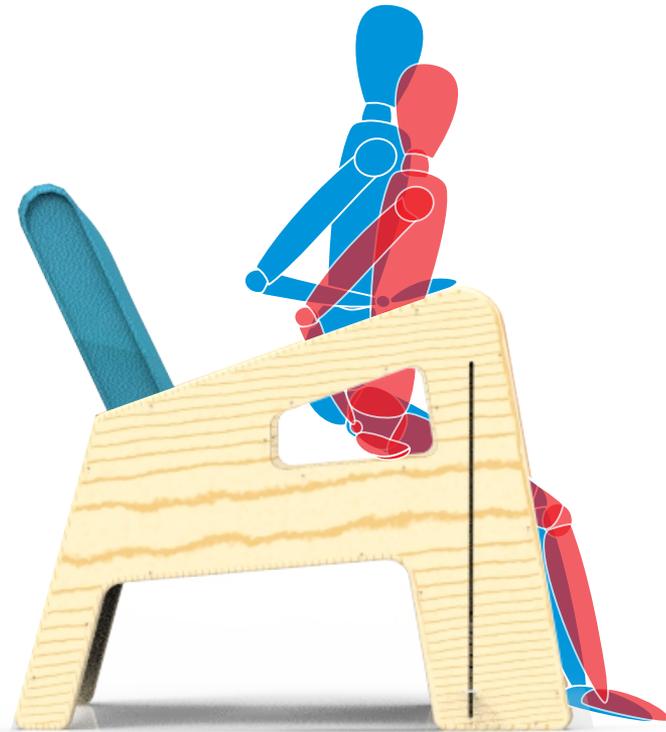
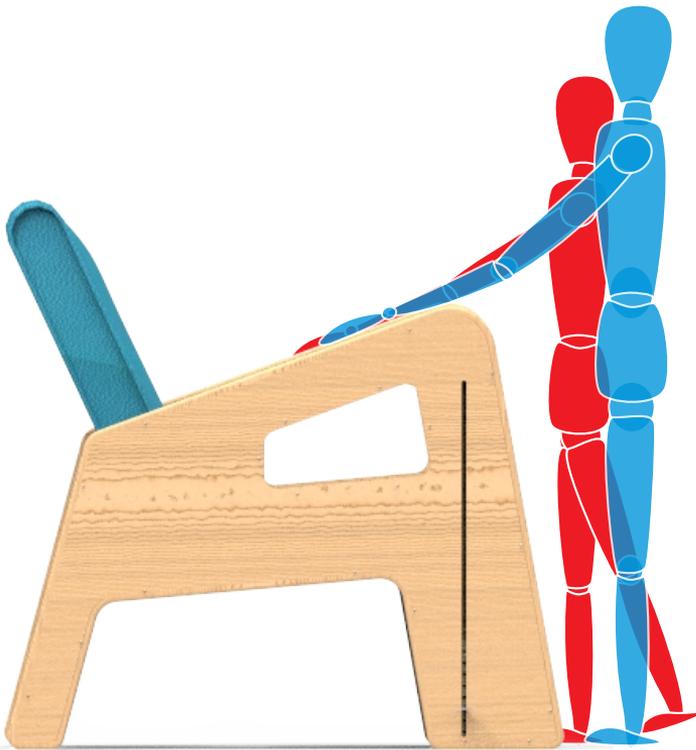
Dimensiones

Las medidas del ancho y largo del colchón, se definió a partir del percentil 95 en hombres, pudiendo este usuario así, hacer uso del aparato cómodamente.



Altura de los brazos

La altura de los brazos (96cm) le brinda a los diferentes usuarios un apoyo al realizar ejercicios de pie y al cambiar de posiciones.



Cambio de ángulo

El apoyo para los pies se puede ajustar en 5 posiciones diferentes, desde la posición cero hasta 90° simplemente jalando para desbloquear la posición actual para fijar en la deseada.

1 el usuario jala hacia arriba para desbloquear la posición actual

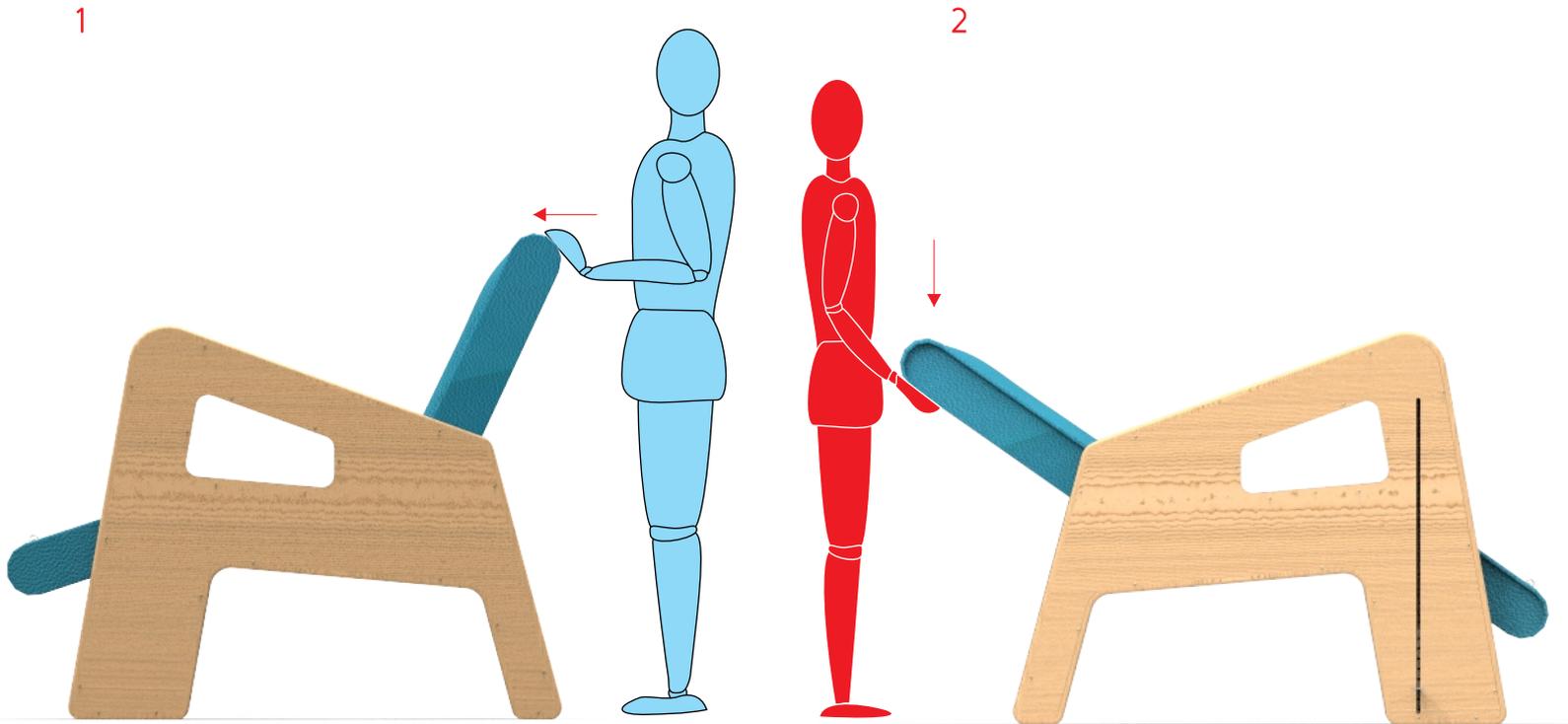
2 el usuario coloca el apoyo para los pies en una de las cinco posiciones posibles



El respaldo cuenta con el mismo mecanismo que el apoyo para los pies. Este puede ajustarse en 5 diferentes posiciones desde la cero hasta 90°.

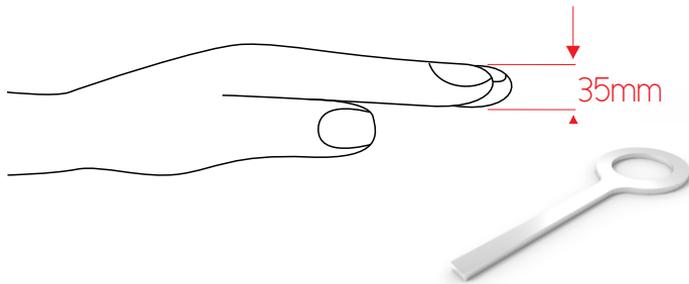
1 el usuario empuja hacia adelante para desbloquear la posición actual

2 el usuario coloca el respaldo en una de las cinco posiciones posibles

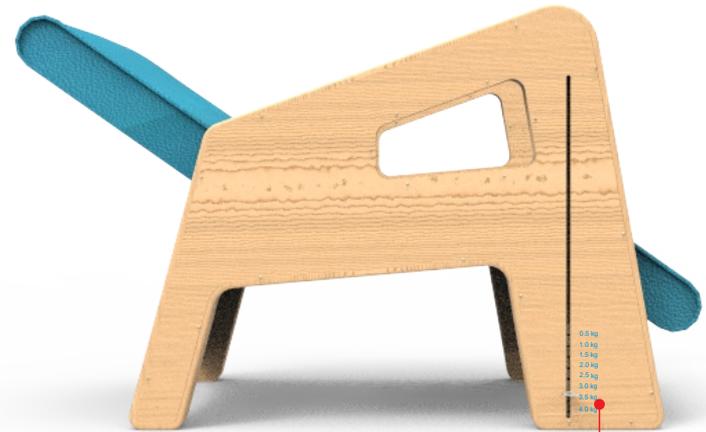


Selección de peso

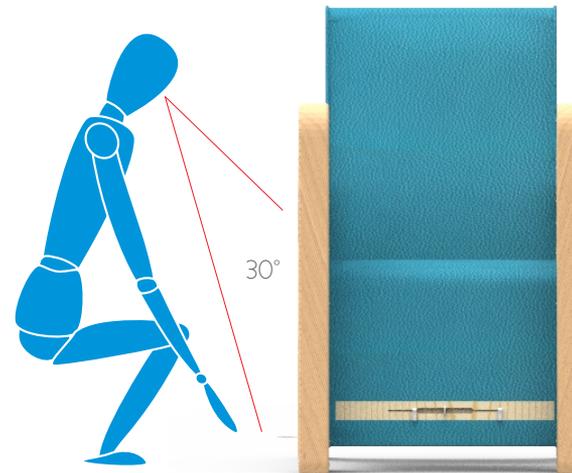
La selección de peso, se hace con facilidad utilizando la llave. La llave tiene un diámetro interno de 35mm, tomando en cuenta el percentil 95 en hombres.



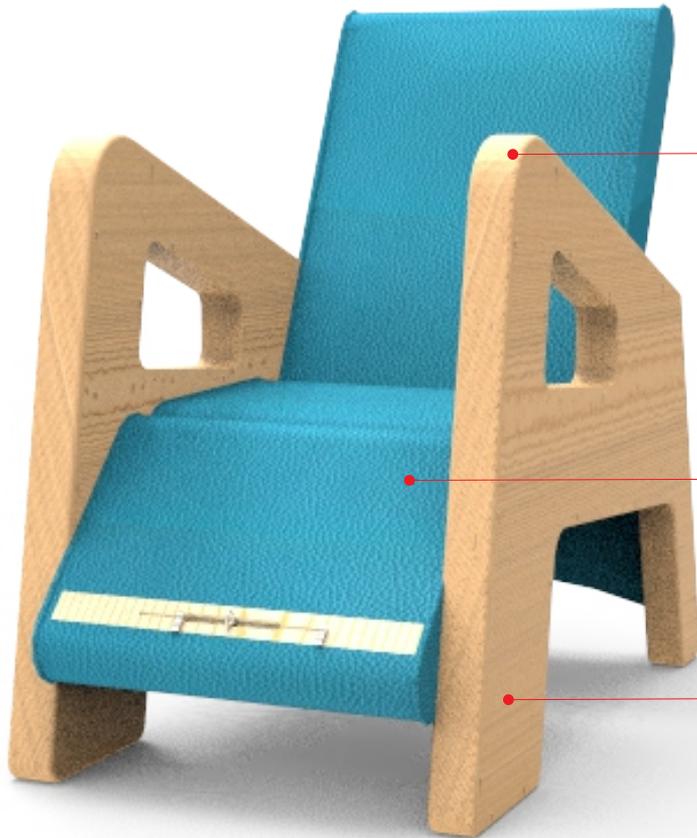
El usuario puede escoger con facilidad el peso a cargar con esta llave junto al observar los registros que se encuentran en el área de selección de peso.



registro de peso para seleccionar



Acabados



las esquinas redondeadas permiten que el usuario pueda sostenerse cómodamente y evitan que se llegue a lastimar

la microfibra permite que la piel del usuario transpire y es suave al tacto

la madera ofrece calidez y estabilidad. Su acabado es liso y de color natural

DIAGRAMAS DE USO

Pasos para comenzar los ejercicios de la rutina

Para comenzar a realizar los ejercicios de la rutina, el usuario debe hacer ciertos ajustes al aparato:

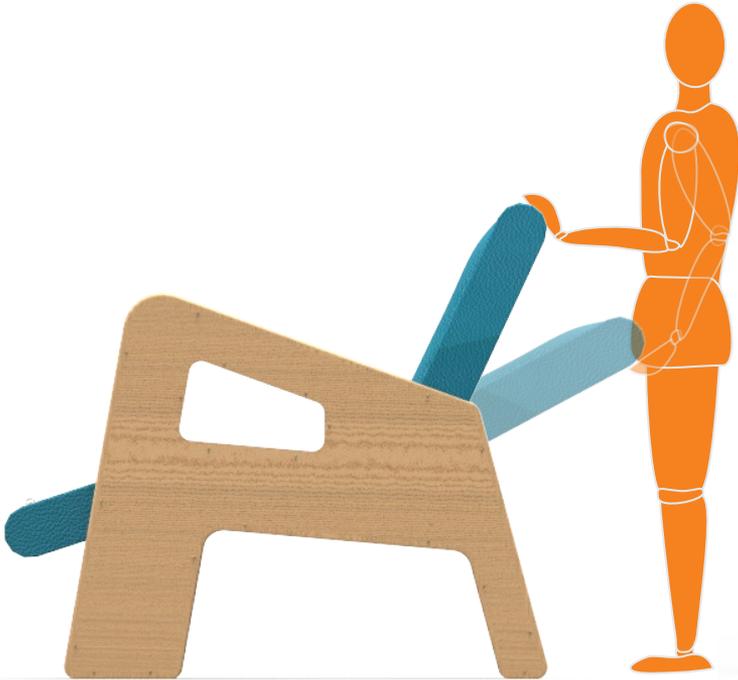
1. Ajuste de la posición del respaldo
2. Posición del sujetador
3. Posición del apoyo para los pies
4. Selección de peso
5. Colocar tobillera

Todos estos ajustes pueden hacerse en diferente orden.

Una vez teniendo todo en orden, se engancha la tobillera al aró y el usuario comienza a ejercitar.

