



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN**

**DISEÑO DE MECANISMO PARA SILLA MULTIPOSICIONES**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A:

**JOEL VALERIO LÓPEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:**

**M.I. HUMBERTO MANCILLA ALONSO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## *AGRADECIMIENTOS*

Al terminar este proyecto, el cual no fue sencillo, mismo que no hubiese podido terminar sin la ayuda de muchas personas e instituciones, por lo cual deseo expresar en estas líneas mí más sincera gratitud a:

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES ARAGÓN) y al Colegio de Ciencias y Humanidades Oriente (CCH ORIENTE) quien fue mi primer contacto con grandísima universidad.

Con el mismo ímpetu quisiera agradecer a:

Centro de Ingeniería Avanzada (CIA) de quien emana el proyecto gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT).

Aprovecho la oportunidad para nombrar a mis asesores que me apoyaron para desarrollar este proyecto.

M. en I. Humberto Mancilla Alonso

Dr. Adrián Espinosa Bautista

M. en A. Patricia Díaz Pérez

M. en I. Sabino Henry Escamilla Toloza

M. en I. María de Lourdes Marín Emilio

M. en D. Hermogenes Gustavo Rojas Coca.

A todos ellos Gracias.

Estas líneas sin duda alguna son las más difíciles de escribir para mí, ya que existen demasiadas personas a las cuales agradecerle, que sería imposible enumerar a todas sin que olvide alguna, por tal motivo ofrezco una disculpa aquellos que no mencione.

En primera instancia quisiera agradecer a toda mi familia, tanto paterna (Familia Valerio Vargas) como materna (Familia López Rosas, en especial al tío Santos), Pero existen cuatro seres maravillosos a quienes aprecio y admiro, comenzaré con mi mejor amiga quien estuvo en todo momento a mi lado, Flora López Rosas mi Mamá, pero no puedo hablar de ella sin mencionar a mi mejor amigo quien tiene un corazón enorme y siempre me pone los pies en la tierra, Armando Valerio Vargas mi Papá, en la misma jerarquía quisiera aprovechar estas líneas para nombrar a dos grandes seres que con su personalidad han sabido darle sabor a mi vida Ulises Tonathiu Valerio López y Naxhieli Berenice Valerio López mis amados hermanos.

Por otro lado, honor a quien honor merece, Maestro Humberto Mancilla Alonso no encuentro palabras que puedan gratificar todo lo que hizo, lo único que me resta decir. ¡Gracias, muchas gracias!

Claro que no puedo olvidar al grandioso grupo al que es un privilegio pertenecer Club de Mecatrónica de la FES Aragón, por lo que daremos comienzo a la lista: Buga, Mara, Pope, Richard, Ganda, Coca, Wildo, Chiquis, Gorda, Tra, Dani, Tony, Capi, Alán, Juanito, Viky, Bombe, Cáma, Pipen, Fercho, Millan, Pepe y a todos los integrantes del Club, tampoco puedo olvidar a esos viejos amigo que conocí a lo largo de este trayecto, Pollo, Cuco, Chalan, Arturo, Ingrid, Kike, Jumper, Mike, Carlitos, Dany, Lupita, Barbara, Muchas Gracias

No puedo dejar a un lado a mi compañera de batalla y a su familia muchas gracias mi pequeño  
🙏🙏

Por último tengo que agradecerle a un pequeño angelito, una grandísima niña a la quien siempre extrañare y quien le dedico todo este trabajo.

***KARLA ERIKA LÓPEZ NEGRETE***

***(2002-2009)***

# ÍNDICE

Introducción	
1. Objetivo	1
2. Antecedentes	1
3. Levantamiento	2
3.1 Problemática	2
3.2 Necesidad	3
3.3 Estado del arte	4
4. Diseño Conceptual	7
4.1 Descomposición en Funciones	8
4.2 Propuesta de Soluciones	10
4.3 Composición de Funciones	11
5. Diseño de Detalle	14
6. Resultados	20
I. Conclusiones	22
II. Anexos	24
III. Fuentes de Consulta	74

# *INTRODUCCIÓN*

The background of the page is a soft, light green color. On the right side, there are several thick, curved, flowing lines in a darker shade of green, creating a sense of movement and depth. The overall aesthetic is clean, modern, and natural.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se desarrolla la síntesis de un mecanismo que proporcione variedad de ángulos el cual se pueda integrar en una silla de ruedas, ofreciendo tres configuraciones funcionales: silla, reposit y cama.

Para poder plantear el diseño del mecanismo se aplicará la metodología que se aprende y utiliza en el club de Mecatrónica, esta consta de varios puntos, mismos que le han dado estructura a este documento.

De manera breve y concisa se describe cuál es la meta principal del proyecto a sí mismo se plantean todas aquellas ideas, diseños o ensayos del cual emana, posteriormente se tendrá que considerar dos aspectos, que forman parte del levantamiento, el primero, es la problemática que afecta a un sector poblacional y de qué manera, el segundo, es la necesidad que aqueja al mismo sector. Después se realizará una búsqueda y se mostraran todos aquellos productos análogos, que de alguna manera satisfacen la necesidad del mismo sector, (a este apartado se le denomina estado del arte).

Para generar la propuesta de solución se presentarán de manera ideal la forma o formas de solucionar la problemática, generando así una lluvia de ideas. Con ello, daremos paso al diseño conceptual cuyo propósito es desarrollar la propuesta de solución bajo los siguientes puntos: 1) descomposición en funciones, 2) propuesta de soluciones y 3) composición de funciones.

- 1) En la descomposición en funciones, se inicia por identificar la función primordial de la solución y posteriormente las sub funciones que componen la función principal.
- 2) La propuesta de soluciones, aquí se exhiben múltiples opciones que resuelvan una sola función y se colocan en una tabla.
- 3) En la composición de funciones, de la tabla antes mencionada, se tomará una solución para cada función, con la finalidad de que converjan todas de manera armónica; en este capítulo la propuesta se plasmará a través de bocetos y modelos 3D.

El siguiente punto a seguir, se encarga de dimensionar la propuesta del mecanismo considerando aspectos antropomórficos y ergonómicos, además de eliminar las interferencias del mismo, el cual es llamado diseño de detalle. En seguida a manera de resultados se plasman todos aquellos logros obtenidos y los alcances de los trabajos realizados.

Por último, el lector podrá encontrar en estos dos apartados las actividades, iteraciones y temas de relevancia que se involucraron en el proyecto además de localizar todos los planos descriptivos de las principales piezas y sistemas que integran el proyecto, las tablas que se necesitaron para desarrollar este proyecto o normas.

*OBJETIVO Y  
ANTECEDENTES*

The background of the page is an abstract composition of flowing, wavy lines in various shades of green, ranging from light lime to deep forest green. The lines curve and sweep across the page, creating a sense of movement and organic form. The overall effect is clean, modern, and natural.



## 2. OBJETIVO

Realizar el diseño de un mecanismo que pueda ser implementado en una silla de ruedas, para personas de la tercera edad, que ofrezca tres posturas básicas (sedente, fowler y decúbito supino) a través de un solo grado de libertad.

## 3. ANTECEDENTES

En la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), el Club de Mecatrónica tiene como principal objetivo generar proyectos que resuelvan problemáticas particulares de la sociedad mexicana, y así crear oportunidades de desarrollo profesional y de investigación.

FES Aragón en conjunto con el Centro de Ingeniería Avanzada (CIA) se desarrolló la silla multi-postural para adultos mayores, un proyecto derivado del área de productos enfocados para el bienestar aplicando TRIZ<sup>1</sup> encabezado por el Dr. Adrián Espinosa Bautista.

Este proyecto surge de un Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) dando paso a un paquete tecnológico, que genera oportunidades para el licenciamiento de la tecnología a empresas o surgimiento de empresas.

Para poder desarrollar el proyecto se realizó una búsqueda de productos análogos que ofrecieran de alguna manera las distintas posturas, por ejemplo, las sillas con inclinación, sillas de ruedas, reposet, camas médicas, entre otros.

(Silla Reclinable)



(Figura 1)(LambdaTres, 2015)

(Reposet)



(Figura 2)(Vivanuncios, 2017)

(Cama Médica)



(Figura 3)(Alibaba, 2017)

---

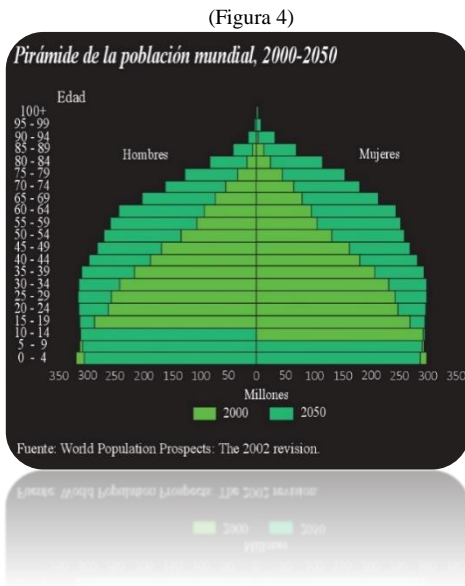
<sup>1</sup> El acrónimo TRIZ proviene de la expresión en ruso “teoriya rezhenija izobretatelskih zadach”, que significa “teoría para resolver problemas de forma inventiva”.(patentes marcas el 27 marzo, 2014)

## 4. LEVANTAMIENTO

### 4.1 Problemática

Actualmente la tendencia poblacional en los países con mayor desarrollo, la población tiende a ser vieja, mientras que en los países de menor desarrollo la tendencia poblacional es joven.