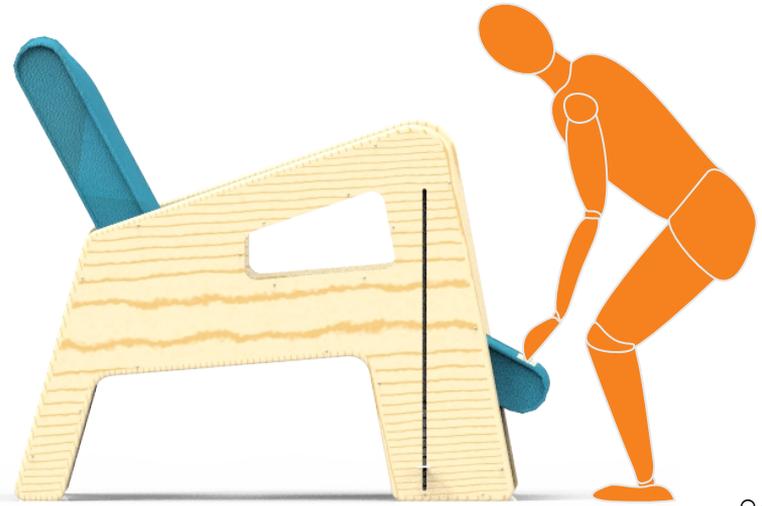
1. Ajuste de la posición del respaldo

Dependiendo el ejercicio con el que se comience, el usuario ajusta el respaldo



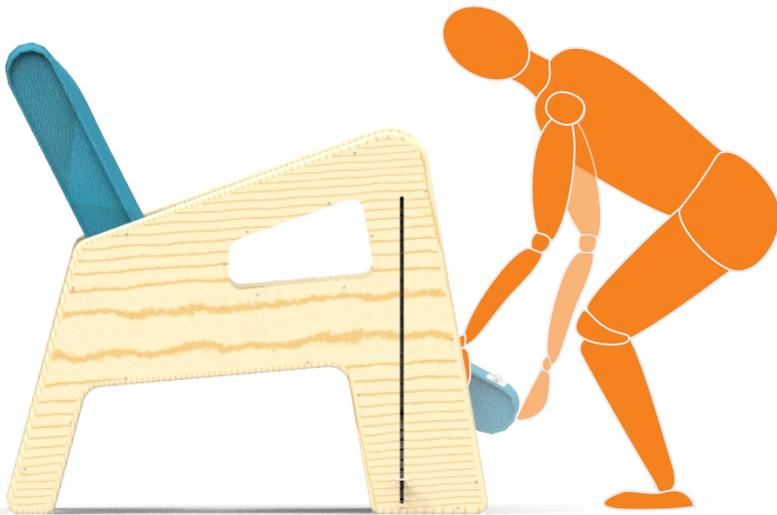
2. Ajuste de guía de sujetador

Según la pierna a ejercitar, se ajusta el sujetador lateralmente a la posición adecuada para el usuario



3. Ajuste del apoyo de los pies

El usuario ajusta al ángulo deseado el apoyo de los pies, según el ejercicio a realizar



4. Selección de peso

El usuario fija la llave en el peso deseado, desde 0.5kg hasta 4.0kg

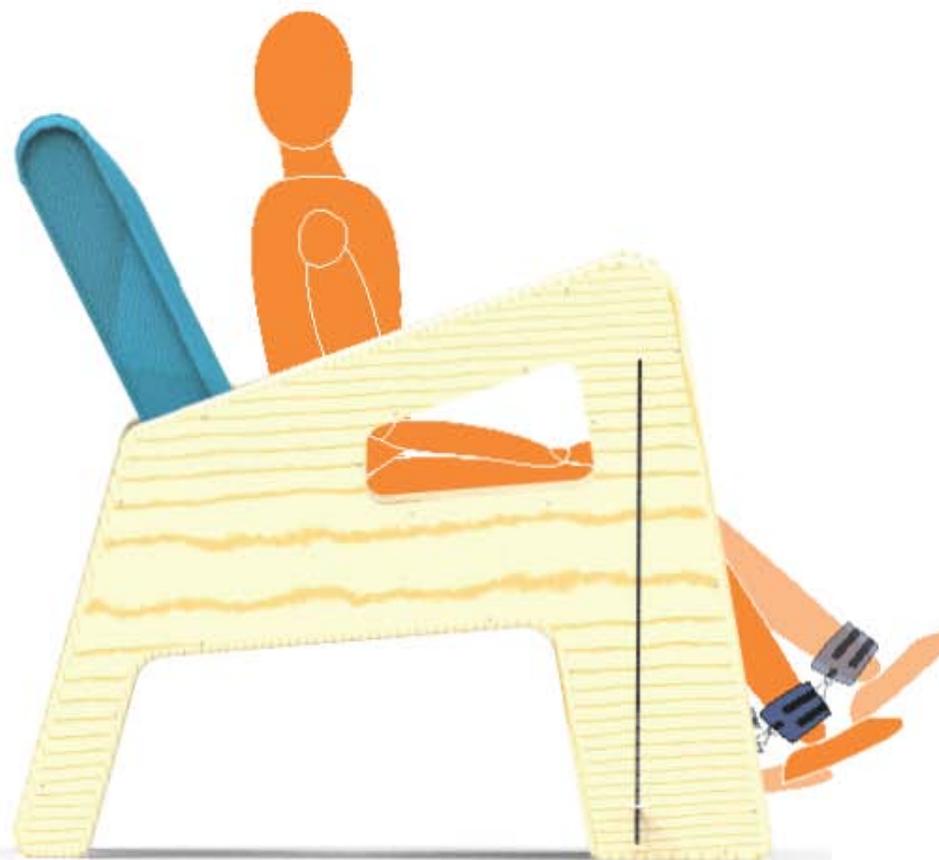


5. Colocación de tobillera y enganche al sujetador

Por último, el usuario se pone la tobillera en la pierna a ejercitar y la engancha al sujetador para comenzar su rutina de ejercicios.



Una vez realizados estos pasos, el usuario puede comenzar la rutina de ejercicios

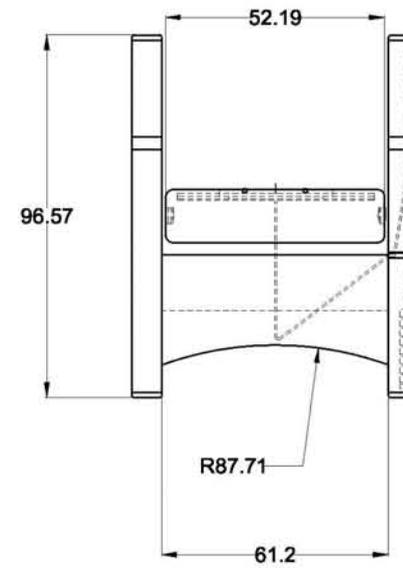
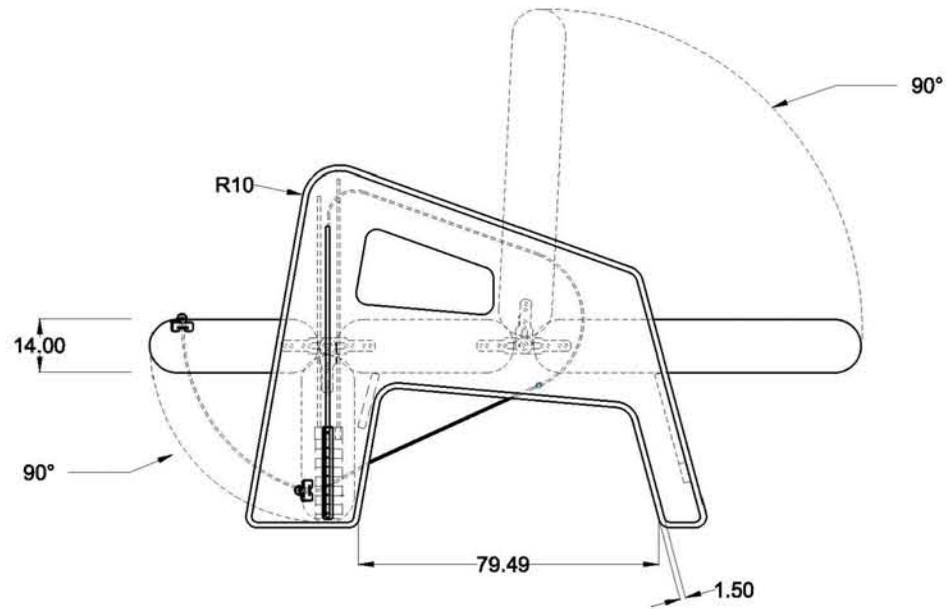
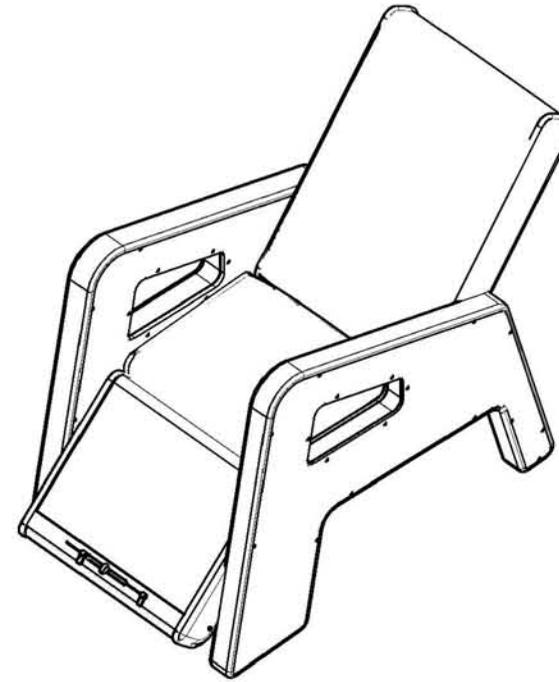
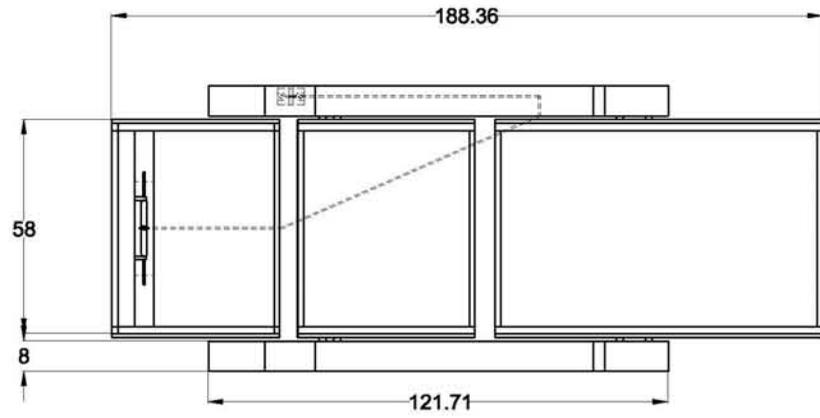


*ejemplo de ejercicio
en posición sedente*

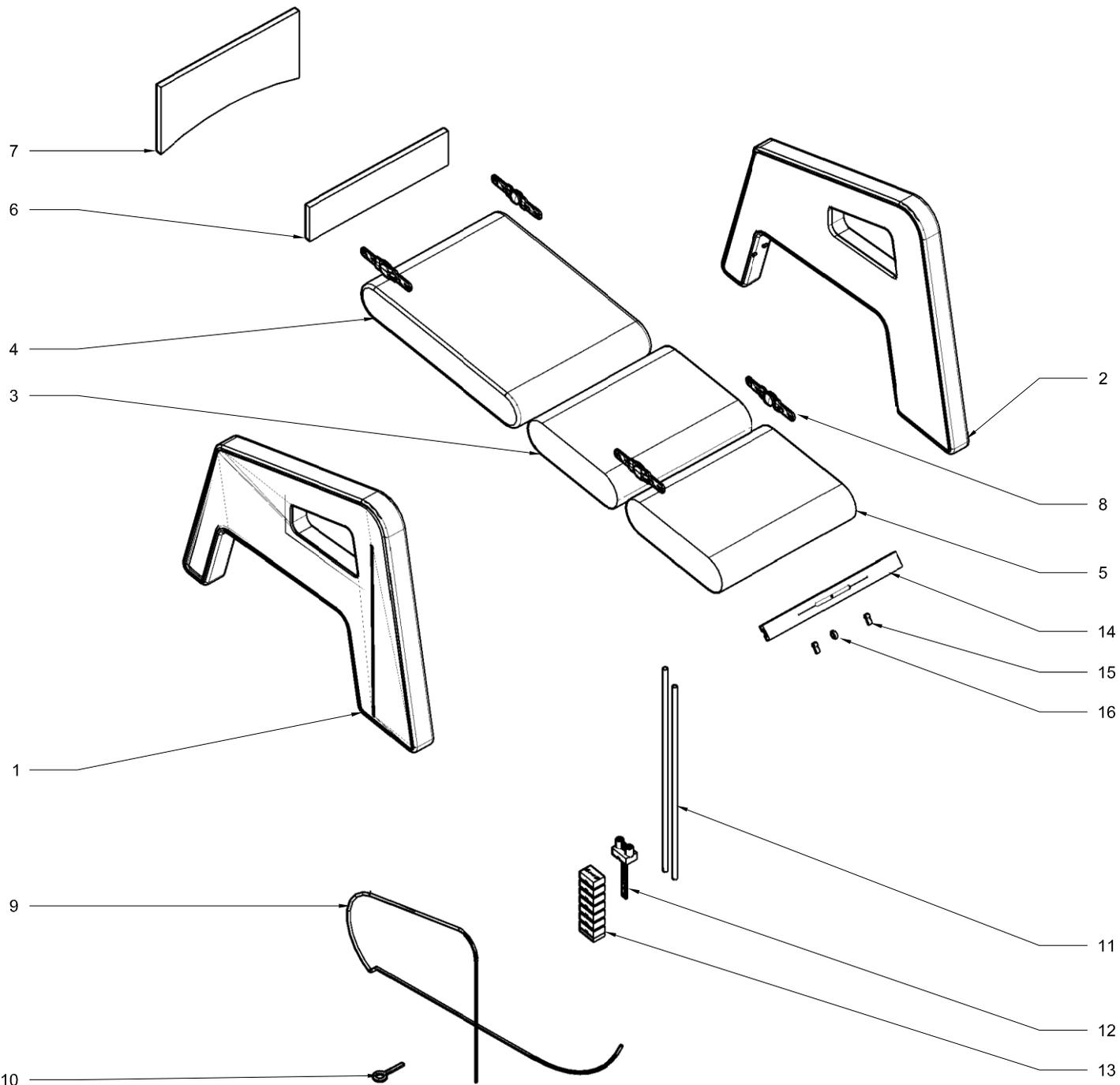
CAPÍTULO

4

PLANOS



 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	Vistas generales Edna Yvonne Fabián Rodríguez	
		1/20



16	F3	1	Argolla	Acero	Argolla de acero de 0.64mm (1/4"), la cual se sujeta del chicote
15	F2	2	Palanca excéntrica	Acero	Seguros que liberan la guía terminal del chicote
14	F1	1	Guía terminal chicote	Madera de pino	Madera con canales para funcionar como guía terminal de chicote
13	E5	8	Pesa	Acero	Pesas de acero que se levantan con ayuda del chicote para hacer ejercicio
12	E4	1	Seleccionador de carga	Acero	Lámina de acero soldada a la pesa superior y a dos rodamientos KS 12
11	E3	2	Barras guía	Acero	Pistas de rodamiento INA de 12mm
10	E2	1	Llave de selección	Acero	Llave que funciona para seleccionar el número de pesas que se levantarán
9	E1	1	Chicote	Acero y plástico	Cable de acero con recubrimiento plástico. En un extremo se une a la argolla y en el otro al seleccionador de carga
8	D1	4	Herraje PowerFlex	Acero	Herraje PowerFlex de Hettich que permite la rotación del apoyo de pies y del respaldo
7	C2	1	Travesaño trasero	Triplay 19mm y vinipiel	Triplay de pino 19mm forrado de vinipiel que une lateral izquierda y derecha por medio de insertos para tornillo de 6.4mm (1/4")
6	C1	1	Travesaño frontal	Triplay 19mm y vinipiel	Triplay de pino 19mm forrado de vinipiel que une lateral izquierda y derecha por medio de insertos para tornillo de 6.4mm (1/4")
5	B3	1	Apoyo de pies	Triplay de pino, espumas y microfibra	Estructura interna de triplay 12mm envuelta con espumas y tapizada con microfibra
4	B2	1	Respaldo	Triplay de pino, espumas y microfibra	Estructura interna de triplay de pino 12mm, envuelta con espumas y tapizada con microfibra
3	B1	1	Asiento	Triplay de pino, espumas y microfibra	Estructura interna de triplay 12mm envuelta con espumas y tapizada con microfibra
2	A2	1	Lateral derecha	Triplay de pino	Conformada de un cuerpo y dos laterales
1	A1	1	Lateral izquierda	Triplay de pino	Conformada de un cuerpo y dos laterales. Dentro se encuentra el mecanismo de pesas
Num.	Clave	Cant.	Nombre	Material	Descripción