De acuerdo a los datos otorgados por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) la población mundial para el 2050 se comportará de acuerdo al siguiente esquema. (Fig.4)



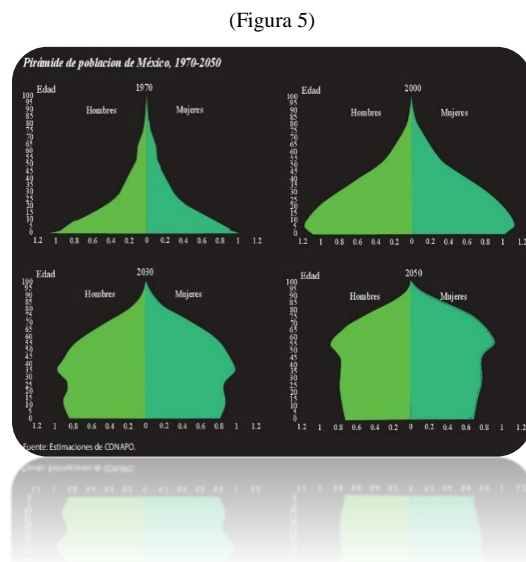
La población mundial en el año 2000 era descrita por una pirámide proporcional, mientras que para el 2050 esta pirámide se verá deformada, esto debido al incremento de la esperanza de vida.

La esperanza de vida en México para el 2050 será de 80 años, lo cual indica que la población joven se perderá, para dar paso a una población de adultos mayores. (Fig.5).

Con base en las estadísticas presentadas se puede concluir que la población de adultos mayores aumentará en gran proporción, como consecuencia, este sector poblacional demandará mayor atención médica.

Hoy en día, una de las enfermedades que está adquiriendo mayor fuerza es la obesidad y no solo en México, sino a nivel global “de acuerdo al periódico BBC, México ocupa el sexto lugar a nivel mundial en obesidad en ambos sexos.” La mayoría de las personas que padecen obesidad también se ven dañadas por la diabetes y la hipertensión.

Cabe mencionar que el mismo deterioro del cuerpo, por el propio ciclo de la vida, da paso a otras enfermedades como: mal de Parkinson, osteoporosis, artritis, la pérdida de visión, pérdida de audición, problemas de peso, memoria (Alzheimer), movilidad. Además de aspectos psicológicos que disminuyen en gran proporción su autoestima.

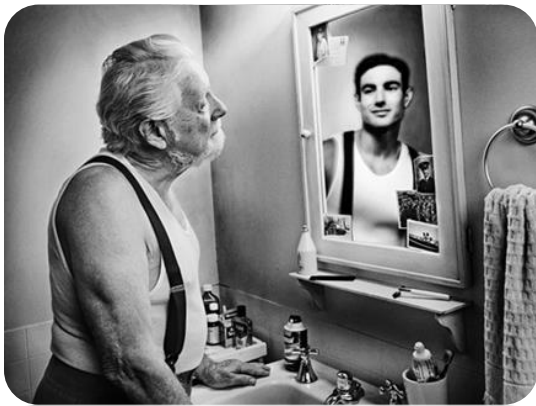


Uno de los daños colaterales con mayor impacto de estas enfermedades es la pérdida parcial o total de movilidad, ya que la mayoría estos pacientes terminan atados a bastones, andadera, sillas de ruedas o camas médicas, cuya principal función es poder ofrecerles una mejor calidad de vida.

*“Los síndromes geriátricos afectan a todas las esferas del anciano que lo padece, física, psíquica y social, alterando y debilitando su calidad de vida”* (Nerea Suarez, 2014, p.2)

## 4.2 Necesidad

(Vejez)



(Figura 6) (fernandobandres,2015)

De acuerdo a las estadísticas presentadas, la población mexicana será en su mayoría una población vieja, siendo esta, uno de los sectores que requerirá mayor atención. Actualmente este sector no cuenta con las instalaciones, ni dispositivos que ayuden satisfactoriamente a mejorar su calidad de vida.

*“México registra el mayor número de fallecimientos por diabetes de Latinoamérica, según un estudio de la **Organización Mundial de la Salud**. (El Universal, 2016)”*

*“El principal factor de riesgo asociado al desarrollo de la diabetes en México fue el sobrepeso en más de un 60 % de los casos, seguidos de la obesidad en casi un 30%, y de la inactividad física, en un 25% (El Universal, 2016)”*

*“Los síndromes geriátricos no identificados durante el curso de la enfermedad empeoran aún más el pronóstico, la funcionalidad. La dinámica familiar, los aspectos psicológicos y la calidad de vida. (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), 2013, p. 5)”*.

Una de las consecuencias que aqueja a los pacientes con diabetes es la pérdida de movilidad, por consiguiente, posicionar y trasladar a los pacientes se vuelve un aspecto que requiere ser atendido para mejorar su calidad de vida

### 4.3 Estado del arte

Actualmente miles de familias han solucionado con diferentes dispositivos la necesidad de traslado y de descanso para sus familiares tales como sillas de ruedas, sillones, reposit, camas médicas, etc.

Camá Médica



(Figura 7) (Ro-Chain, s.f.)

Silla de Ruedas



(Figura 8) (Catalogodelasalud, s.f.)

Silla Motorizada



(Figura 9) (Pinterest, s.f.)

Reposit



(Figura 10) (Linio, s.f.)

Gracias a estos dispositivos se facilita el traslado y la postura de los pacientes, algunos dispositivos ofrecen como máximo dos configuraciones ofreciendo mayor comodidad al usuario, en muchos casos es necesario tener al menos dos de estos objetos para brindar una mejor calidad de vida al usuario.

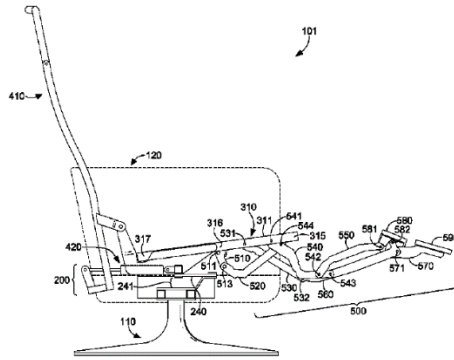
La limitación de configuraciones de estos artículos es gracias a los mecanismos internos que lo componen si estos dispositivos contienen más funciones se ven reflejados directamente en su costo, aumentando considerablemente.

En muchos casos los mecanismos que los componen son patentados (Tab.1), a continuación, presentaremos solo algunos ejemplos de *United States patent and trademark office, s.f.*

(Tabla 1)

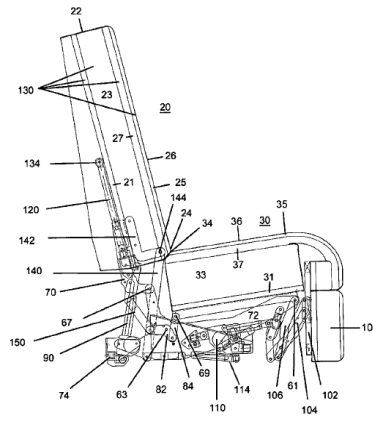
### Patentes relacionadas

Número de Patente



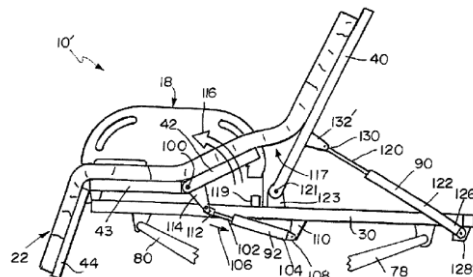
US 9,022,473 B2  
May 5, 2015

Una unidad de tipo oscilante que incluye un soporte basculante, esta entidad es un asiento que está adaptado para moverse entre una posición vertical y una posición reclinada, que comprende además de un pistón de gas que sirve para amortiguar.



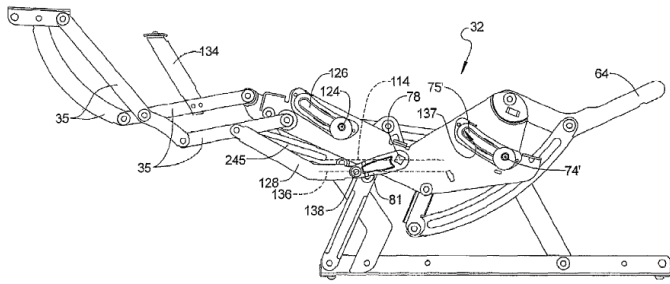
US 9,016,790 B2  
Apr. 28 2015

Silla reclinable convertible que comprende de un reposabrazos, parte de una posición de asiento en posición vertical a una posición reclinada y un movimiento del asiento significa conectado al bastidor de base estacionario, incluye un reposa pies; tiene también un actuador lineal que proporciona la fuerza para el movimiento.



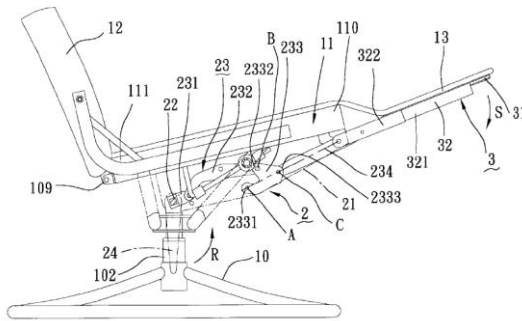
US 8,640,285 B2  
Feb. 4, 2014

Una cama de hospital que comprende una base, un bastidor superior, una sección de muslo y una sección de pie, siendo móvil entre una posición horizontal para soportar un paciente en postura supina y una configuración de silla para soportar el paciente en una postura sedente.



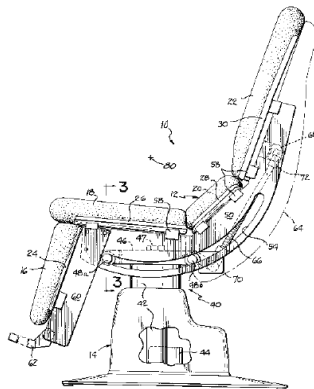
US 7,585,018 B2  
Sep. 8, 2009

Un mecanismo de accionamiento de muebles, elementos de soporte que funcionan para crear una posición de pre-reclinación del respaldo del asiento; cuando el peso del usuario se retira la fuerza hacia atrás opera para devolver el asiento trasero. También utiliza un pantógrafo fijado a la varilla de accionamiento.



US 6,619,748 B1  
Sep. 16, 2003

Un asiento montado en dicha base que se extiende en una dirección longitudinal, un respaldo dispuesto hacia atrás de conectado a dicho asiento con reposapiés dispuesto hacia adelante, una palanca de accionamiento.