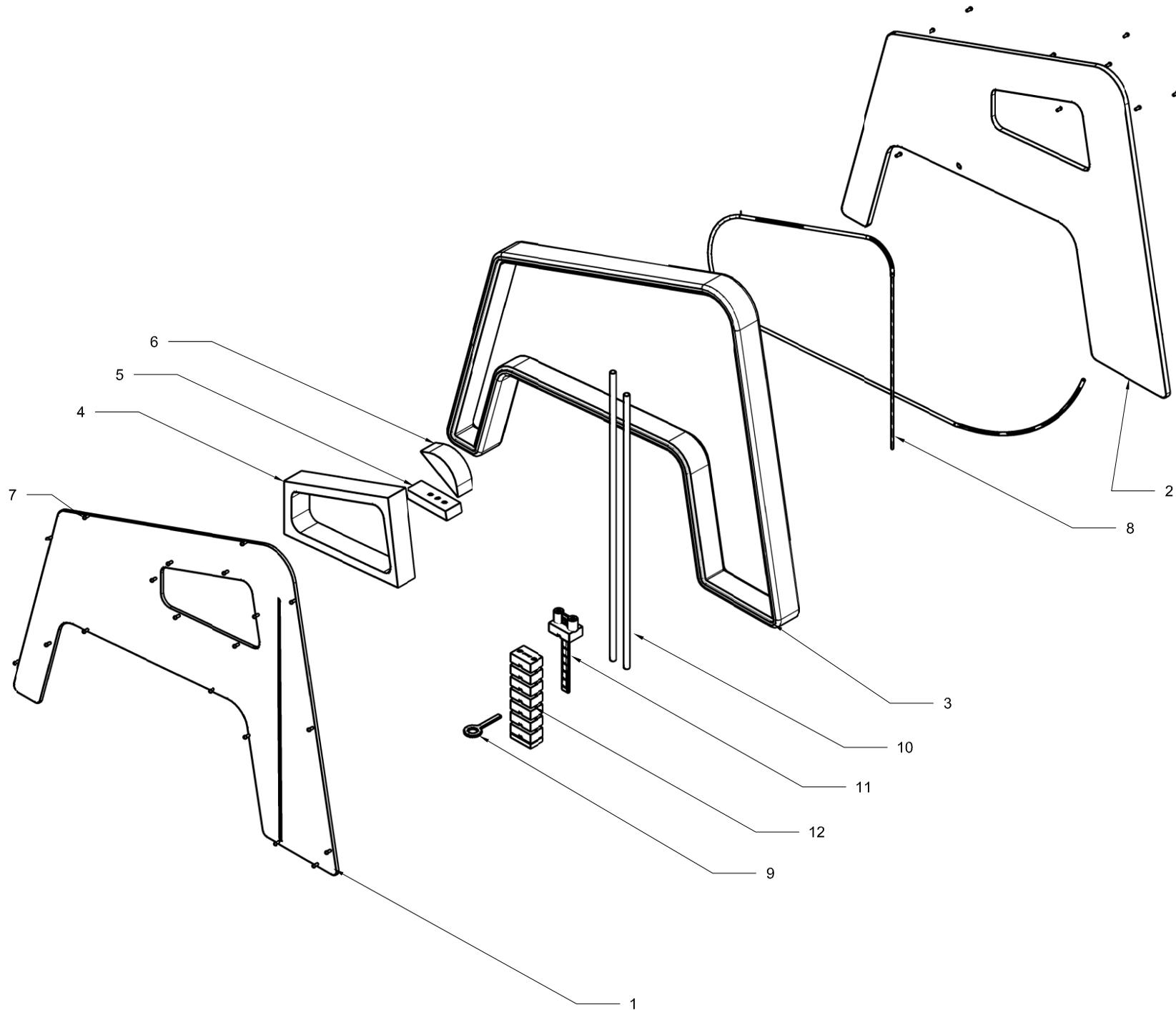
UNAM FES ARAGON
DISEÑO INDUSTRIAL

Cotas: cm Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia

Explosivo

Edna Yvonne Fabián Rodríguez

2/20



12	E5	8	Pesa	Acero	Pesas de acero que se levantan con ayuda del chicote para hacer ejercicio
11	E4	1	Seleccionador de carga	Acero	Lámina de acero soldada a la pesa superior y a dos rodamientos KS 12
10	E3	2	Barras guía	Acero	Pistas de rodamiento INA de 12mm
9	E2	1	Llave de selección	Acero	Llave que funciona para seleccionar el número de pesas que se levantarán
8	E1	1	Chicote	Acero y plástico	Cable de acero con recubrimiento plástico. En un extremo se une a la argolla y en el otro al seleccionador de carga
7	A1.7	40	Pijas de sujeción	Acero	Pijas de cruz de 0.6mm x 19mm (1/4"x3/4") para unir las caras con el cuerpo y el separador de laterales
6	A1.6	1	Soporte de barras guía	Madera de pino	Madera maciza que sirve como base superior de las pistas de rodamiento
5	A1.5	1	Soporte de chicote	Madera de pino	Madura maciza en la que entra el chicote y funciona como guía para las pistas de rodamiento
4	A1.4	1	Separador de laterales	Madera de pino	Madera maciza de 25.4mm (1") que da estructura y vista a las laterales
3	A1.3	1	Cuerpo de laterales	Madera de pino	Madera maciza de 25.4mm (1") con proceso de corte, router, ensamblado y redondeado
2	A1.2	1	Cara interna	Triplay de pino	Corte CNC en hoja de triplay con perforación para trayectoria de chicote
1	A1.1	1	Cara externa	Triplay de pino	Corte CNC en hoja de triplay con ranura para llave de selección
Num.	Clave	Cant.	Nombre	Material	Descripción

UNAM FES ARAGON
DISEÑO INDUSTRIAL

Cotas: Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia

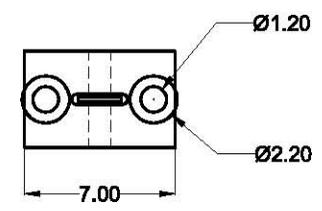
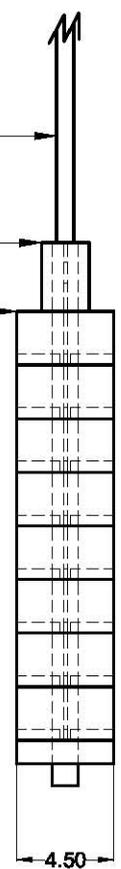
Explosivo de lateral izquierdo
Edna Yvonne Fabián Rodríguez

3/20

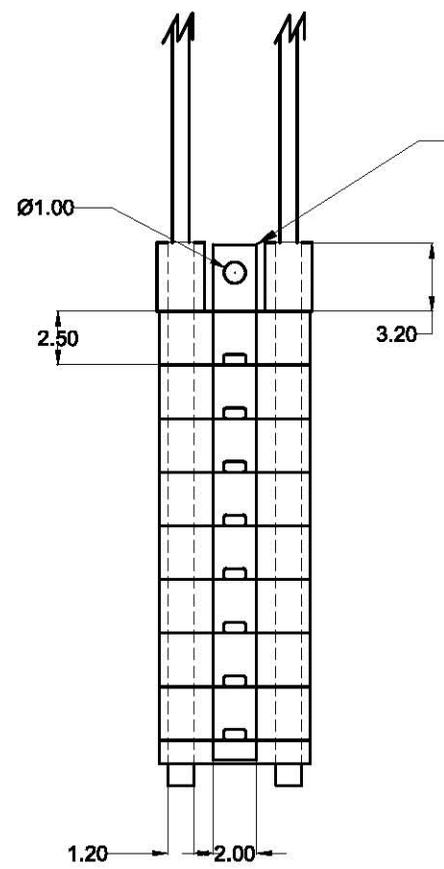
Pistas de rodamiento 12mm INA

Rodamientos lineales serie KS 12

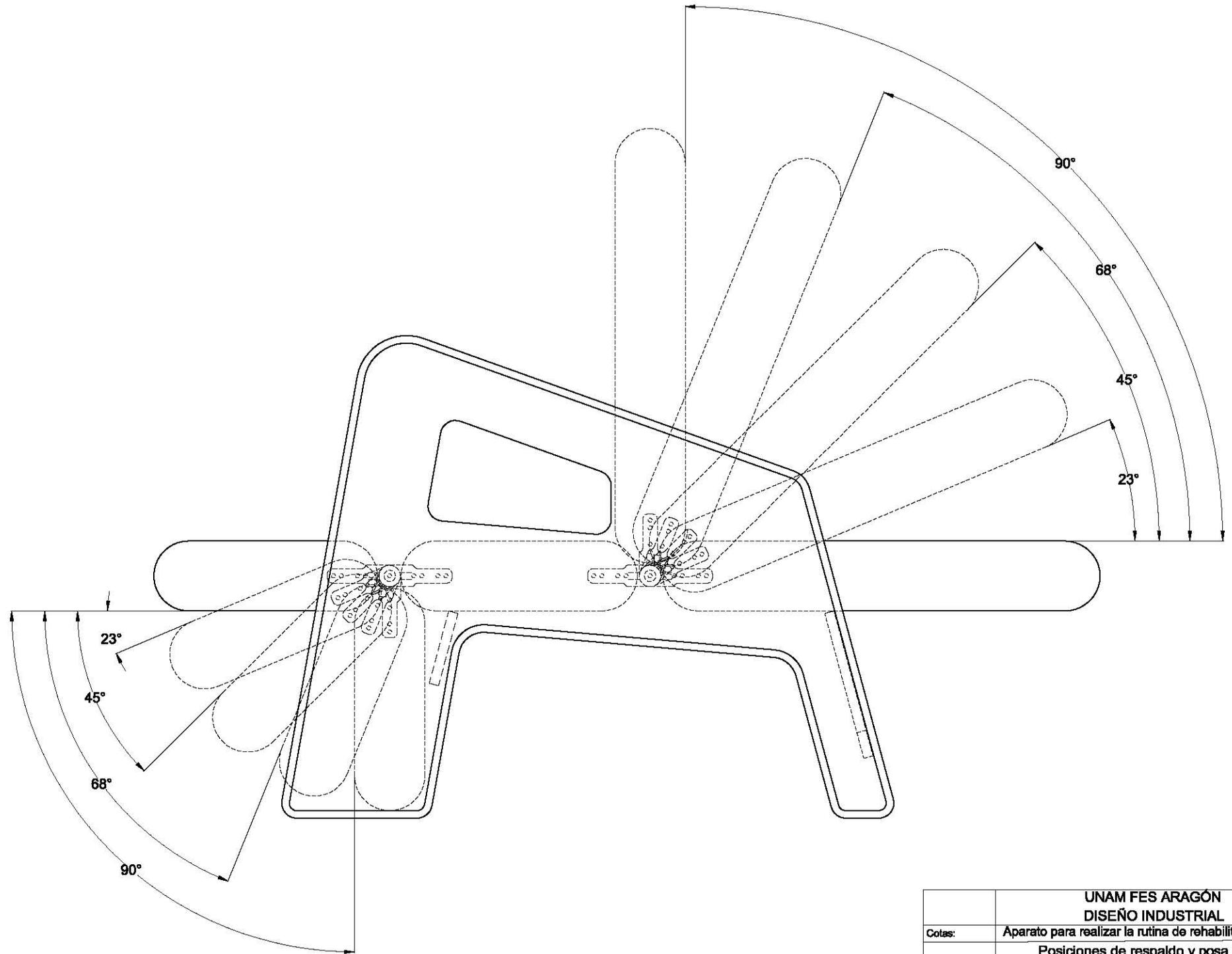
Pesas de acero de 500 gr



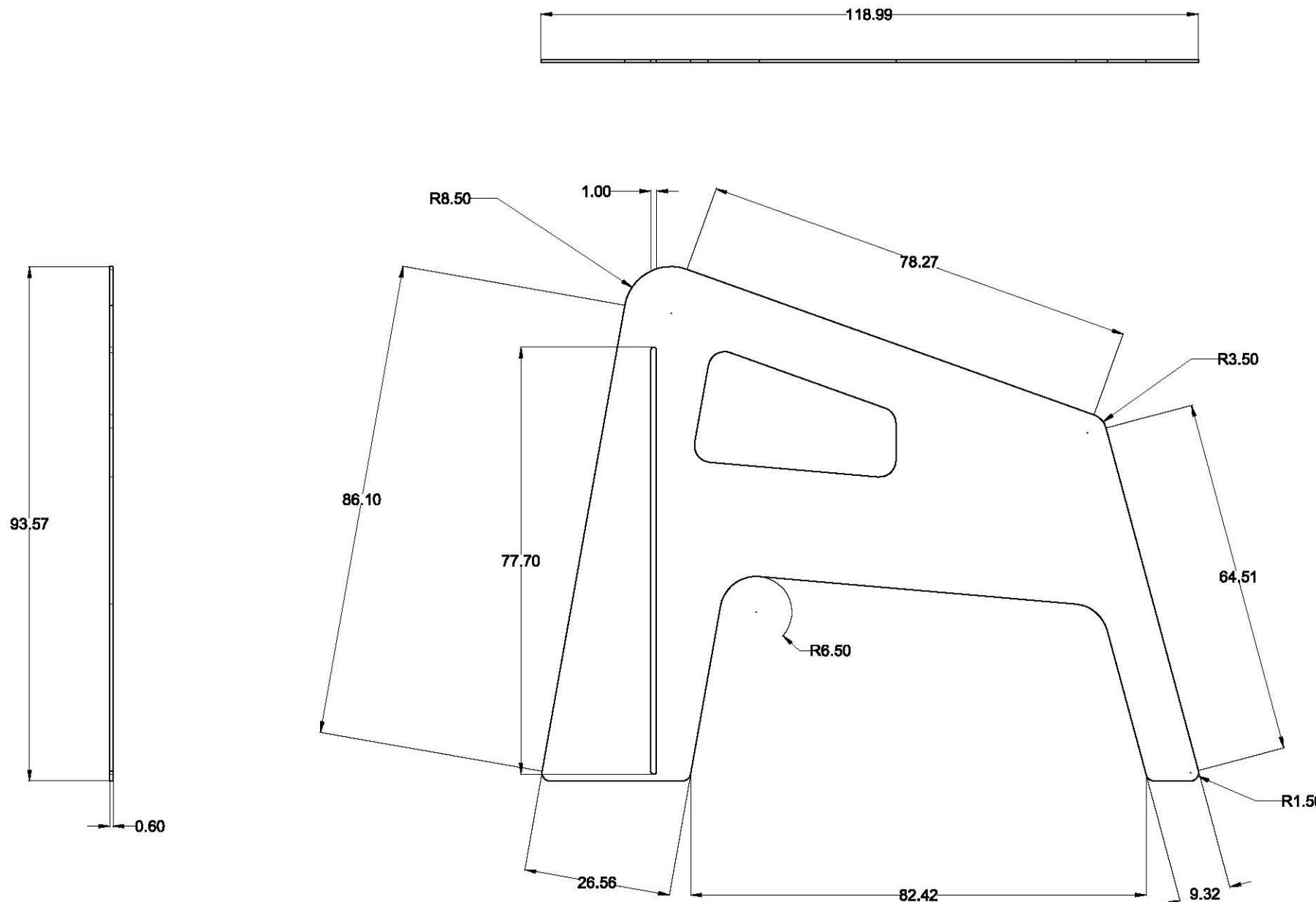
Placa de acero con perforaciones para llave de selección y sujeción de chicote