US 6,382,725 B1  
May 7, 2002

Un mecanismo de inclinación y telesilla eléctrica para su uso en procedimientos médicos y dentales, con elemento de elevación y descanso junto con el soporte del paciente, el soporte se mueve entre una primera posición de asiento en posición vertical y una segunda configuración inclinada en la que el usuario esta reclinado para examen o tratamiento, el mecanismo de elevación incluye un cilindro hidráulico.

#### 4.4 Propuesta de Solución

Para los sectores sociales de medianos y bajos recursos, cuyos integrantes de la tercera edad con problemas de movilidad, requieren artículos que ofrezcan variedad de posturas además de comodidad, tales como sillas de ruedas, sillones reposit, camas médicas, entre otras, representa un problema económico adquirir dichos artículos.

De igual manera la necesidad de una tercera persona, llámese familiares o personal de asistencia, que apoye el cambio de postura y el traslado de los usuarios afecta en gran medida a la autoestima de los adultos mayores, esto debido a la pérdida de autonomía de los mismos.

Ya que las personas de la tercera edad con problemas de movilidad actualmente no cuentan con las instalaciones adecuadas, además, los dispositivos no cubren las necesidades de posicionamiento ni confort que requieren. Por ello se propone diseñar un mecanismo ***multi-postural*** que se pueda implementar en una silla de ruedas y además proporcione por lo menos tres posiciones funcionales (sedente, fowler y decúbito supino).

# *DISEÑO CONCEPTUAL*



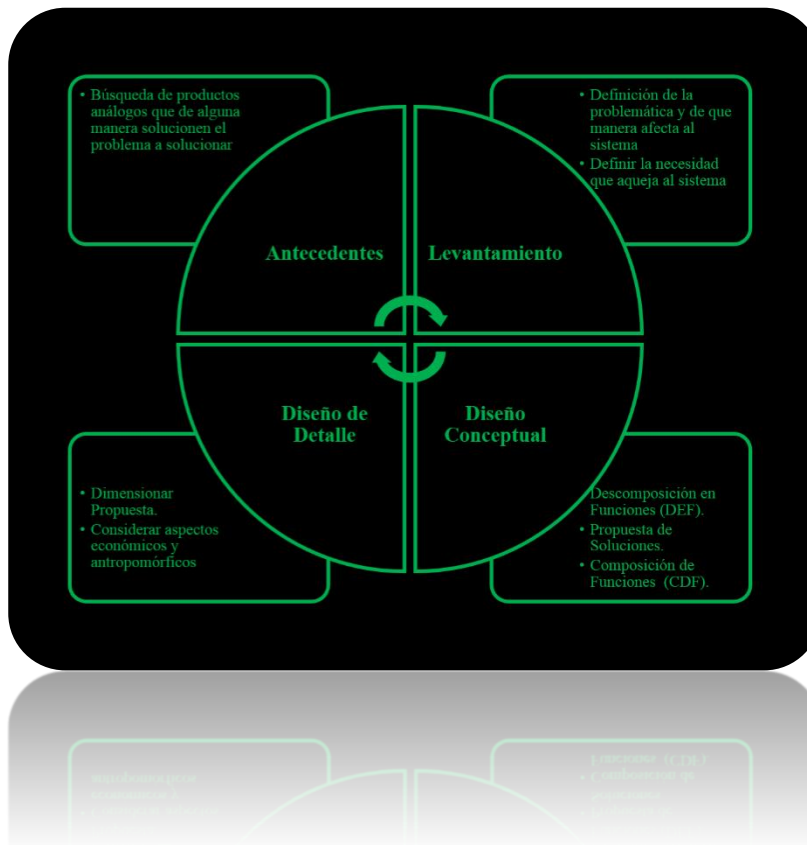


## 5. DISEÑO CONCEPTUAL

Para dar inicio al diseño conceptual utilizaremos un método que se utiliza e implementa en el Club de Mecatrónica de la FES Aragón (Figura 12), para este apartado contempla los siguientes pasos.

- DESCOMPOSICIÓN EN FUNCIONES (DEF)
- PROPUESTA DE SOLUCIONES
- COMPOSICIÓN DE FUNCIONES (CDF)

Método de Diseño

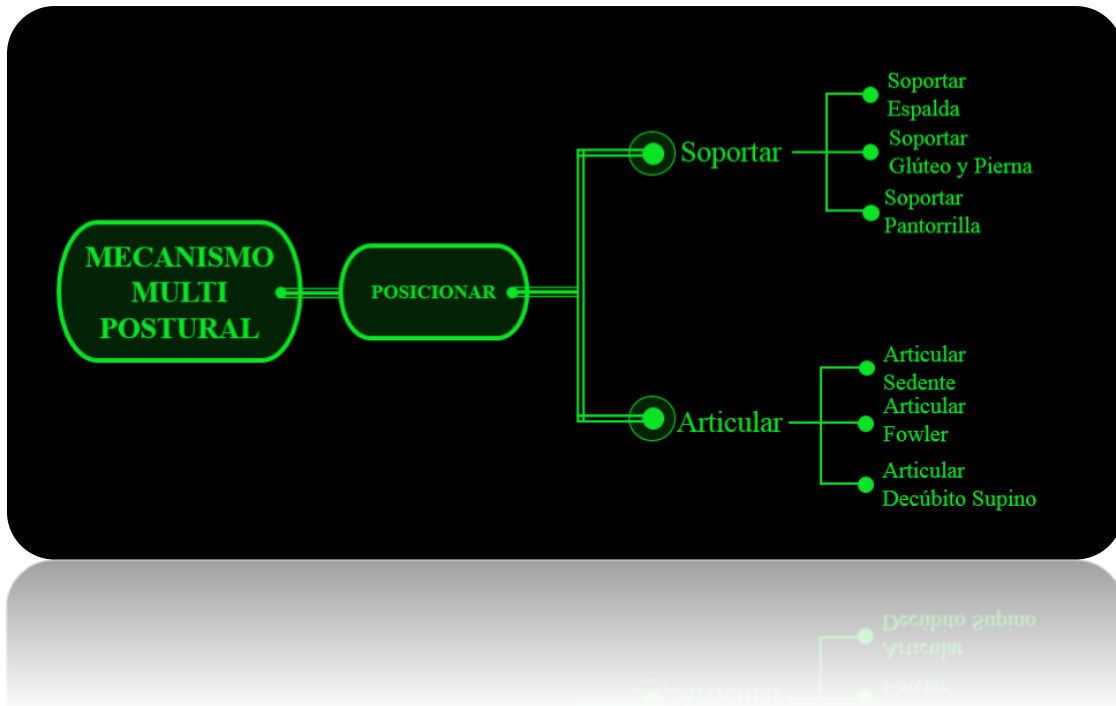


(Figura 12) (Humberto M.A)

## 5.1 Descomposición en funciones

La descomposición en funciones (DEF), consiste en definir la función principal del dispositivo y las sub-funciones que lo componen para su posterior análisis. En nuestro caso de estudio aplicando la DEF lo representaremos en el siguiente diagrama (Diagrama 1).

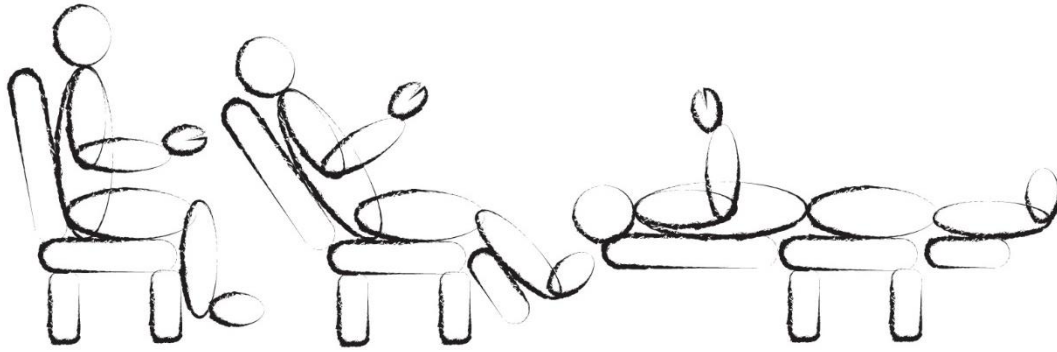
(Descomposición En Funciones)



(Diagrama 1)

Una vez localizadas las funciones principales se procede a la propuesta de solución por función, debido a que el dispositivo tiene interacción directa con personas, antes de continuar se deberá comparar los movimientos naturales de la persona con los movimientos que se proponen en el dispositivo, para ello nos apoyaremos de la ergonomía y la antropometría.

(Comparativa de movimientos)

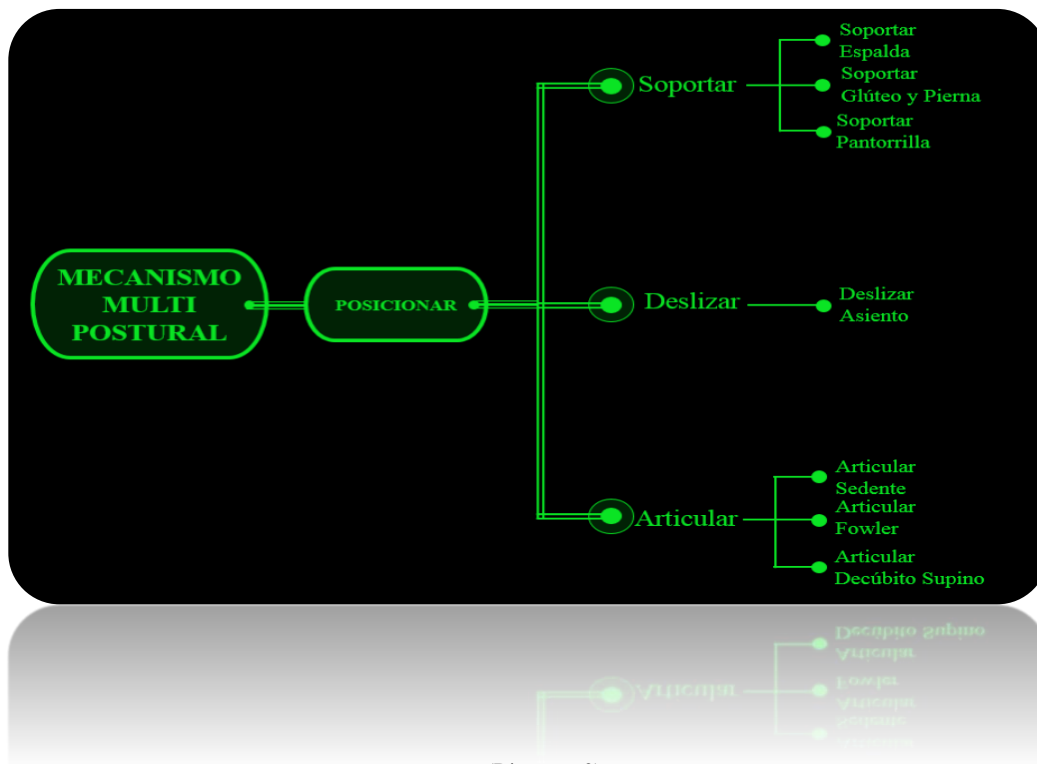


(Figura 13)

Como resultado de la comparativa de movimientos (Figura 13) se pueden identificar que existe un punto crítico en el posicionamiento del usuario, al pasar de la postura *sedente* a la postura *decúbito supina*, el usuario, sale de la zona de estabilidad generando un punto de riesgo.

Debido a este nuevo punto que no se había contemplado se replantea la DEF (Diagrama 2) agregando una nueva función al sistema, por lo que el esquema quedara de la siguiente manera.

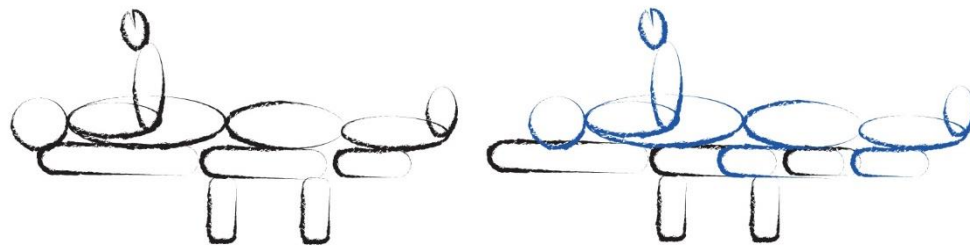
(Descomposición En Funciones)



(Diagrama 2)

Con este nuevo diagrama se realiza una comparativa (Figura 14) entre los movimientos naturales del usuario y las funciones que realiza nuestro dispositivo.

(Movimiento Centro de Masa)



(Figura 14)

Como se observa en esta comparación las funciones no intervienen con los movimientos naturales del usuario y evita puntos de riesgo, por lo que proseguiremos con las propuestas de soluciones de cada función.

Para generar la propuesta de solución por función generaremos una tabla (Tabla 2) con diversas formas de solucionar la misma función, esta otorgara una mayor visión del problema.

## 5.2 Propuesta de soluciones

(Tabla 2)

SOPORTAR ESPALDA	SOPORTAR GLUTEO Y PIERNA	SOPORTAR PANTORRILLA	DESGLIZAR ASIENTO	ARTICULAR SEDENTE	ARTICULAR FOWLER	ARTICULAR DE CUBITO SUPINO
Respaldo con maya de cuerda	Plataforma con 4 patas	Marco para recibir soporte	Ejes con bujes	Mecanismo bisagra	Mecanismo bisagra	Mecanismo bisagra
Marco para recibir respaldo	Plataforma con mecanismo tijera	Marco con maya de cuerda	Ejes con rodamientos lineales	Buje y eje	Buje y eje	Buje y eje
Eje para recibir respaldo	Plataforma con pedestal	Eje para recibir soporte	Corredera con sufridera	Rótula	Rótula	Rótula

Posteriormente considerando algunos de los procesos de manufactura, costos de maquinados, tiempos de fabricación, precios de los componentes, etc. Seleccionaremos una posible solución para cada una de las funciones.

(Tabla 3)

SOPORTAR ESPALDA	SOPORTAR GLÚTEO Y PIERNA	SOPORTAR PANTORRILLA	DESGLIZAR ASIENTO	ARTICULAR SEDENTE	ARTICULAR FOWLER	ARTICULAR DE CUBITO SUPINO
Respaldo con maya de cuerda	Plataforma con 4 patas	Marco para recibir soporte	Ejes con bujes	Mecanismo bisagra	Mecanismo bisagra	Mecanismo bisagra
Marco para recibir respaldo	Plataforma con mecanismo tijera	Marco con maya de cuerda	Ejes con rodamientos lineales	Buje y eje	Buje y eje	Buje y eje
Eje para recibir respaldo	Plataforma con pedestal	Eje para recibir soporte	Corredera con sufridera	Rotula	Rotula	Rotula

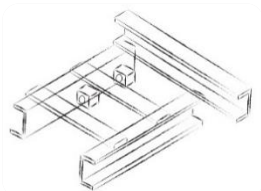
Después de seleccionar de las posibles soluciones de cada función continuaremos con la composición de funciones.

### 5.3 Composición de funciones

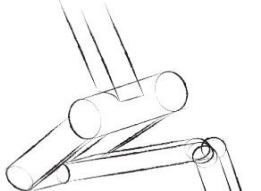
La composición de funciones es la conjugación de las posibles soluciones y que de manera armónica den solución al problema.

Con el apoyo de la técnica del boceto plasmamos la manera en que podría diseñarse las piezas que componen el sistema; comenzando con el respaldo, el soporte del glúteo y pierna, el soporte de pantorrilla y el deslizamiento del asiento además de la relación que tendrán entre ellos a través de las articulaciones *sedentes*, *fowler* y *decúbito supino*.

(Boceto asiento)

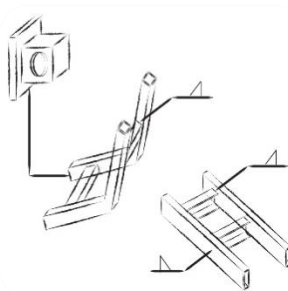


(Figura 15)  
(Boceto articulación)



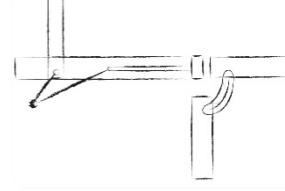
(Figura 16)

(Boceto tijera)

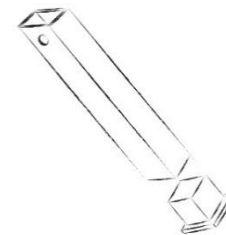


(Figura 17)

(Boceto eslabón)



(Figura 18)  
(Boceto respaldo)



(Figura 19)

Partiendo de una idea más concreta de los componentes y las interacciones que tienen entre sí, modelaremos en un software de diseño (SOLIDWORKS) el dispositivo con las dimensiones y geometrías necesarias que requiera para obtener las tres posturas requeridas.

Recordemos que es un mecanismo que está dirigido a un sector poblacional en específico, personas de la tercera edad en la zona metropolitana de la ciudad de México, por lo que nos rigen ciertos parámetros o medidas mejor conocidas en el área de antropometría como percentil. *“Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor. (Esperanza Valero Cabello, Antropometría, Pg.7)”*

# *DISEÑO DE DETALLE*



## 6.- DISEÑO DE DETALLE

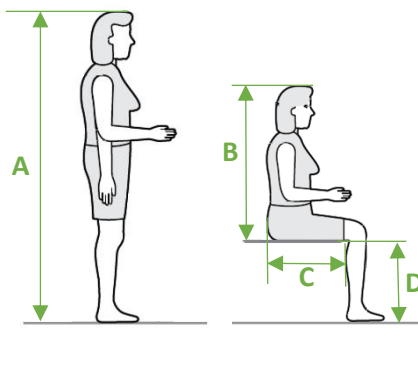
Después de corroborar las trayectorias, el movimiento y los puntos de articulación de la síntesis del mecanismo, dimensionaremos las piezas que compondrán el dispositivo, además de integrarlas y comprobar la relación que existe entre los mismos para lograr las mismas trayectorias y movimientos que se plantearon anteriormente. Incluiremos en esta sección la selección de material o la propuesta de los mismos para poder realizar un prototipo funcional.

Para dar inicio con el detalle, se contemplará percentiles de ambos sexos, en el caso de las mujeres se elegirá el percentil máximo y para los hombres se elegirá el percentil mínimo (revisar tablas de percentiles), obteniendo esos datos tendremos la siguiente tabla (Tabla 4).

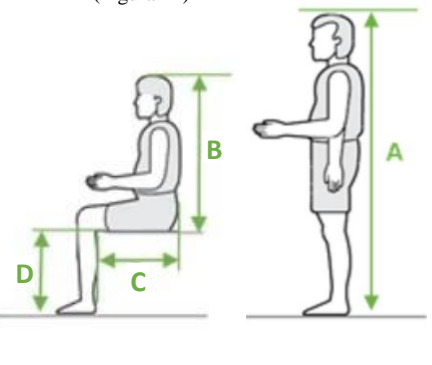
(Tabla 4)

PERCENTIL			
PARAMETROS	FEMENINO	MASCULINO	SELECCIONADOS
ESTATURA (A)	160	151	163
PESO	86.60	46.20	86.60
ALTURA NORMAL SENTADO (B)	84.9	77.4	48.9
LONGITUD NORMAL NALGA-POPLITEO (C)	50	43	50
ALTURA POPLITEA (D)	39	37.2	39
ANCHURA CADERA (E)	45.6	33	45.6

(Figura 20)



(Figura 21)



Recordemos que los percentiles son estadísticas métricas de las dimensiones corporales de un sector poblacional, gracias a estas medidas podemos dimensionar nuestros dispositivos, cabe mencionar que se puede hacer uso de ellos de acuerdo al criterio del diseñador incluso puede combinar percentiles. En nuestro caso se diseñó el mecanismo para una estatura de 163 cm.



Prosiguiendo con el detalle del mecanismo se proponen materiales con los que se pueden fabricar prototipos para su posterior evaluación, los materiales que se utilizarán en este dispositivo son comerciales que pueden facilitar la fabricación y el ensamble del dispositivo.

Con ayuda de software de diseño (SOLIDWORKS) podemos diseñar de manera rápida y visual los mecanismos y la interacción que tienen entre ellos.