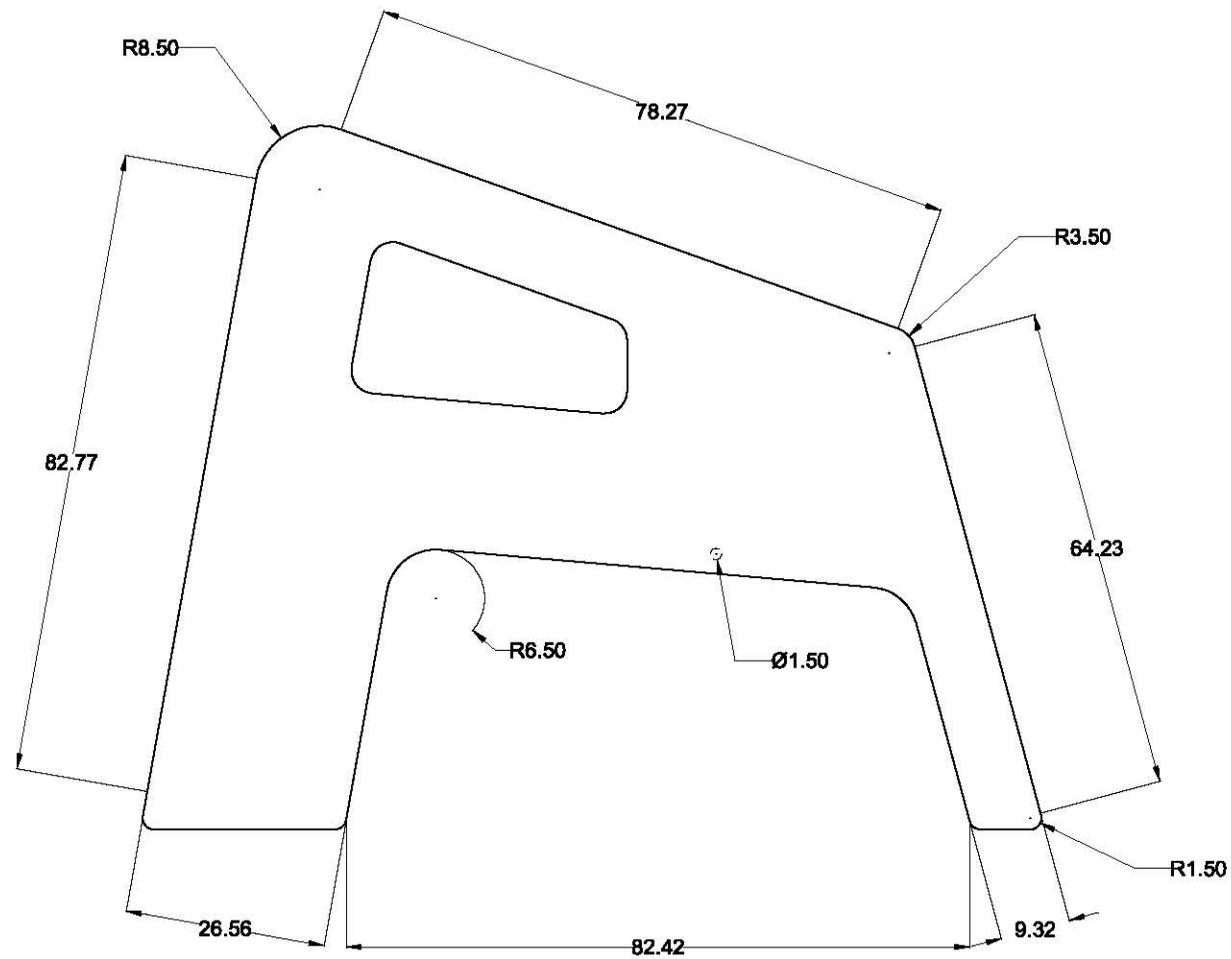
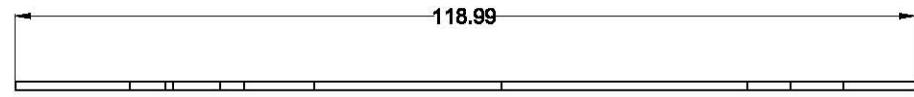
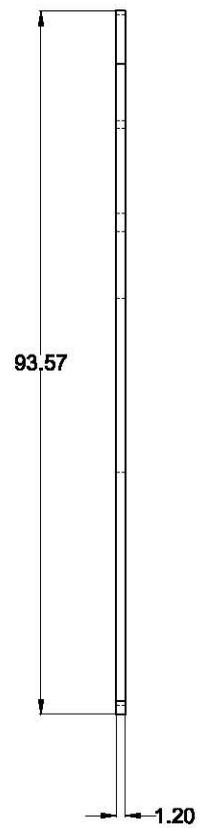
	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas: cm	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	Vistas generales mecanismo	4/20
	Edna Yvonne	



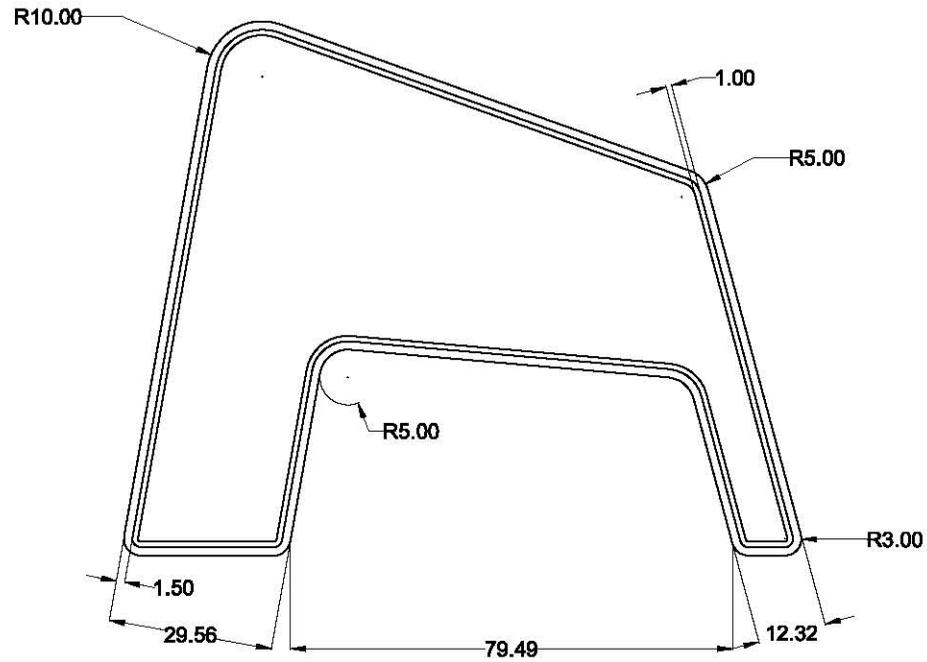
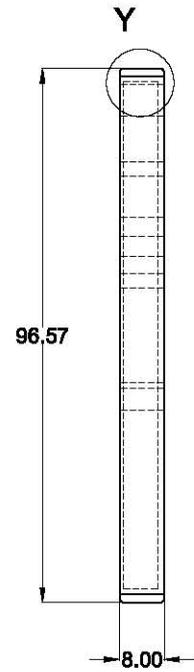
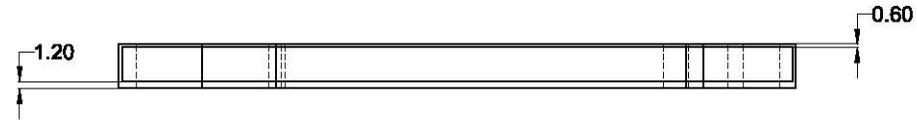
	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas:	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	Posiciones de respaldo y posa pies	
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	5/20



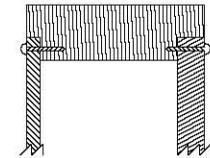
	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas: cm	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
A1.1	Cara externa lateral izquierda	6/20
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	



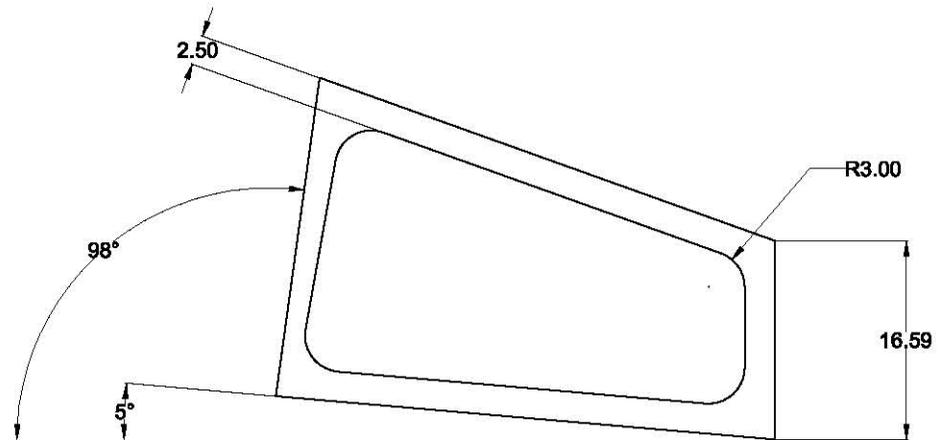
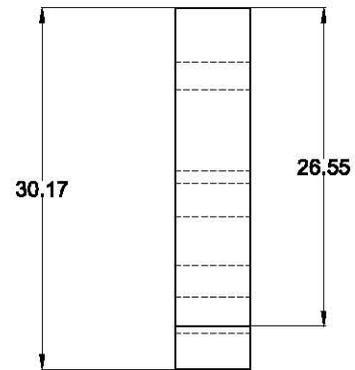
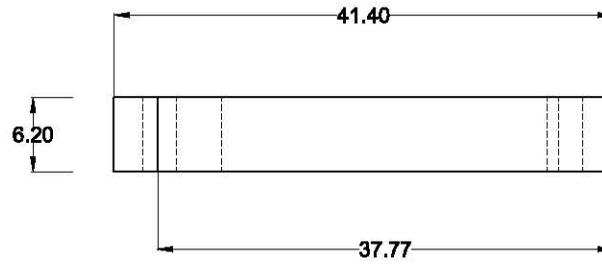
 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
A1.2	Cara interna de laterales Edna Yvonne Fabián Rodríguez	7/20



Detalle Y

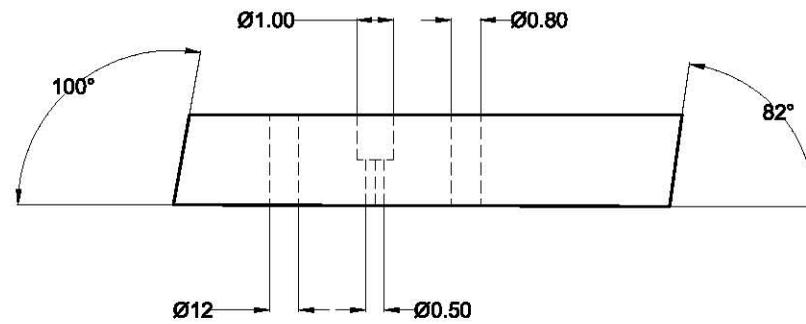
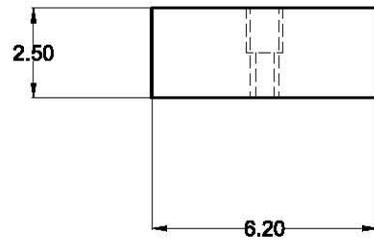
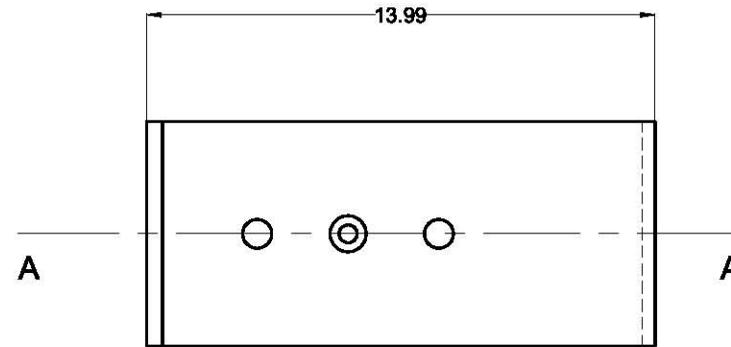
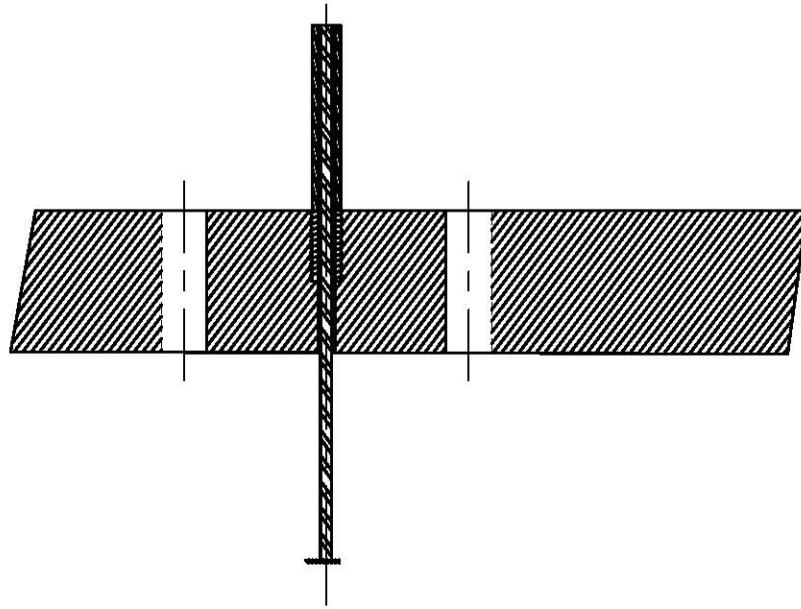


 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
A1.3	 cuerpo de laterales Edna Yvonne Fabián Rodríguez	
	8/20	

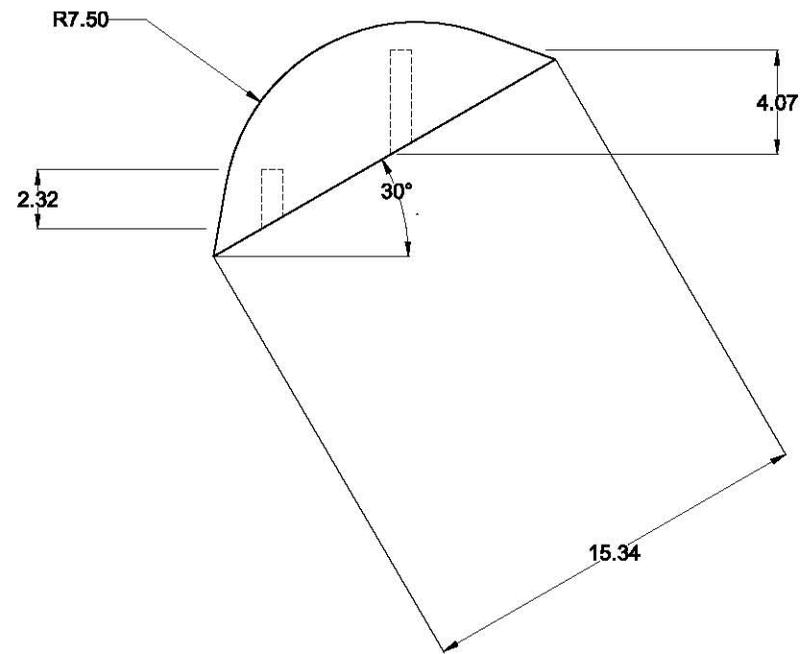
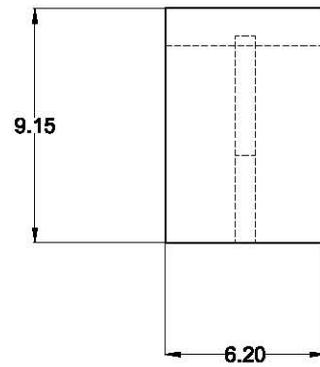
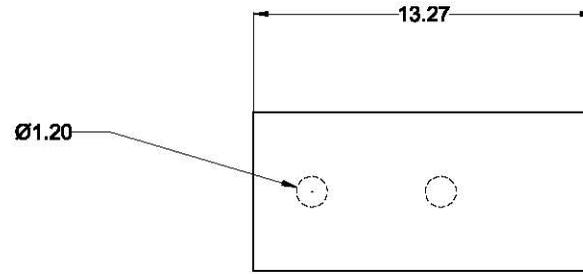


 UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	Separador de laterales Edna Yvonne Fabián Rodríguez	9/20
Cotas: cm	A1.4	

Corte A-A

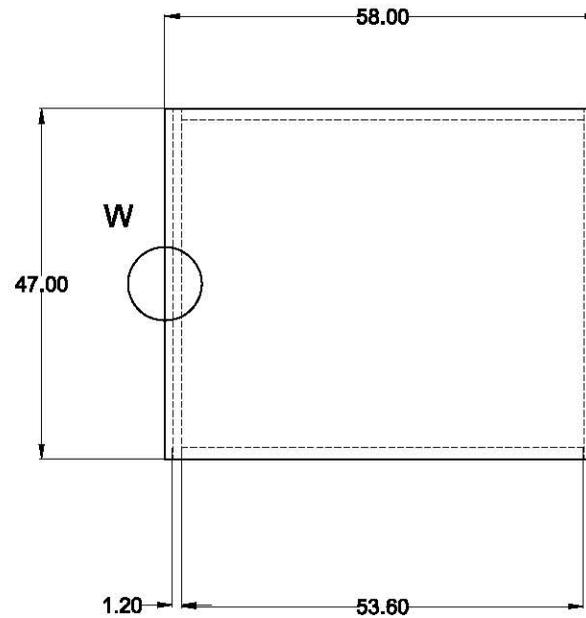
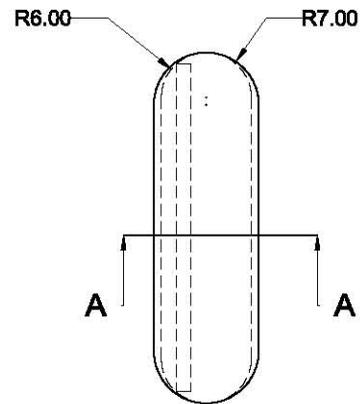
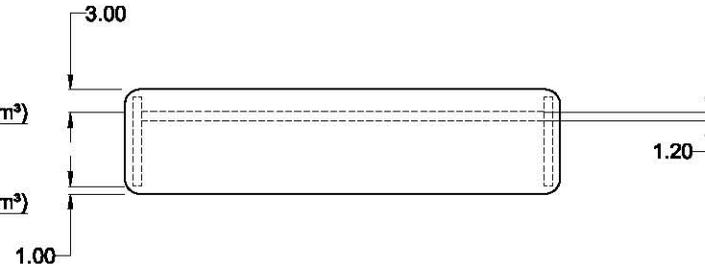
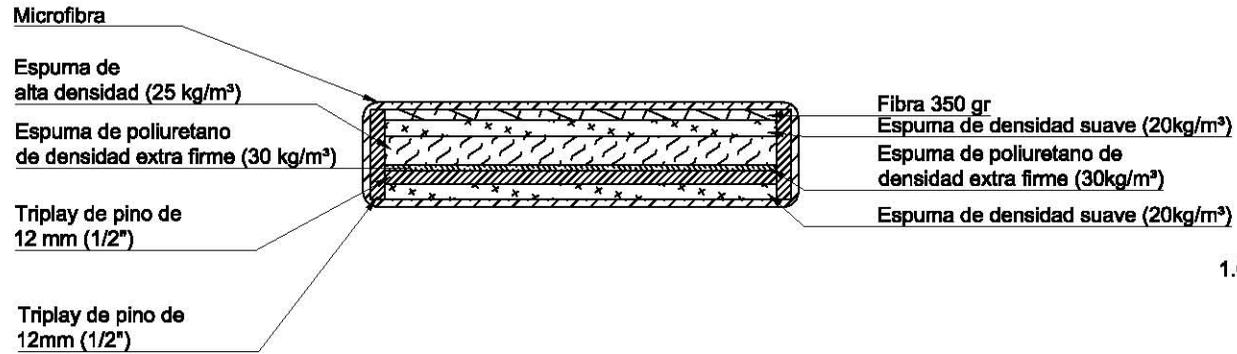


 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
A1.5	Soporte chicote Edna Yvonne Fabián Rodríguez	
	10/20	

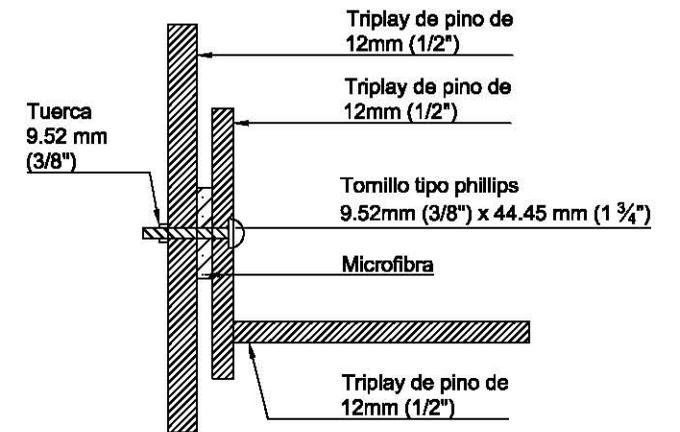


	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas: cm	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
A1.6	Soporte superior de barras	11/20
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	

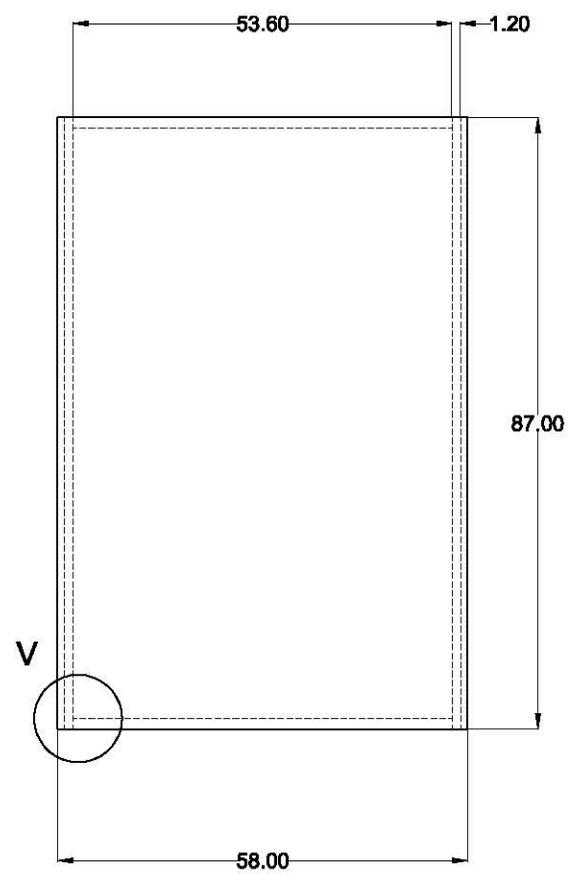
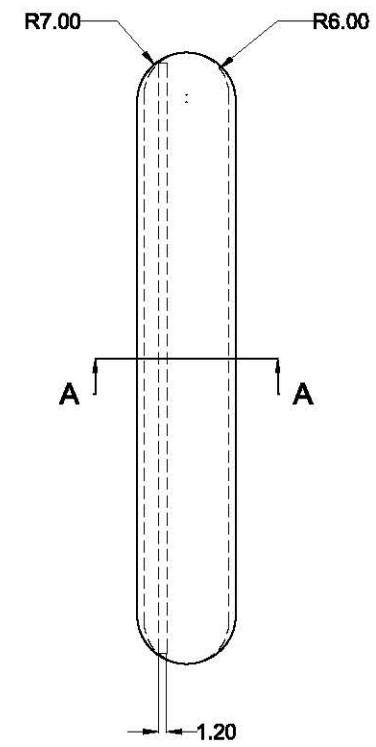
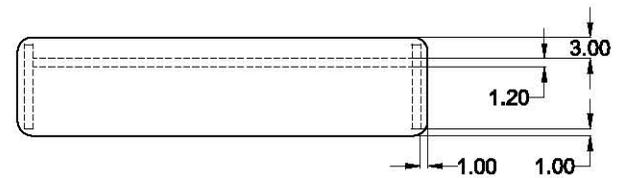
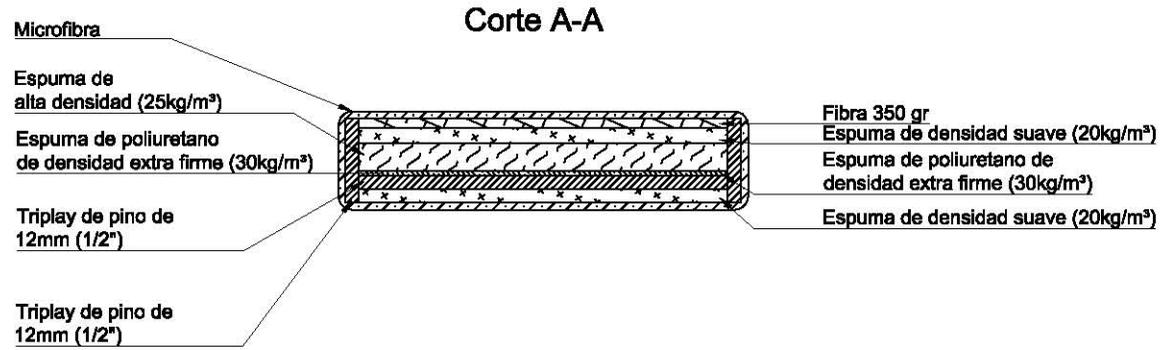
Corte A-A



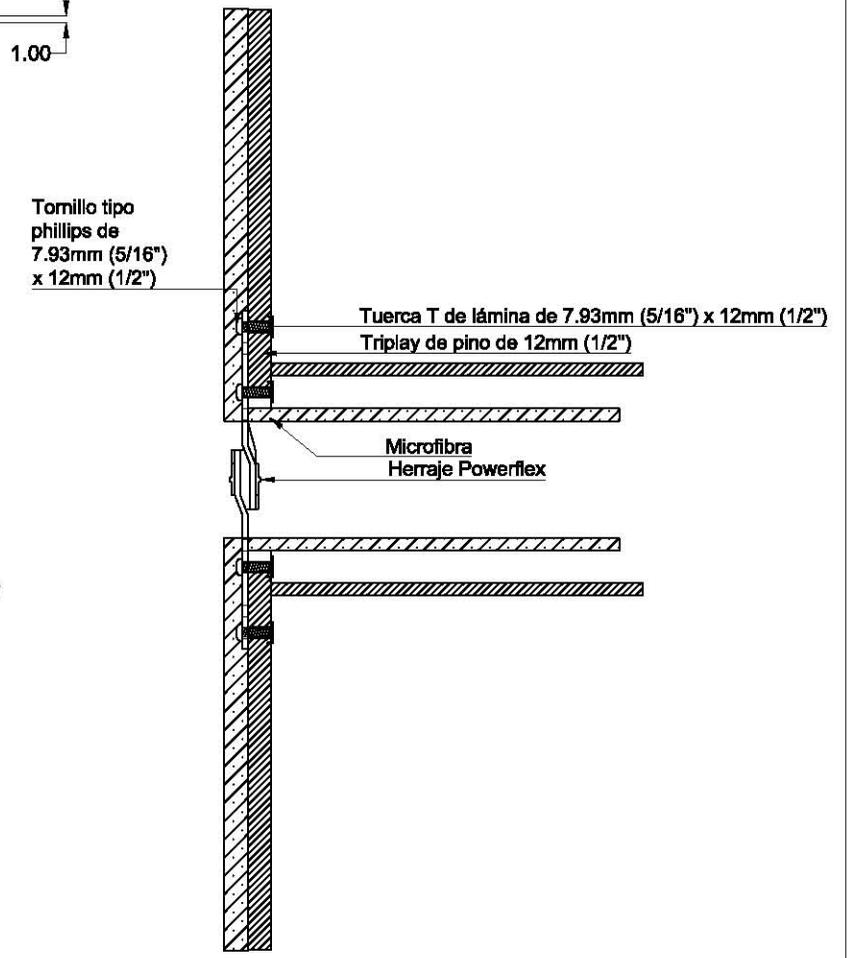
Detalle W Unión asiento a lateral



 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
B1	Asiento	12/20
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	

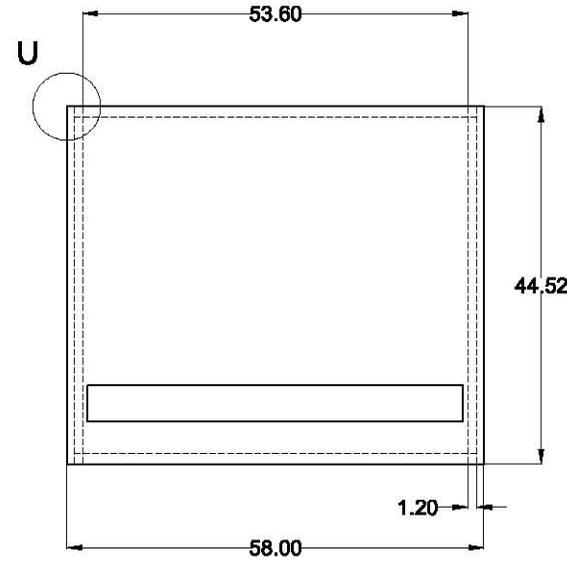
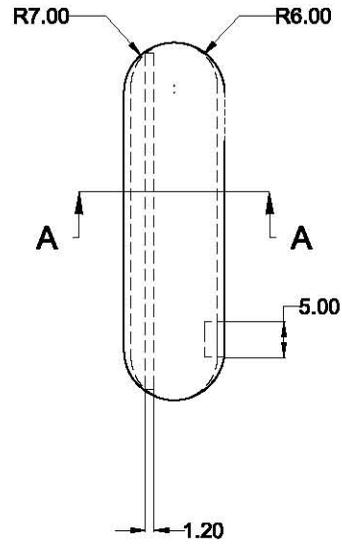
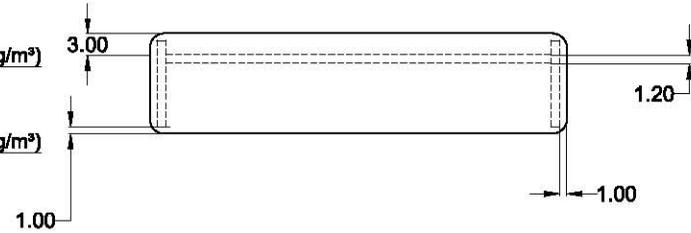
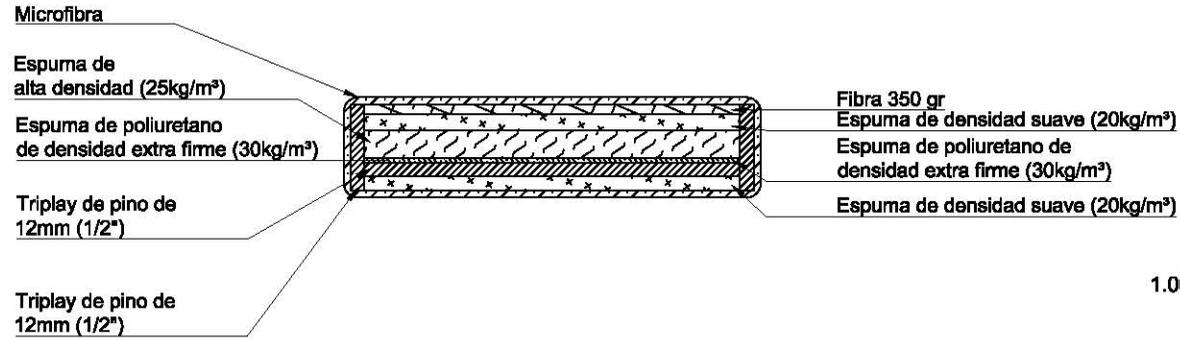