Iniciando con la base, se diseñó con las siguientes características:

- Marco de perfil “C” (aluminio) soldado, el perfil es soldado con el canal del perfil hacia el exterior
- Extensiones montables con tornillos M6 y cuerpo de nailon para su unión
- Áreas designadas para llantas



(Figura 22)



(Figura 23)

Le sigue el mecanismo de tijera con las siguientes características:



(Figura 24)



(Figura 25)

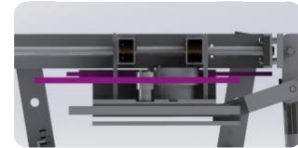
- Tijera de perfil rectangular (aluminio)
- Articulación con perno de acero y bujes de nailon
  - Uniones de perfil “C” (aluminio) soldado
- Tapones de nailon que fungen como bujes por los extremos
  - Fácil acceso a los rieles de la base
  - Mayor rigidez y estabilidad

El asiento cuenta con las siguientes características:

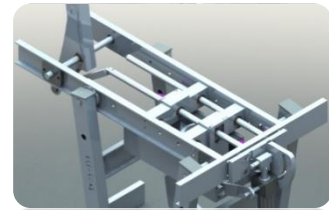
- Base de asiento de perfil “C” (aluminio)
- Uniones con perfil rectangular soldado
- Mayor estabilidad
- Guías de asiento internas con bujes de nailon
- Ensamble externo de tijeras
- Flecha empuje de asiento
- Eje de asiento con cuerpo de nailon



(Figura 26)



(Figura 27)

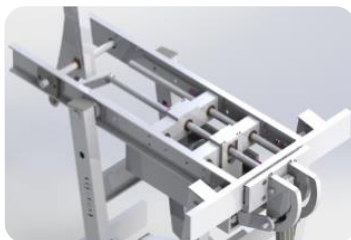


(Figura 28)

El deslizamiento del asiento se desarrolló con las siguientes características:



(Figura 29)

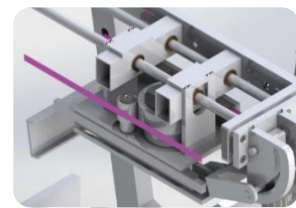


(Figura 30)

- Extensión de asiento placa de aluminio soldada a respaldo
- Unión de extensión redondo de acero articulación en extremos
- Eje de empuje, redondo de acero con bujes de nailon
  - Guías laterales para un desplazamiento uniforme
    - Relación de engranes
    - Cremalleras
    - Eslabón de empuje
- El mecanismo es montado de manera independiente

La principal función de la transmisión, es transmitir el movimiento del respaldo a la pantorrilla.

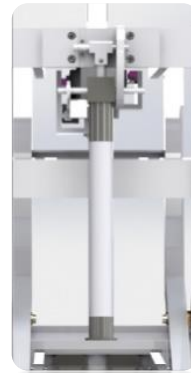
Aprovechando el movimiento de inclinación del respaldo, a través de la transmisión, se moverá la pantorrilla de manera ascendente y con ello alcanzará la postura de fowler o reposit.



(Figura 31)

La pantorrilla cuenta con las siguientes características:

- Base pantorrilla tubo (aluminio)
- Articulación de aluminio
- Placas de nailon con trayectoria, sujeción con tornillería
- Tapones de nailon
- Empuje por medio de transmisión.



(Figura 32)



(Figura 33)

Por último, el respaldo cuenta con las siguientes características:

- Respaldo perfil rectangular (aluminio)
- Un solo punto de articulación
- Tapas de nilón



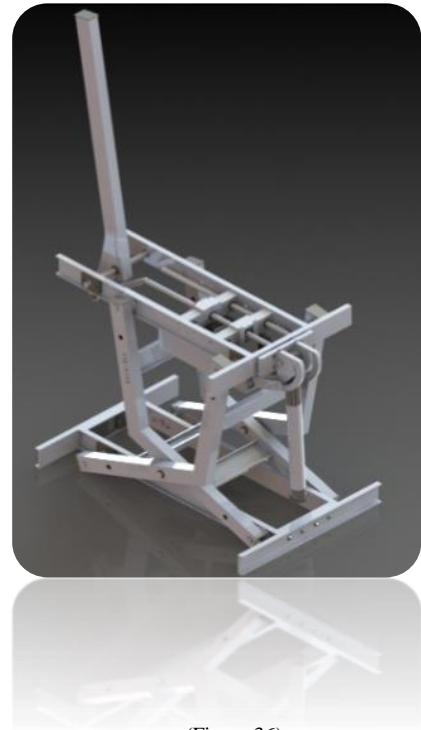
(Figura 34)



(Figura 35)

Después de haber resuelto las funciones y las articulaciones; el conjunto de todos los sub mecanismos dan como resultado el mecanismo multi-postural.

En esta imagen (fig. 36) podemos apreciar una vista isométrica de la propuesta, donde se puede apreciar el mecanismo de deslizamiento de asiento, además de la articulación de la base que soporta las pantorrillas.



(Figura 36)



(Figura 37)

Con esta vista lateral podemos observar el mecanismo de tijera que soporta al usuario, el perfil que recibirá la espalda y los rodamientos que se deslizan para otorgar la altura necesaria.

# *RESULTADOS*



## 7. RESULTADOS

Una vez que el mecanismo logró obtener las tres configuraciones deseadas y además otorgar una posición por grado de inclinación que el dispositivo otorga, se desarrolló una última iteración del diseño la cual se presenta y describe en este escrito.

Ya que el dispositivo tiene una interacción directa con el usuario, el dispositivo deberá contar con un diseño ergonómico, antropométrico y que visiblemente sea agradable para el usuario, para lograr este nuevo objetivo el diseñador industrial Luis Felipe Cruz colaboro con sus habilidades para integrar el diseño mecánico con el diseño industrial.

Como resultado de esta integración se obtuvo un producto, el cual fue llamado “Silla de ruedas multi-postural”.

Con esta nueva propuesta varios medios de comunicación se interesaron en el producto, realizando entrevistas y publicaciones acerca del producto, por ejemplo:

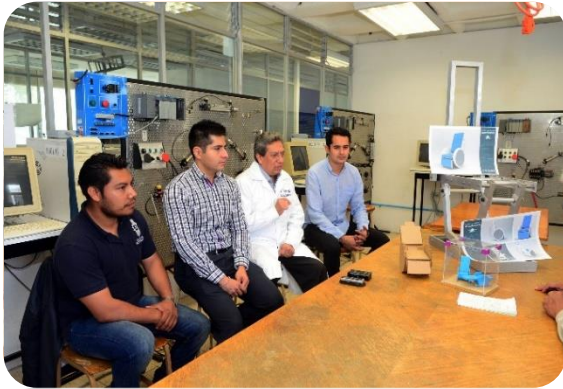
- Dirección General de Comunicación Social (DGCS)
- La jornada
- Salud Carlos Slim
- Carmen Aristegui
- La prensa
- Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Silla Multi-postural



(Figura 38) (CONACYT,2015)

Equipo Multidisciplinario



(Figura 39) (DGCS,2016)

Con el conocimiento adquirido se decide participar en la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología en México (RED OTT) siendo ganadores en dicho concurso obtuvimos la oportunidad de viajar a la ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING en Londres quienes nos asesoraron en un nuevo plan de negocios y la posibilidad de transferir la tecnología a otro país o licenciar la tecnología a alguna empresa.

Posteriormente recibimos una invitación de la ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING para participar en nuevo concurso por parte de la Fund Newton, donde se explica a través de un video la nueva tecnología, ganando la oportunidad de asistir a la conferencia Engineering a Better World donde se presentaron los ganadores de dicho concurso, logrando estar entre los 5 mejores proyectos a nivel mundial.

Gracias al impulso de estos y otros medios de comunicación el equipo que desarrollo el dispositivo fue invitado a la Coordinación de Innovación y Desarrollo (CID) para desarrollar plan de negocios y dar surgimiento a una nueva empresa.

(Premiación)

#### EVENTS

##### Engineering a Better World

The Academy's [Engineering a Better World](#) conference featured world-class speakers and brought together engineering institutions and international development professionals from around the world. The event explored how these communities can work together to drive social and economic change. Following a successful event, there were many take-home messages for us to take action and build a better world for ourselves and future generations, and that engineers can tackle the world's greatest problems and deliver real change. We were pleased to host some of our LIF alumni who made it onto the shortlist for the **Newton Video Competition**. Congratulations to Martha Poisot (LIF 1 Mexico) for the winning video and to the runners up: WATSAN Envirotech (India), Revel Iyer (S.Africa), Javier Eslava-Schmalbach (Colombia), Luis Felipe (Mexico), Trevor Lorimer (S.Africa). We were also able to welcome a handful of Bio-medical LIF alumni who were generously sponsored by the Wellcome Trust to attend the conference.



Dr John Lazar CBE FREng announces the video competition shortlist

Dr John Lazar CBE FREng announces the video competition shortlist



(Figura 40) (Royal Academy Of Engineering,2016)

# *I CONCLUSIONES*





## I CONCLUSIONES

Aunque solo se presenta una sola intervención, el trabajo consta de más de diez iteraciones sin contar las propuestas individuales de articulaciones y mecanismos, por otro lado, se intentó fabricar un prototipo en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) el cual nos demostró las diferentes áreas de mejora debido a los múltiples ajustes que no se tomaron en cuenta en las primeras versiones, por lo que en los planos que se presentan en este proyecto ya se consideran dichos ajustes e indicaciones que favorecen su ensamble y funcionamiento. Este intento de fabricación fue vital para el entendimiento de los mecanismos principales, los movimientos clave, pero sobre todo como experiencia del comportamiento del dispositivo.

En la investigación del estado del arte se encontraron distintos dispositivos que otorgaban las distintas soluciones, pero ninguno de manera conjunta o que cumpliera con las tres configuraciones, cabe mencionar que no se tienen resultados contundentes con los usuarios por la falta de un prototipo a evaluar.