Detalle V
Unión respaldo - Powerflex - Asiento

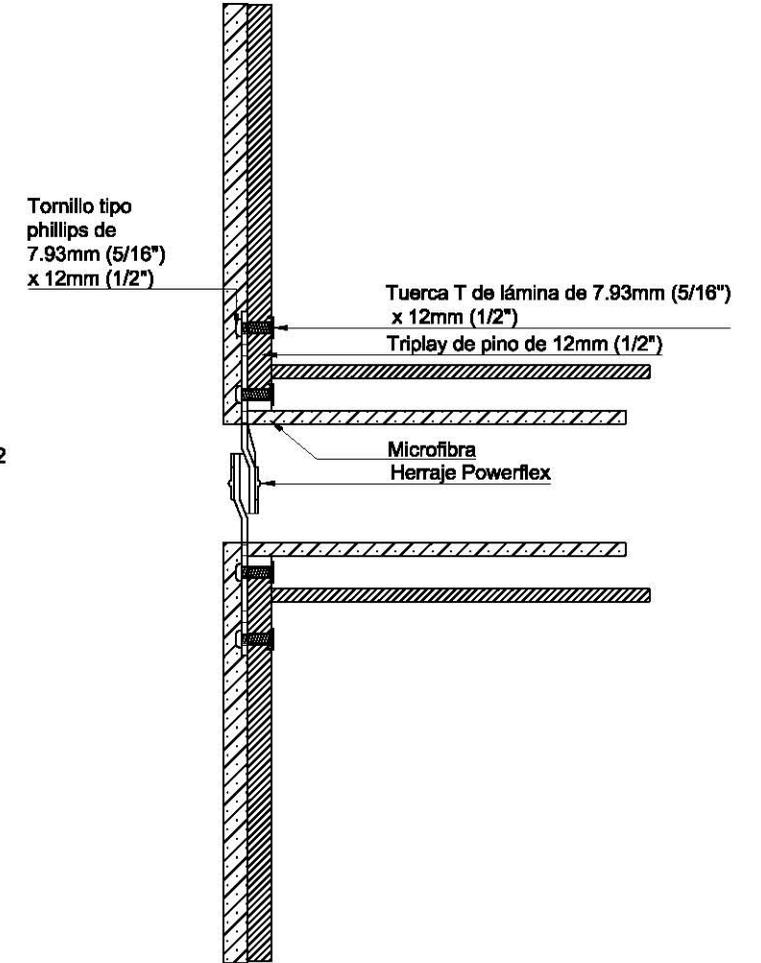


	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas: cm	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
B2	Respaldo	
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	
		13/20

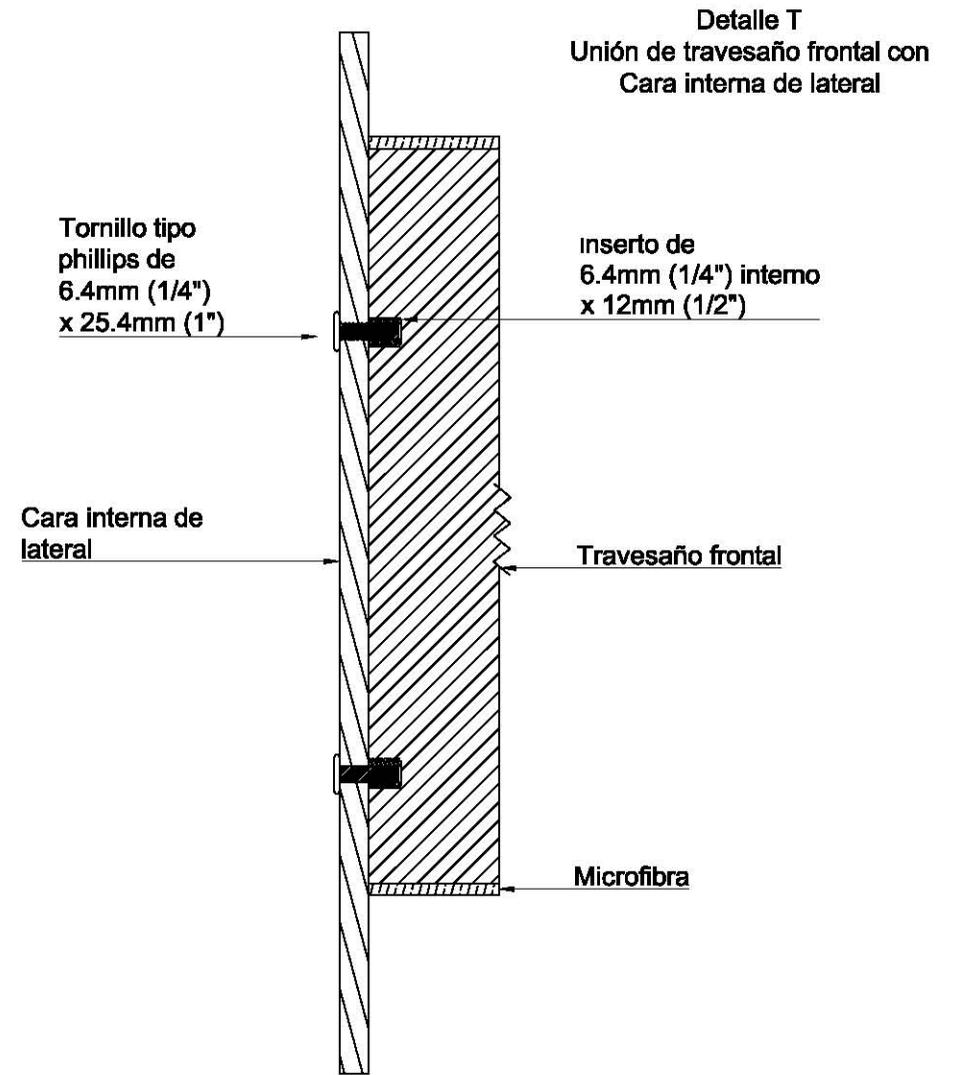
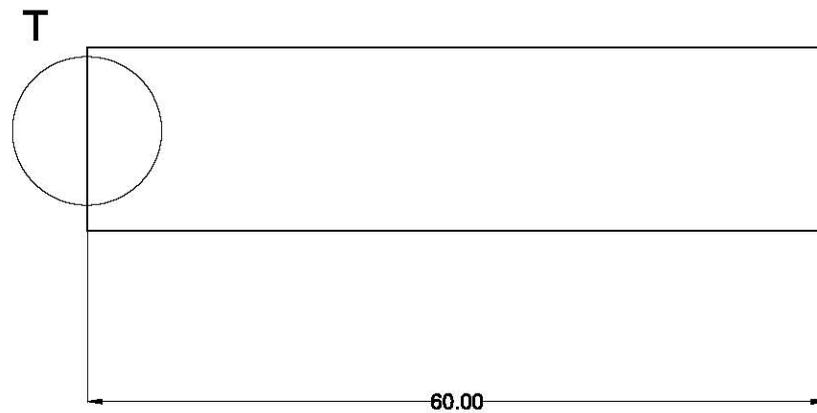
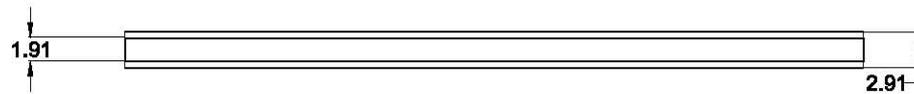
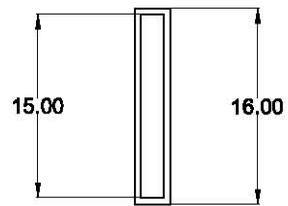
Corte A-A



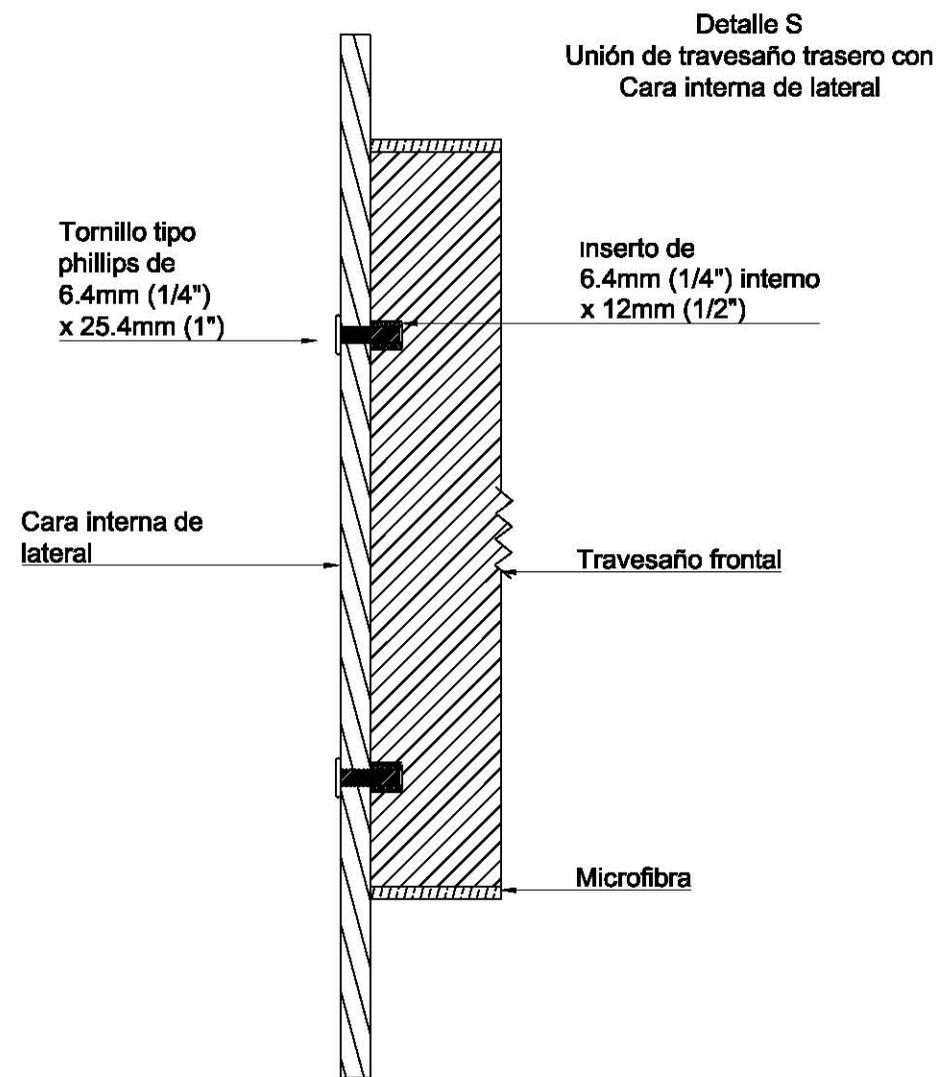
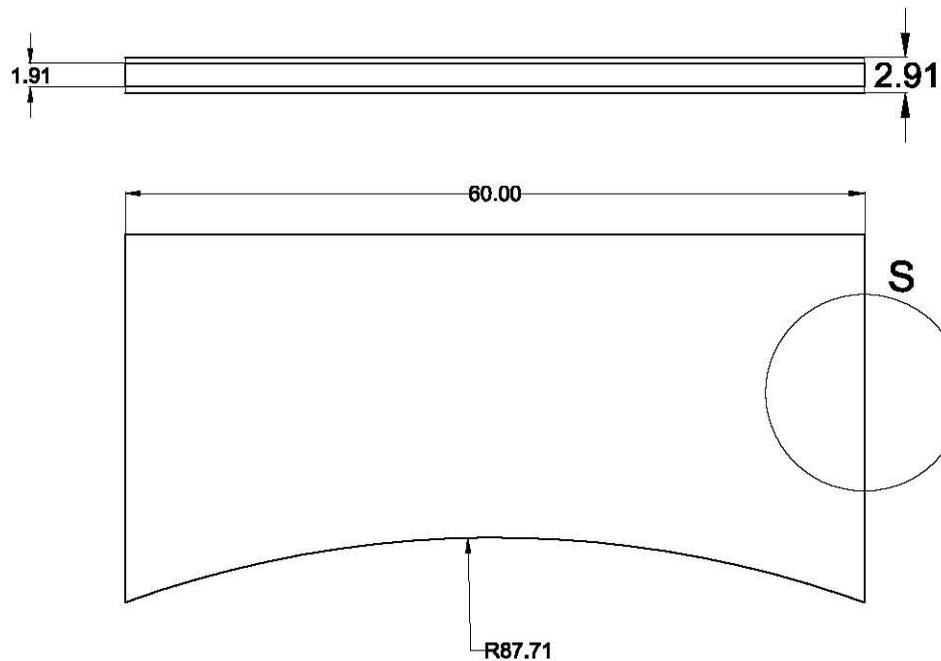
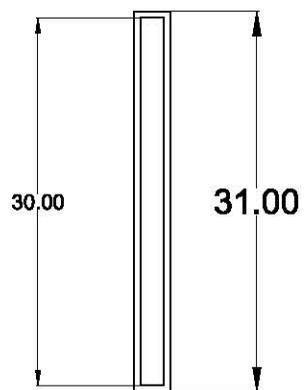
Detalle U
Unión Asinto - Powerflex - Posa pies



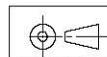
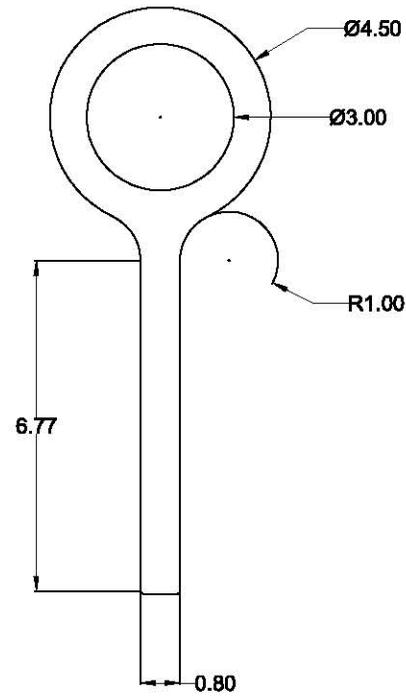
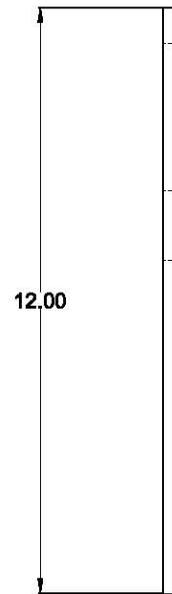
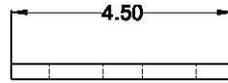
	UNAM FES ARAGÓN	
	DISEÑO INDUSTRIAL	
Cotas: cm	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
B3	Posa pies	
	Edna Yvonne Fabián Rodríguez	
		14/20



	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Cotas: cm Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
C1	Travesaño de unión frontal Edna Yvonne Fabián Rodríguez	15/20



 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
C2	Travesaño de unión trasero Edna Yvonne Fabián Rodríguez	16/20



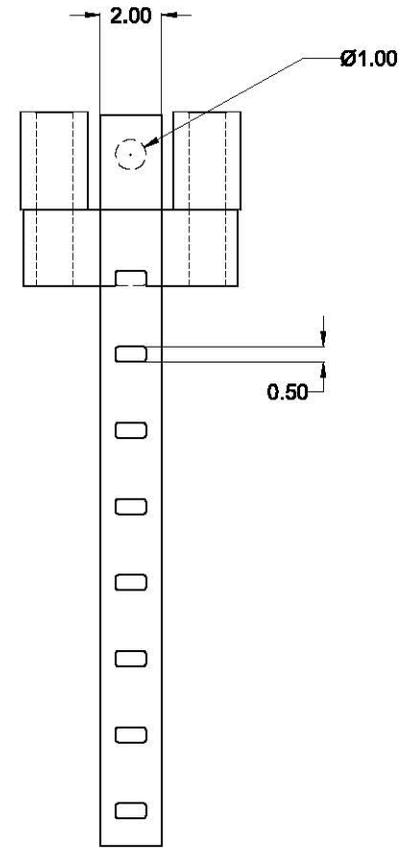
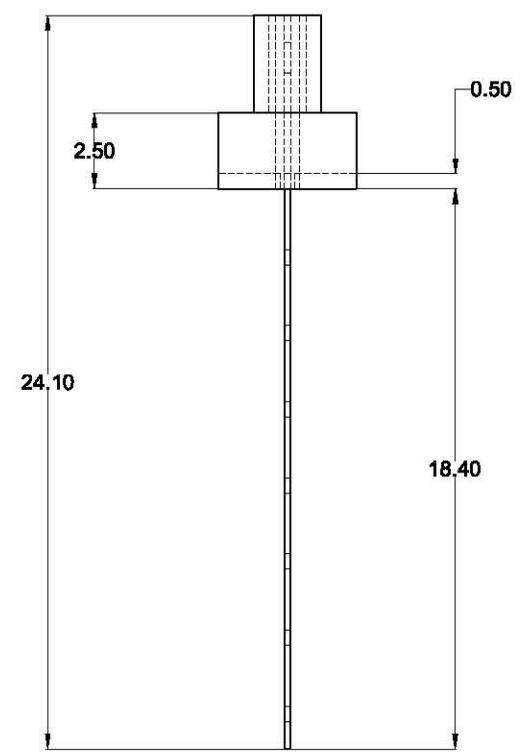
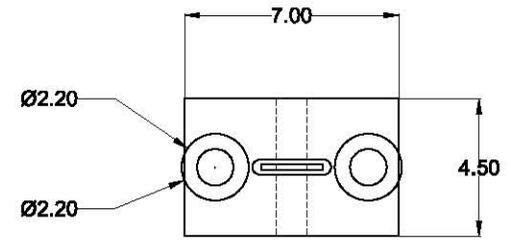
Cotas: cm

UNAM FES ARAGÓN
DISEÑO INDUSTRIAL
Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia

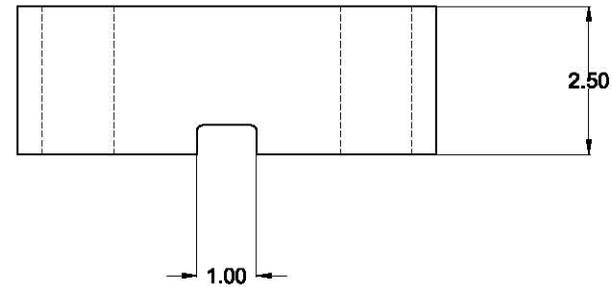
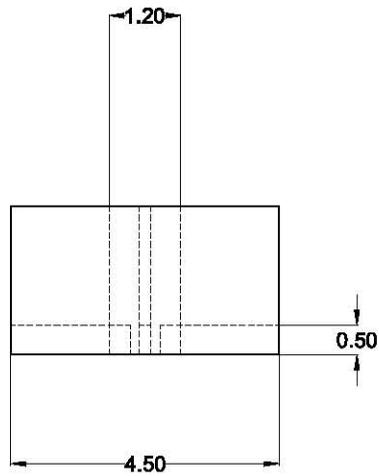
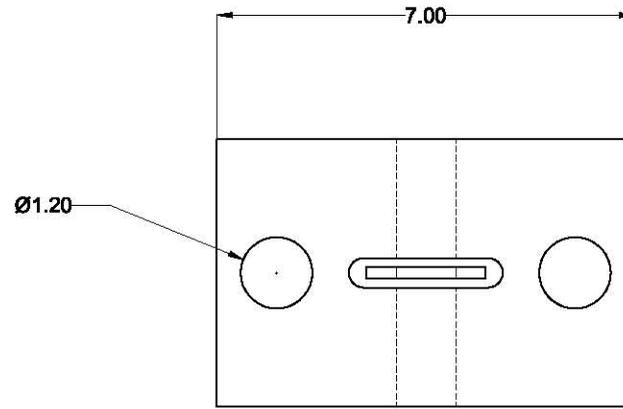
E2

Llave de selección
Edna Yvonne Fabián Rodríguez

17/20

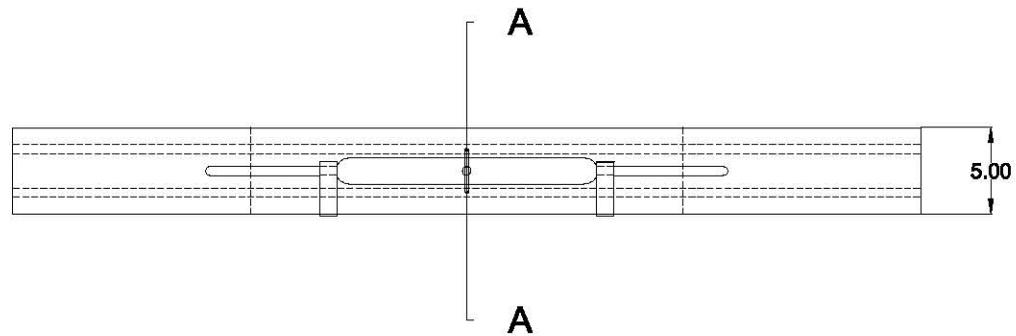
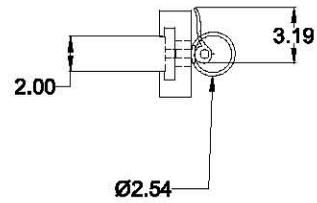
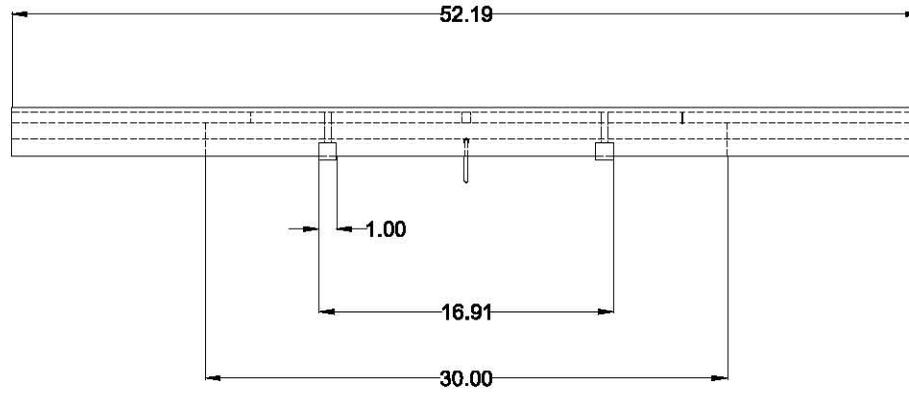
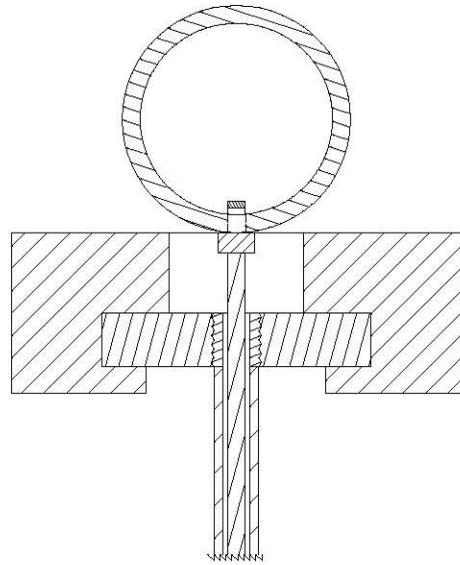


 UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	Seleccionador de carga Edna Yvonne Fabián Rodríguez	18/20
Cotas: cm	E4	



 UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
	E5 Edna Yvonne Fabián Rodríguez	Pesa Edna Yvonne Fabián Rodríguez
		19/20

Corte A-A

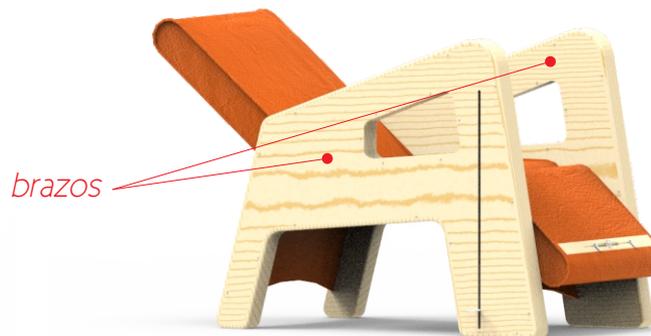


 Cotas: cm	UNAM FES ARAGÓN DISEÑO INDUSTRIAL	
	Aparato para realizar la rutina de rehabilitación de la condromalacia	
F1-F2-F3	Guía terminal de chicote Edna Yvonne Fabián Rodríguez	20/20

COSTOS Y PRODUCCIÓN

Se realizó un cálculo del costo total para un prototipo incluyendo los materiales y el costo de la mano de obra para realizar los procesos en talleres locales.

estructura de brazos



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
cara de triplay de pino 6mm	\$279/tabla	1/2	\$139.50	corte CNC	\$135	\$274.50
cara de triplay de pino 12mm	\$370/tabla	1/2	\$185	corte CNC	\$90	\$275.00
madera maciza pino 8cm x 2.56cm (1")	\$64/tabla	2.5	\$160	router, corte, armado y redondeado	\$250	\$310.00
pijas de cruz 0.6mm x 19mm (1/4"x3/4")	\$15/ciento	40	\$3	--	--	\$3.00

Total \$862.50	Cant. piezas: 2	Total \$1,725.00
----------------	-----------------	-------------------------

Mecanismo de pesas



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
pesas	\$150/pieza	8	\$150	corte, barrenado, fresado, pulido, armado mecanismo	\$150	\$1,350.00
barras INA	\$358/par	1 par	\$358	corte	--	\$358.00
rodamiento lineal	\$65/pieza	2	\$130	--	--	\$130.00
placa central	\$90/pieza	1	\$90	corte chorro de agua, pulido	--	\$90.00
llave de selección	\$85/pieza	1	\$85	corte chorro de agua, pulido	--	\$70.00
chicote	\$25/pieza	1	\$25	--	--	\$25.00
					Total \$2,023.00	

Respaldo, asiento y apoyo de pies



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
estructura de triplay 12mm	\$370/tabla	1/2	\$185	corte, armado	\$260	\$445.00
tornillo y tuerca 0.64mm x 19mm (1/4" x 3/4")	\$4/pieza	4	\$16	--	--	\$16.00
pijas 0.64mm x 19mm (1/4" x 3/4")	\$15/ciento	20	\$3	--	--	\$3.00
herraje PowerFlex Hettich	\$ 290/par	2 pares	\$580	armado	\$100	\$680.00
espumas	\$150/juego	3 piezas	\$450	cortado	--	\$450.00
microfibra	\$190/metro	2	\$380	costura, tapizado	\$250	\$630.00
						Total \$2,224.00

Guía de sujetador



guía de sujetador



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
maderas	--	--	\$30	corte, perforación, armado	\$60	\$90.00
aro metálico	\$3/pieza	1	\$3	--	--	\$3.00
palancas excéntricas	\$60/pieza	2	\$120	--	--	\$120.00

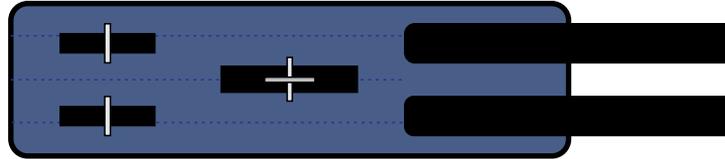
Total \$213.00

Travesaños



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
tabla triplay 19mm	\$510	1/8	\$63.75	corte y armado	\$90	\$153.75
inserto y tornillo de 6.4mm (1/4")	\$5/pieza	8	\$40	--	--	\$40.00
vinipiel	--	--	--	tapizado con material	\$120	\$120.00
Total						\$313.75

Tobillera



pieza	precio/unidad	cantidad	precio x cant.	proceso	\$	total
tela poliester	\$17/metro	0.5m	\$8.50	costura	\$30	\$38.50
velcro	\$4/metro	0.5m	\$2	costura	--	\$2.00
tejido poliester	\$8/metro	30cm	\$2.40	costura	--	\$2.40
relleno de espuma	\$12/pieza	1	\$12	--	--	\$12.00
aro	\$4	1	\$4	--	--	\$4.00
pasador rectangular	\$4	1	\$4	--	--	\$4.00
mosqueta	\$9	1	\$9	--	--	\$9.00

Total \$71.90

Costo total del prototipo: **\$6,570.65**

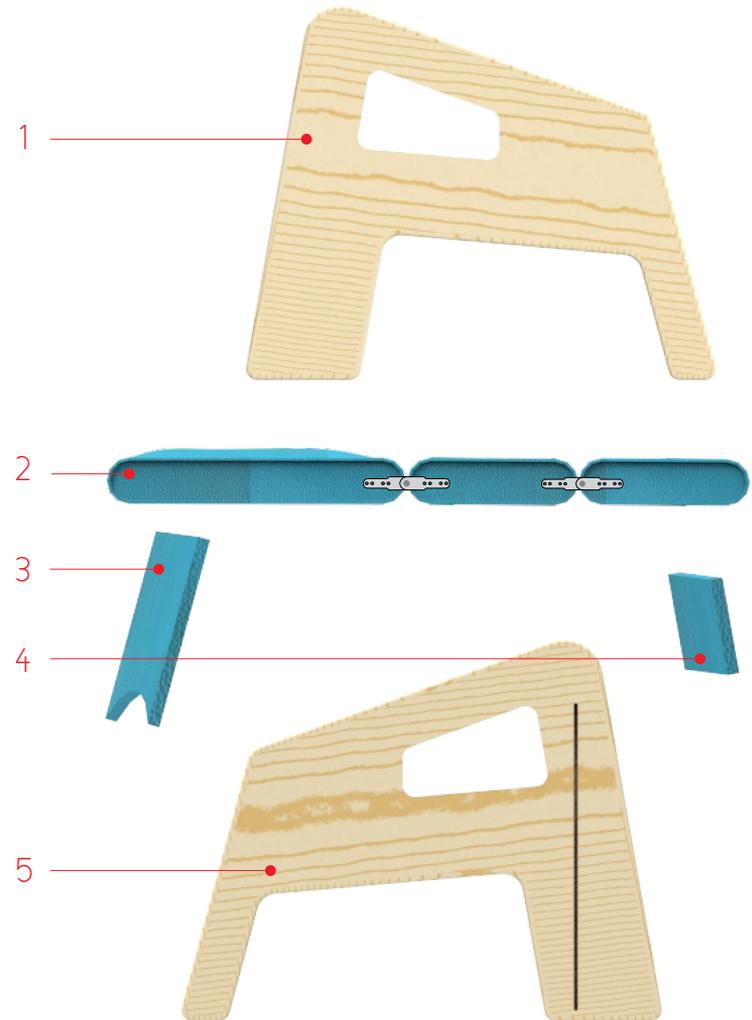
El costo del aparato para la rutina de rehabilitación de la condromalacia es mucho más accesible que los aparatos existentes para realizar los ejercicios necesarios.

Peso: **57kg aprox**

Traslado

El aparato se puede separar en 5 partes para poder trasladarlo hasta su destino y ahí realizar su ensamble.

1. Estructura de brazo derecho
2. Respaldo, asiento y apoyo de pies unidos con herrajes
3. Travesaño trasero
4. Travesaño delantero
5. Estructura de brazo izquierdo con mecanismo



CONCLUSIONES

Además de cubrir de manera satisfactoria los requerimientos ergonómicos y de la rehabilitación, es un aparato que se puede construir en talleres pequeños con un costo accesible y, al utilizar el proceso CNC, las piezas que se obtienen son precisas lo que permite que se pueda armar con facilidad y practicar el mantenimiento preventivo y correctivo cuando sea necesario. Igualmente, por su sencillez de formas, puede integrarse a diversos entornos.

Considero que este proyecto refleja de manera satisfactoria las metas que me propuse alcanzar como diseñadora para concluir mi formación académica.

ANEXOS

GLOSARIO

Biomecánica: es la disciplina orientada a la aplicación de las leyes que forman parte de la órbita de la mecánica a la composición y el desplazamiento de los organismos vivos.

Cartilago: Tejido esquelético de características flexibles que está integrado por conjuntos de células condrógenas nucleados en una matriz de colágeno.

Centro de gravedad: En un cuerpo, punto sobre el que actúa la resultante de las fuerzas de atracción de la gravedad.

Condromalacia patelar: Degeneración de la superficie cartilaginosa la cual se encarga de proteger la rótula.

Cuádriceps: Músculo situado en la parte anterior del muslo y dividido en cuatro partes, que interviene en la extensión de la pierna y en la flexión del muslo sobre la pelvis.

Ejercicios isométricos: Son ejercicios que aumentan la tensión muscular sin provocar variantes en la

elongación del músculo.

Ejercicios isotónicos: Son aquellos en los que se obliga a un músculo a realizar un movimiento soportando un peso estático constante.

Extensión: el movimiento de separación de las partes del cuerpo en dirección antero posterior. El concepto se opone a la noción de flexión.

Flexión: es la disciplina orientada a la aplicación de las leyes que forman parte de la órbita de la mecánica a la composición y el desplazamiento de los organismos vivos.

Palanca: una barra rígida que *se apoya y puede girar sobre un punto, y que sirve para transmitir una fuerza.*

Rehabilitación: Conjunto de métodos que tiene por finalidad la recuperación de una actividad o función perdida o disminuida por traumatismo o enfermedad.

CATÁLOGOS

Características

Ejes

- Son pistas de rodadura de precisión para los rodamientos lineales a bolas INA
- Son de acero bonificado, con una dureza superficial de 670 + 170 HV (59 + 6 HRC)
 - La profundidad homogénea de la capa templada garantiza una transición continua entre esta capa superficial templada y el núcleo resistente
- Pueden cargarse con la capacidad de carga completa de los rodamientos lineales a bolas autoalineables INA
- Se fabrican de serie con la clase de tolerancia h6
- Tienen una elevada precisión (redondez y paralelismo)
- Están disponibles, en una sola pieza, hasta una longitud de 6 000 mm, según el diámetro
 - Otras longitudes, sobre consulta
 - Después del corte, en los extremos del eje se mecaniza un chafán
- Como ejecución especial, están disponibles también con extremos diferentes al estándar
- Pueden estar provistos de agujeros roscados axiales o radiales para el montaje (ver **Agujeros roscados**)
- Permiten una guía longitudinal rígida, exacta, con una elevada capacidad de carga y larga duración de vida
- Proporcionan, en combinación con los rodamientos lineales a bolas INA o las unidades de rodamientos lineales a bolas INA, un sistema de guiado por eje preciso y económico, listo para el montaje
- Se emplean, además de la utilización como pista de rodadura para los rodamientos lineales a bolas INA, como:
 - Barras de guía para casquillos deslizantes
 - Guías de columna para rodillos de levas y rodillos de apoyo
 - Rodillos de laminado y centrado
 - Ejes y árboles para todo tipo de aplicaciones.

Ejes




Eje macizo de precisión, de acero bonificado

- Tolerancia normal h6
 - Tolerancias especiales (sobre consulta)
- Diámetros desde 5 mm hasta 80 mm

Agujeros roscados




Agujeros roscados radiales y axiales recomendados para el montaje de los ejes macizos de precisión W

- Para las combinaciones posibles, ver **Tabla de medidas**
- Diámetros de eje desde 5 mm hasta 80 mm

24

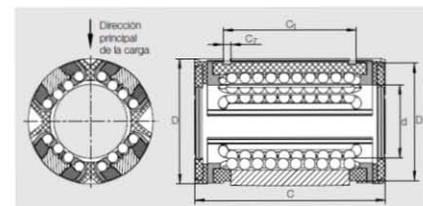
25

Rodamientos lineales a bolas autoalineables

Serie ligera

Cerrados y abiertos, con obturaciones por paso estrecho o rozantes, en ambos lados

Series KS
KS..PP
KSO
KSO..PP



KS, KS..PP

Tabla de medidas - Medidas en mm

Diámetro del eje	Series				Peso =kg	Medidas			Medidas de montaje	
	KS ¹⁾	KS..PP ²⁾	KSO ³⁾	KSO..PP ⁴⁾		d	D	C	A ₀ ⁵⁾	C ₁
d	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia						H13
12	KS 12	KS 12 PP	-	-	0,018	12	22	32	-	22,6
	-	-	KSO 12	KSO 12 PP	0,013	12	22	32	7,6	-
16	KS 16	KS 16 PP	-	-	0,028	16	26	36	-	24,6
	-	-	KSO 16	KSO 16 PP	0,019	16	26	36	10,1	-
20	KS 20	KS 20 PP	-	-	0,051	20	32	45	-	31,2
	-	-	KSO 20	KSO 20 PP	0,038	20	32	45	10	-
25	KS 25	KS 25 PP	-	-	0,102	25	40	58	-	43,7

Tabla de medidas - Medidas en mm

Diámetro del eje	Series				Peso =kg	Medidas			Medidas de montaje	
	KS ¹⁾	KS..PP ²⁾	KSO ³⁾	KSO..PP ⁴⁾		d	D	C	A ₀ ⁵⁾	C ₁
d	Referencia	Referencia	Referencia	Referencia						H13
12	KS 12	KS 12 PP	-	-	0,018	12	22	32	-	22,6
	-	-	KSO 12	KSO 12 PP	0,013	12	22	32	7,6	-
16	KS 16	KS 16 PP	-	-	0,028	16	26	36	-	24,6
	-	-	KSO 16	KSO 16 PP	0,019	16	26	36	10,1	-
20	KS 20	KS 20 PP	-	-	0,051	20	32	45	-	31,2
	-	-	KSO 20	KSO 20 PP	0,038	20	32	45	10	-
25	KS 25	KS 25 PP	-	-	0,102	25	40	58	-	43,7
	-	-	KSO 25	KSO 25 PP	0,075	25	40	58	12,5	-
30	KS 30	KS 30 PP	-	-	0,172	30	47	68	-	51,7
	-	-	KSO 30	KSO 30 PP	0,135	30	47	68	14,3	-
40	KS 40	KS 40 PP	-	-	0,335	40	62	80	-	60,3
	-	-	KSO 40	KSO 40 PP	0,259	40	62	80	18,2	-
50	KS 50	KS 50 PP	-	-	0,589	50	75	100	-	77,3
	-	-	KSO 50	KSO 50 PP	0,454	50	75	100	22,7	-

¹⁾ Obturación por paso estrecho en ambos lados.

²⁾ Obturación rozante en ambos lados.

³⁾ Medida A₀ en el diámetro d.

⁴⁾ Posición del agujero, simétrica respecto al ancho C del rodamiento.

⁵⁾ Las capacidades de carga son válidas sólo para ejes templados (670 + 170 HV) y rectificadas. Capacidades de carga según DIN 638-1.

⁶⁾ Capacidades de carga en la dirección principal de la carga.

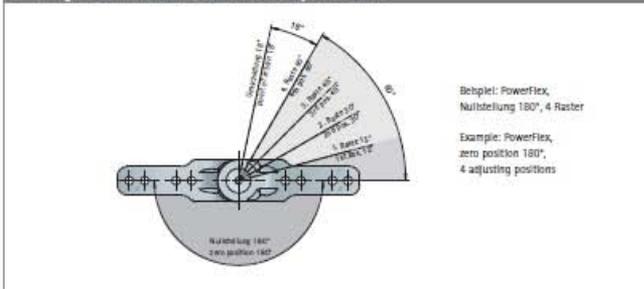
Rastbeschlag

- ▶ PowerFlex
- ▶ Technische Information

Adjustable fitting

- ▶ PowerFlex
- ▶ Technical information

Ermittlung des Verstellbereichs | Determine the adjustment area



PowerFlex Variantenübersicht | PowerFlex overview of variants

Nullstellung zero-position	Raster adjusting positions	Einstellung inkl. Umschaltung Final position including point of return	Artikelnummer Reference No.	VE PU
90°	2	138°	1.42.200.01.00	25
90°	4	168°	1.42.400.01.00	25
90°	6	198°	1.42.600.01.00	25
135°	2	163°	1.42.230.01.00	25
135°	3	198°	1.42.230.01.00	25
180°	2	228°	1.42.260.01.00	25
180°	4	258°	1.42.460.01.00	25
180°	5	273°	1.42.660.01.00	25
180°	6	288°	1.42.660.01.00	25

▶ Weitere Varianten auf Anfrage | Other variants upon request

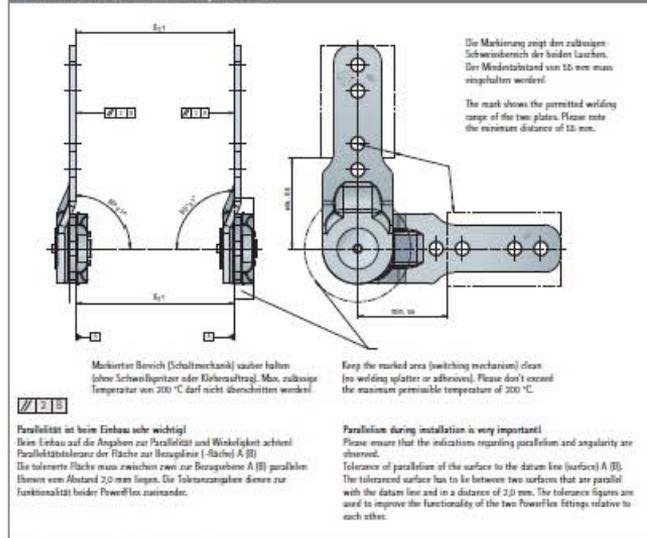
Rastbeschlag

- ▶ PowerFlex
- ▶ Einbauvorschrift

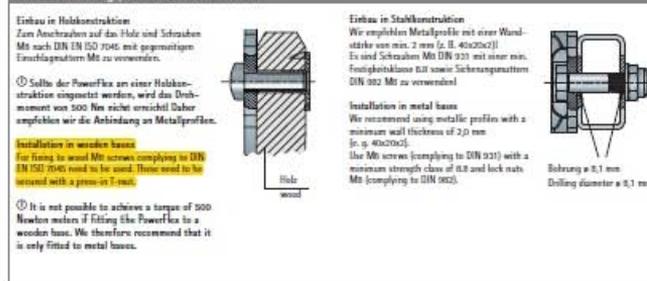
Adjustable fitting

- ▶ PowerFlex
- ▶ Installation requirements

Einbauvorschrift | Installation requirements



Einbauzeichnung | Installation illustration



About 196,572 results: Aluminum Profiles (16)

Home > Products > Minerals & Metallurgy > Cast & Forged (289197) [Subscribe to Trade Alert](#)

Die Cast Zinc Handle Adjustable Clamping Lever

FOB Price: **US \$8.1 - 8 / Piece** | [Get Latest Price](#)

Min Order Quantity: 1 Piece/Pieces 1 pc

Supply Ability: 5000 Tons/Tons per Year

Port: shenzhen

Payment Terms: L/C,D/A,D/P,T/T,Western Union,MoneyGram

[Contact Supplier](#) [Chat Now](#)



See larger image

Balero O Rodamiento Lineal KS12mm

Home > Products > Mechanical Parts > Bearings

12mm

\$ 65⁰⁰

12 meses de \$ 5⁰⁰ sin intereses con [mercado pago](#)

VISA **Mercado Pago**

Más opciones

Entrega a acordar con el vendedor
Guillermo A. Madari, Distrito Federal
[Consultar costos](#)

Cantidad: 1 [Comprar](#)

Compra 100% protegida por el Programa de Protección al Comprador



PRESUPUESTO:

APARATO PARA RUTINA DE REHABILITACIÓN

MATERIALES:

TRIPLAY 1/2"	465.00
TRIPLAY 1/4"	299.00
TABLA PINO 3/4 x 30cm	250.00
VARIOS	170.00
SUB-TOTAL 1,184.00	

ARMADO:

2 BRAZOS	
MECANISMOS	
HERRAJES	
ACABADOS	1,500.00
<hr/>	
TOTAL \$2,684.00	

TIEMPO ESTIMADO PARA ENTREGAR TERMINADO 2 SEMANAS

Adjustable hettich hinge metal sectional sofa hinge

Joye Hardware Products Co., Ltd. Of Foshan

FOB Price: **US \$13 - 18/Pair** | [Get Latest Price](#)

Min Order Quantity: 3 Pair/Pairs

Supply Ability: 500000 Piece/Pieces per Month

Port: Shenzhen Port, Guangzhou Port

Payment Terms: L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#) [Chat Now](#)



See larger image

[Add to My Cart](#) [Add to My Favorites](#)

FUENTES DE INFORMACIÓN

Citadas

1. Albornoz, J. (2014). Cartilago Articular. [en línea] Tutraumatologo.com. Disponible en: <http://www.tutraumatologo.com/cartilago.html> [Fecha de consulta 2016].
2. Canales, A., C. Azar. Clínica MEDS, Medicina Deportiva. (2015). Condromalacia Rotuliana o Patelar. [en línea] Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-03-20-05%20Traumatismos%20articulares.pdf> [Fecha de consulta 2015].
3. Corral, N. IRONCROWNS (2009-2016). Condromalacia rotuliana, lesiones de rodilla. [en línea] Disponible en: <http://www.ironcrowns.com/articulos/2009/07/08/condromalacia-rotuliana-lesiones-de-rodilla/> [Fecha de consulta 2015].
4. Espinoza, M. (2008). Enter@te. [en línea] Enterate.unam.mx. Disponible en: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/mayo/biomecanica.htm> [Fecha de consulta 2015].
5. Fisioterapia, Salud y Bienestar (2013). La Articulación de la Rodilla. [en línea] Disponible en: <http://fisiostar.com/anatomia/la-articulacion-de-la-rodilla> [Fecha de consulta 2015].
6. Fucci S., Benigni M. et al. (2003) Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. Editorial Mosby/Doyma.

7. Girard, L. (2008). Diseño y construcción de prototipo de prótesis de rodilla, capítulo 2: Biomecánica de la rodilla, Tesis Licenciatura. Ingeniería Mecatrónica. Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de las Américas, Puebla
8. Lloret, M. (2002). Ejercicios y Actividades de Readaptación Motriz. Editorial Paidotribo.
9. Lopategui, E. (2000). PRINCIPIOS DE BIOMECÁNICA. [en línea] Saludmed.com. Disponible en: <http://saludmed.com/CsEjerci/Cinesiolo/P-Biomec.html> [Fecha de consulta 2015].
10. López, M. (2013). Anatomía y función del músculo cuádriceps. [en línea] Tufisio.net Blog de Fisioterapia. Disponible en: <http://tufisio.net/anatomia-y-funcion-del-musculo-cuadriceps.html> [Fecha de consulta 2015].
11. López, M. (2012). Todo sobre la rodilla (XII): Condromalacia rotuliana y su tratamiento. [en línea] Vitónica. Disponible en: <http://www.vitonica.com/lesiones/todo-sobre-la-rodilla-xii-condromalacia-rotuliana> [Fecha de consulta 2015].
12. Palastanga N., Derek F., Roger S. (2007), Anatomía y Movimiento Humano, Estructura y Funcionamiento. Editorial Paidotribo.
13. Pareja, M. (2012). Condromalacia rotuliana y su tratamiento. [en línea] Vitónica. Disponible en: <http://www.vitonica.com/lesiones/todo-sobre-la-rodilla-xii-condromalacia-rotuliana> [Fecha de consulta 2015].

14. perfil, V. (2010). MÚSCULOS QUE INTERVIENEN EN LOS MOVIMIENTOS DE CADERA. [en línea] Gabodanzapilates.blogspot.mx. Disponible en: <http://gabodanzapilates.blogspot.mx/2010/07/los-musculos-de-la-cadera.html> [Fecha de consulta 2015].
15. Premium Madrid, Centro Médico y de Rehabilitación (2015). ANATOMÍA, BIOMECÁNICA Y FUNCIÓN DE LA RÓTULA [en línea] Disponible en: <http://rehabilitacionpremiummadrid.com/blog/fernando-miguel/anatom%C3%AD-biomec%C3%A1nica-y-funci%C3%B3n-de-la-r%C3%B3tula> [Fecha de consulta 2016].
16. Ruiz J., Estrella B., Ricardo N., Manuel E., Juan G. (2011) Análisis del movimiento en el deporte, 2011, Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L.
17. Universidad Complutense Madrid. (s.f.). Traumatismos Articulares. [en línea] Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-03-20-05%20Traumatismos%20articulares.pdf> [Fecha de consulta 2014].
18. Wilmore J., David L. (2007) Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Editorial Paidotribo
19. Zermeño, M. (n.d.). Manual para el Entrenador de Gimnasia de Trampolín Nivel 2. [en línea] ENED, Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos. Disponible en: http://ened.conade.gob.mx/documentos/ened/sicced/13_feb_06/GIMNASIA_N2/TRAMPOLIN/CAPITULO_3.pdf [Fecha de consulta 2015].

Otras

Avila Chaurand, R., Prado León, L. y González Muñoz, E. (2001). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. México: Universidad de Guadalajara.

Kenny, T. (2015). Chondromalacia Patellae. [en línea] Patient. Disponible en: <http://patient.info/health/chondromalacia-patellae-leaflet> [Fecha de consulta 2015].