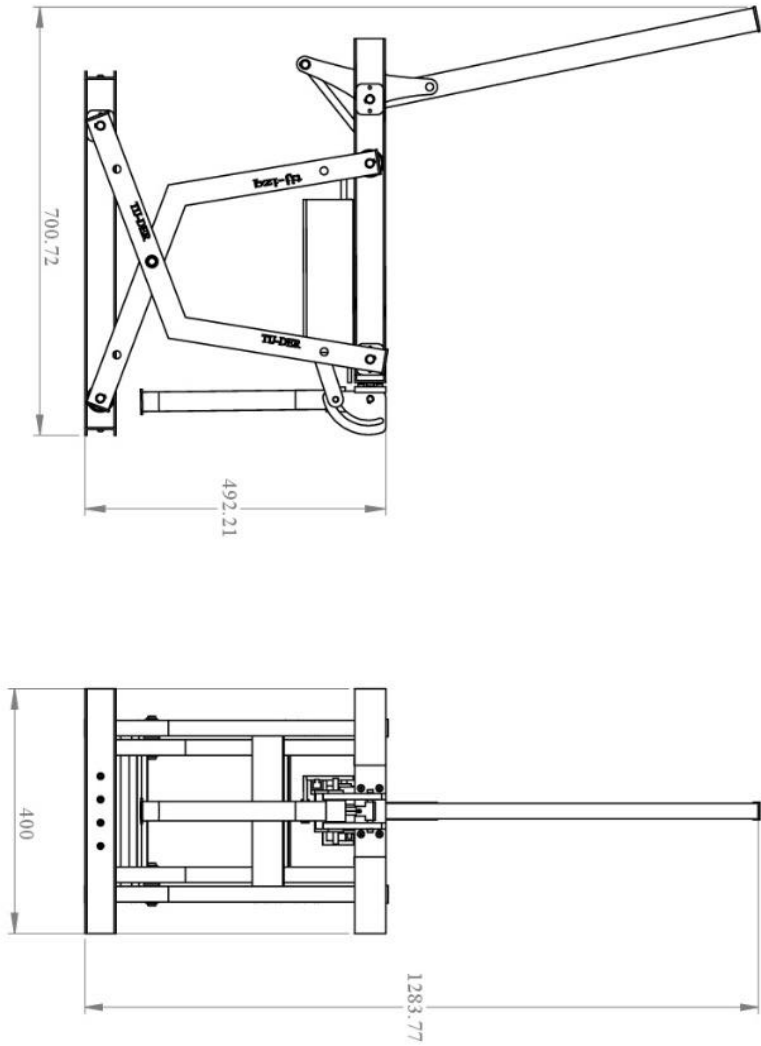
Por último, a pesar de que cumple con las configuraciones planteadas, el dispositivo tiene diferentes áreas de oportunidades, por mencionar algunas, el dispositivo carece del control de postura, por lo que el desarrollo del proyecto queda abierto y a franca disposición para integrar otras tecnologías del área de materiales, diseño para ensamble y manufactura, así como el área mecatrónica.

## II ANEXOS



*ANEXO A*

*Planos*



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

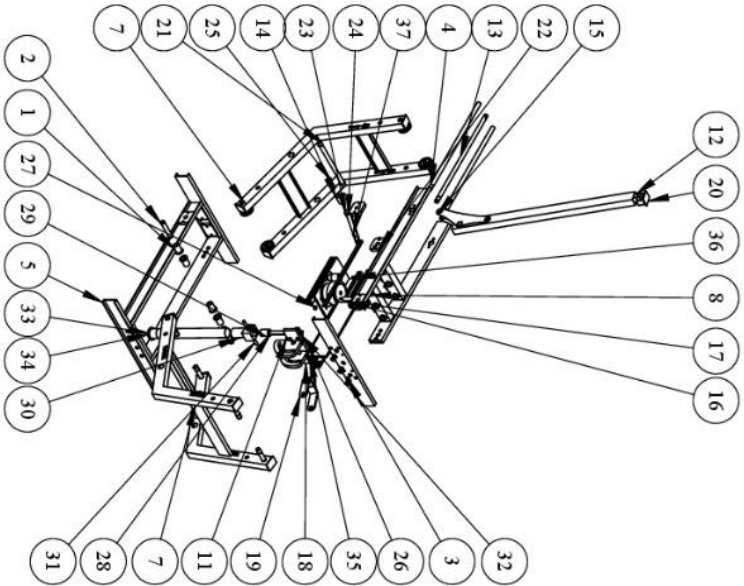
Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

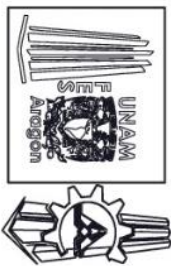
Plano No. :Hoja1

Dibujó: JVL  
Revisó: HMA  
Aprobó: HMA  
Cotas: mm  
Escala:  
Fecha  
Rev:03/07/2017





N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
39	CUERPO TOPR V1.0	2
38	TORNILLO ALLEN GOTTA M6 x 12	4
37	PERNO ESLAVON V1.0	1
36	SEPARADOR ASIENTO V1.0	4
35	EMPUJADOR V1.0	1
34	TAPON PANTORRILLA V1.2	1
33	PANTORRILLA V1.3	1
32	TE ARTICULACION V1.0	1
31	PERNO GUIA V1.	2
30	PORTA BALERO V1.0	1
29	RODAMIENTO LINEAL V1.0	1
28	GUIA PANTORRILLA V1.0	1
27	hex nut style 1_am	4
26	prevailing torque hex nut_am	4
25	PERNO V1.0	1
24	ESLAVON V1.2	1
23	EJE INTERNO ASIENTO V1.0	1
22	BUJE ASIENTO V1.3	1
21	EJE DE ASIENTO V1.0	1
20	TAPON V1.2	1
19	ENLACE PANTORRILLA V1.0	2
18	PANTORRILLA AGE V1.0	1
17	CREMALLERIA DOW V1.0	2
16	TRANSMISION V1.2	1
15	PLACA ANGIULO V1.2	2
14	SEPARADOR V1.0	1
13	ESLAVON 3	1
12	EJE DE RESPALDO V1.2	1
11	B18.3.4M - 3 x 0.5 x 10 SBHCS -N	1
10	B27.1 - NA1-75	2
9	SEGURO TRUARCA EXT. 0.5"	14
8	ASIENTO V1.2	1
7	TIJERA DERECHA V1.2	1
7	TIJERA IZQUERDA V1.2	1
5	BASE TIJERA V1.2	1
4	EJE ASIENTO V1.0	2
3	TOPE ASIENTO V1.0	1
2	PERNPO TIJERA V1.0	2
1	BUJE V1.0	4



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

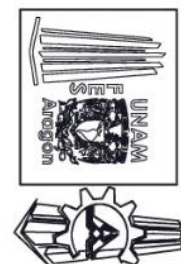
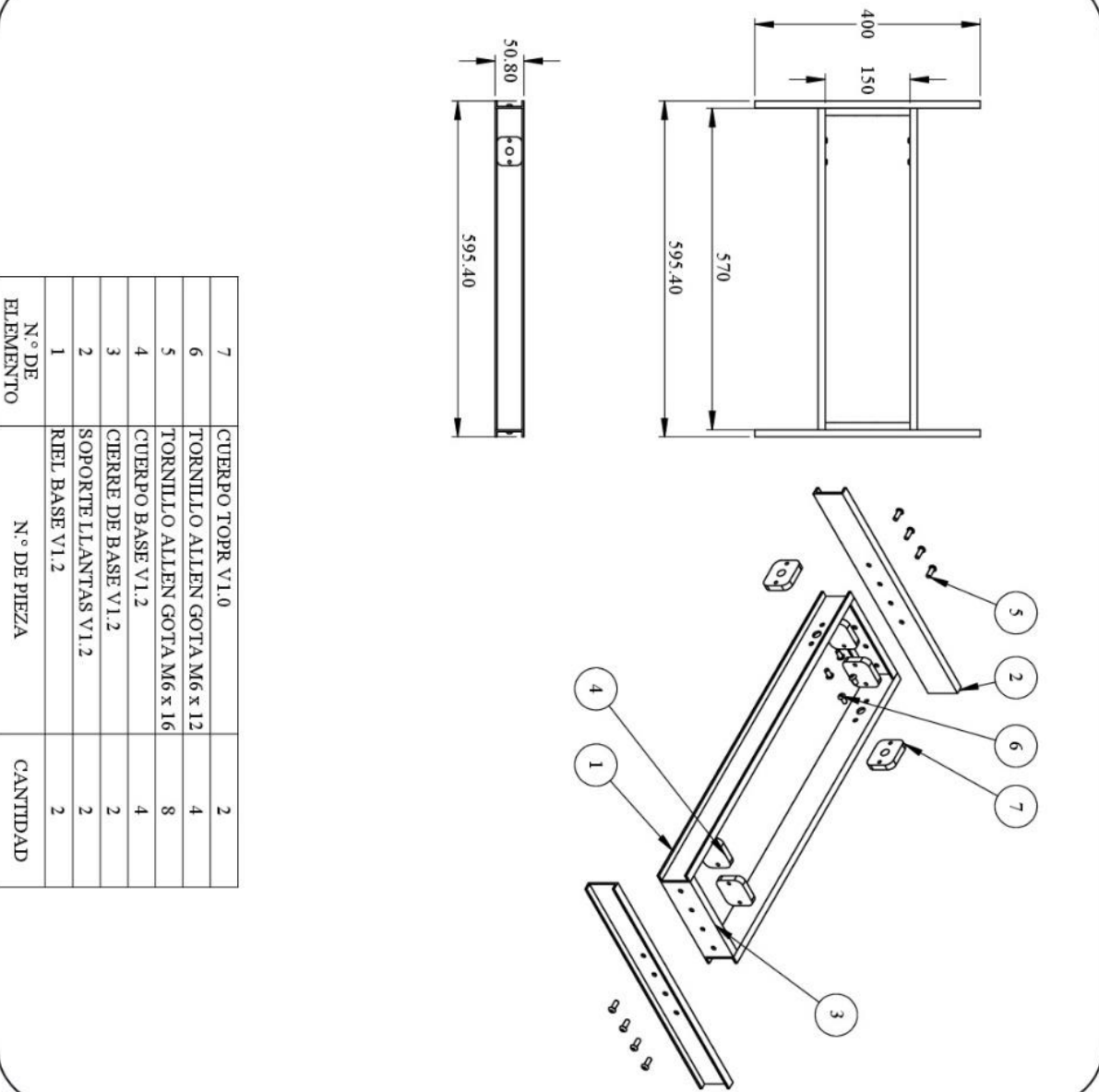
Pieza:

Plano No. :Hojas3

Dibujó: JVL  
Revisó: HMA  
Aprobó: HMA  
Cotas: mm  
Escala:  
Fecha  
Rev:03/07/2017



ANSI A



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

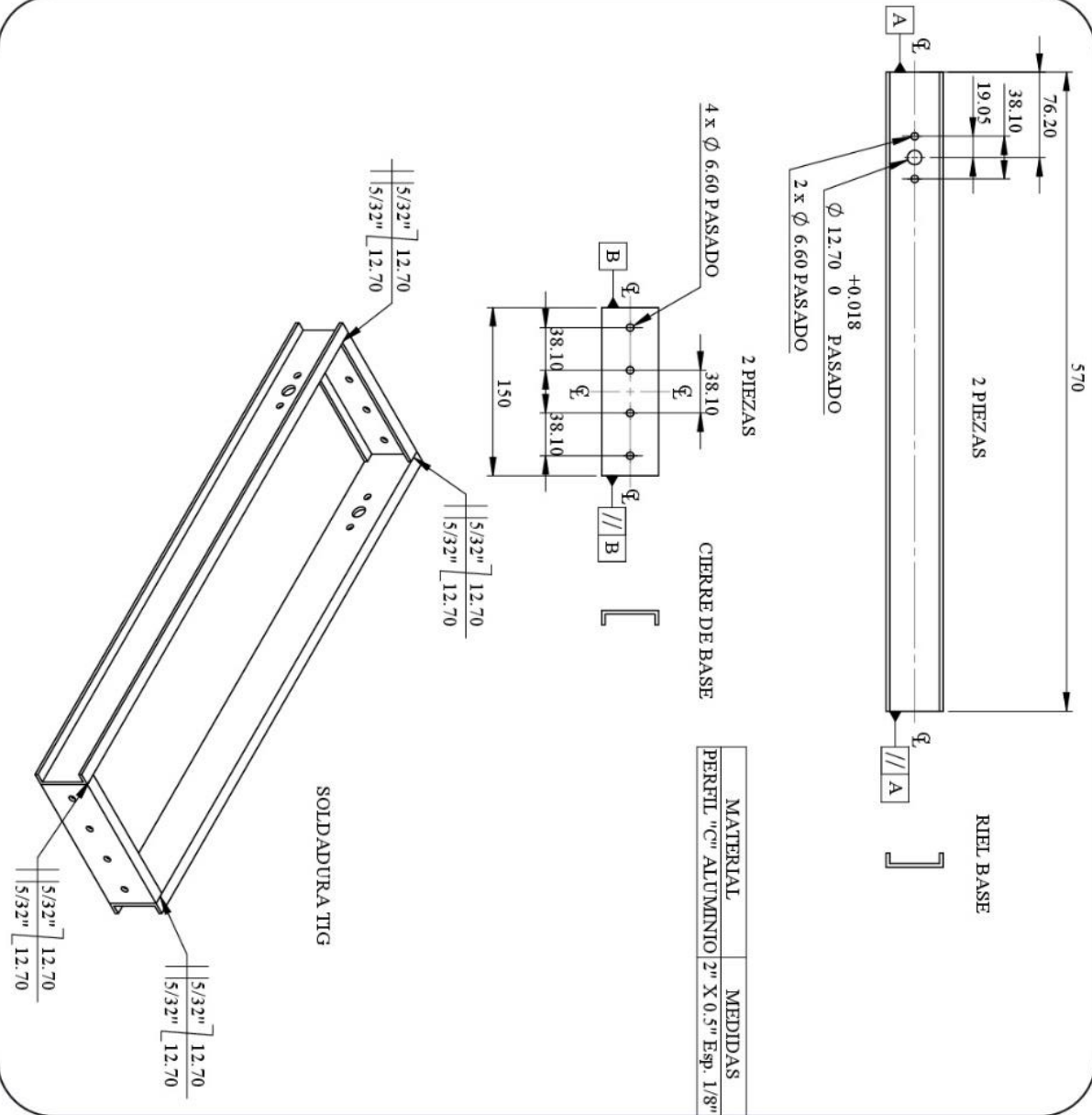
Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:


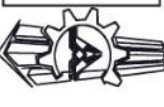
Plano No. :Hoja4

Dibujó: JVL  
Cotas: mm  
Revisó: HMA  
Escala:  
Aprobó: HMA  
Fecha Rev:03/07/2017





MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL "C" ALUMINIO 2" X 0.5" Esp. 1/8"	

Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas5

Dibujó: JVL

Revisó: HMA

Aprobó: HMA

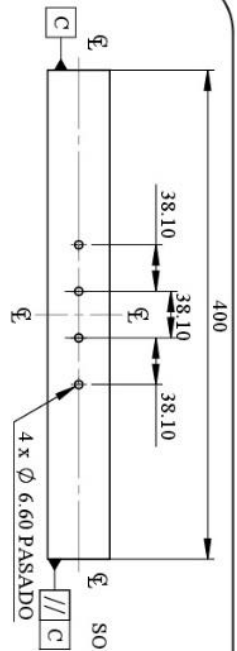
Cotas: mm

Escala:

Fecha Rev: 03/07/2017



ANSI A

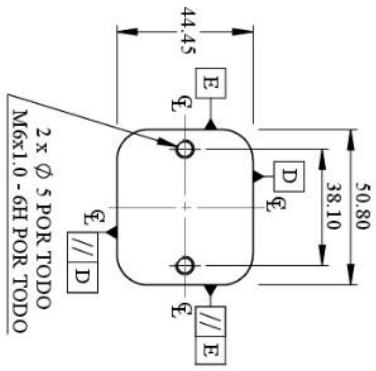


SOPORTE DE LLANTAS

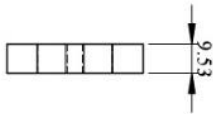


2 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL "C" ALUMINIO	2"x1/2" Esp. 1/8"

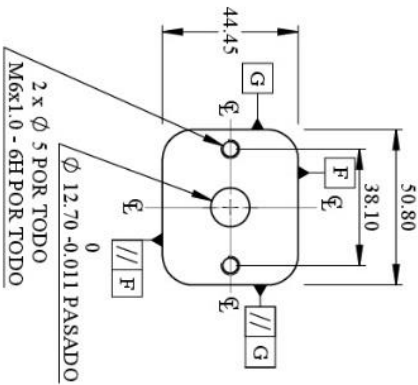


CUERPO BASE

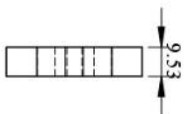


2 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
NYLAMID SL	2.5" x 2.5"

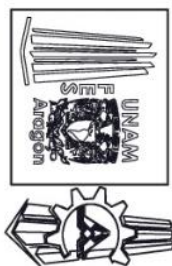


CUERPO TOPE



2 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
NYLAMID SL	2.5" x 2.5"



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

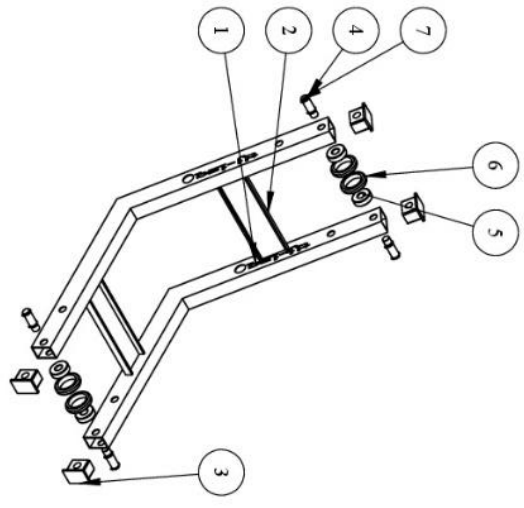
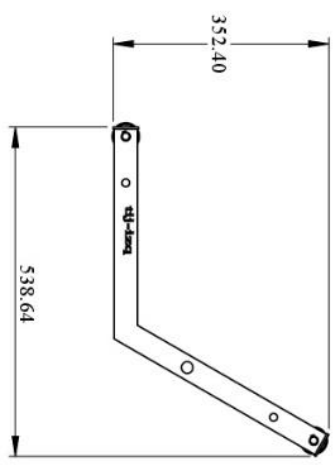
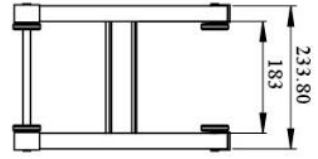
Plano No. :Hojas6

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev.03/07/2017

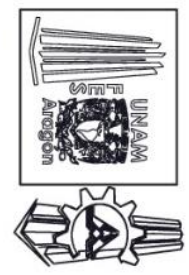


ANSI A





N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD
7	SEGURO TRU/ARC EXT. 0.5"	8
6	LLANTA V1.0	4
5	BAJERO 6201 V1.2	4
4	EJE LLANTA V1.2	4
3	TAPON V1.2	4
2	UNION INTERNA V1.2	2
1	TIJERA IZQUIERDA V1.0	2



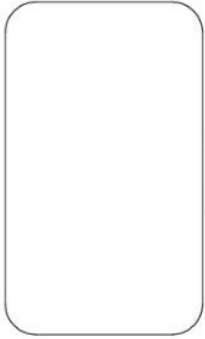
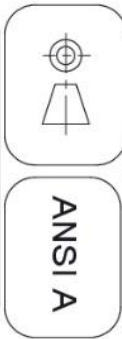
Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

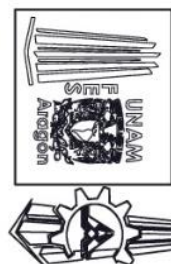
Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. Hoja7

Dibujó: JVL  
Cotas: mm  
Revisó: HMA  
Escala:  
Aprobó: HMA  
Fecha  
Rev.03/07/2017





Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas

Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

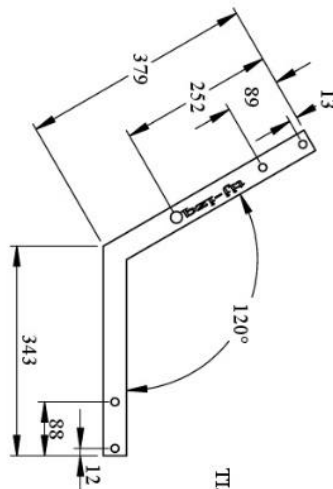
Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



ANSI A

2 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL RECTANGULAR ALUMINIO	1.5" x 1" Esp. 1/16"



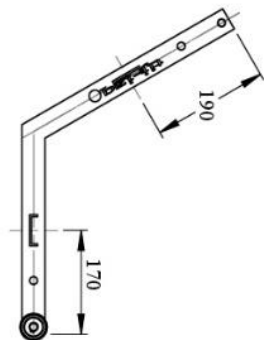
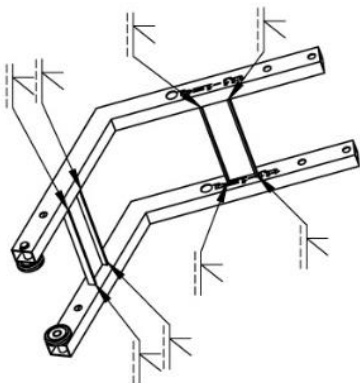
UNION INTERNA

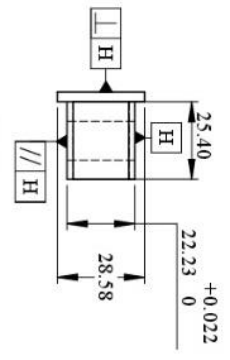
2 PIEZAS



MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL "C" ALUMINIO	2" x 0.5" Esp. 1/8"

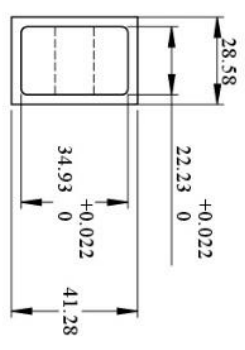
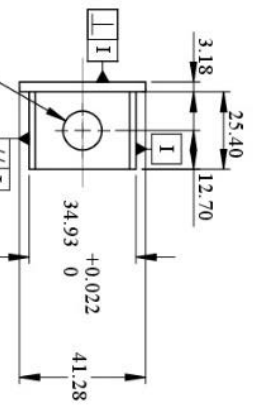
SOLDADURA TIG





MATERIAL	MEDIDAS
NYLAMID SL	1.5" x 1.5" x 2"

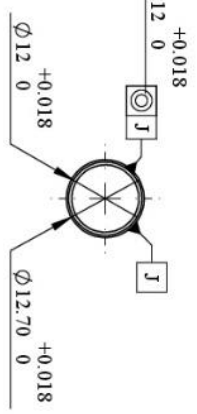
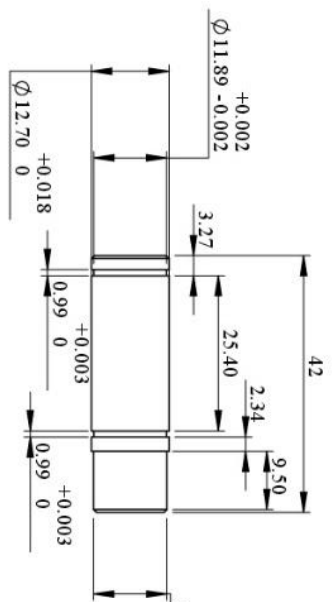
4 PIEZAS



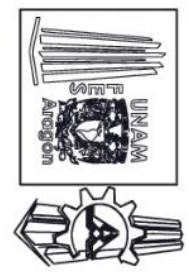
$\phi 12.70 - 0.011$  PASADO

EJEL LANTA

4 PIEZAS



MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5" x 50mm



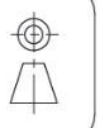
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

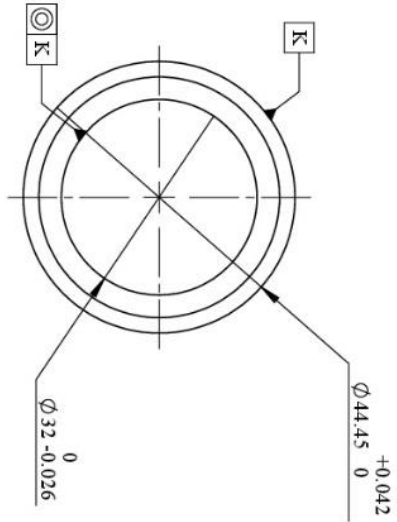
Plano No. :Hojas

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev: 03/07/2017



ANSI A

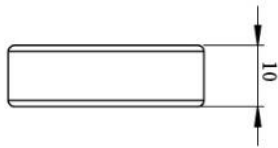
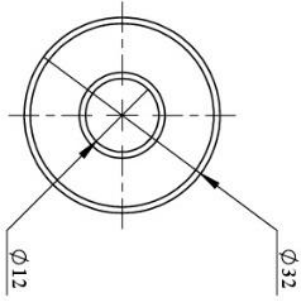
LLANTA



4 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
NYLAMID SL	Dim. 2" x 12mm

BALERO 6201



4 PIEZAS



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas10

Dibujó: JVL Cotas: mm

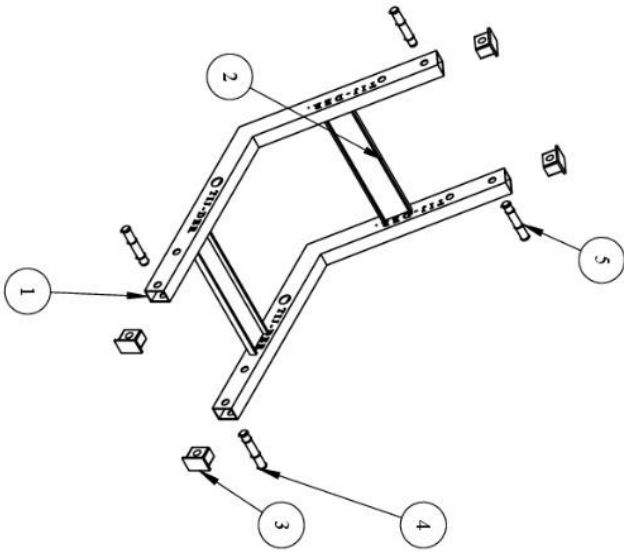
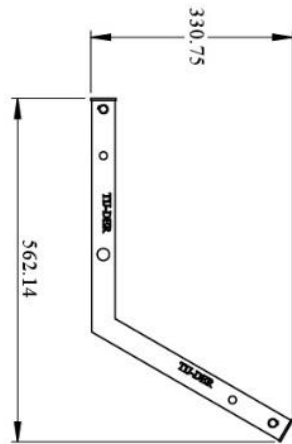
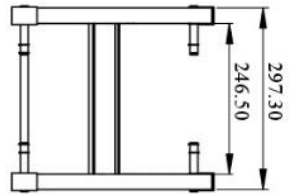
Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev.03/07/2017



ANSI A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
5	SEGURO TRUARC EXT. 0.5"	15
4	EJE HIJO V1.2	4
3	TAPON V1.2	4
2	UNION EXTERNA V1.2	2
1	TIJERA DERECHA V1.0	2



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas11

Dibujó: JVL Cotas: mm

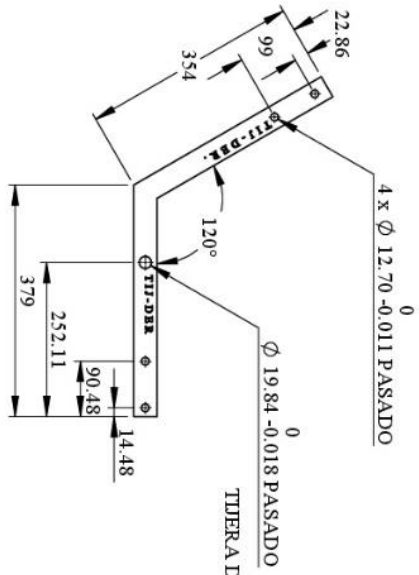
Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev:03/07/2017



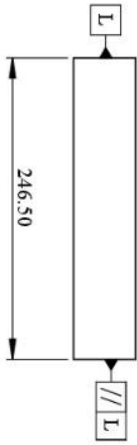
ANSI A



TIERRA DERECHA

2 PIEZAS

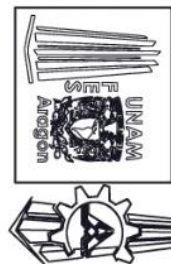
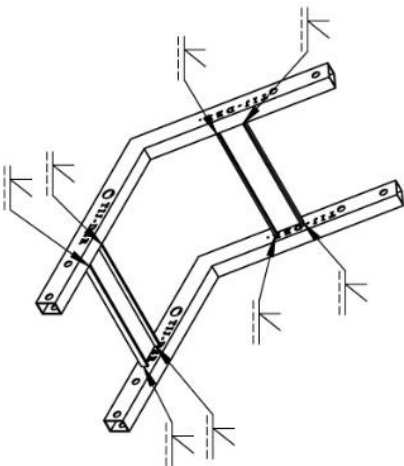
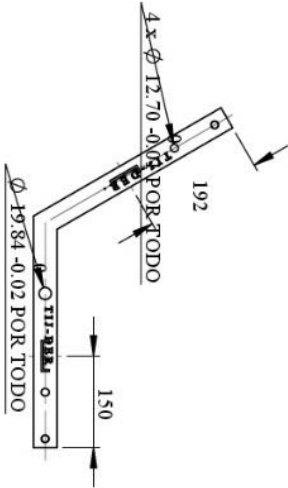
MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL RECTANGULAR ALUMINIO	1.5" x 1" Esp. 1/16"



UNION EXTERIOR

2 PIEZAS

MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL "C" ALUMINIO	2"x0.5" Esp. 1/8"



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas12

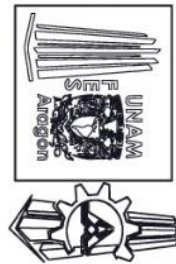
Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



ANSI A



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas13

Cotas: mm

Dibujó: JVL

Escala:

Revisó: HMA

Fecha  
Rev.03/07/2017

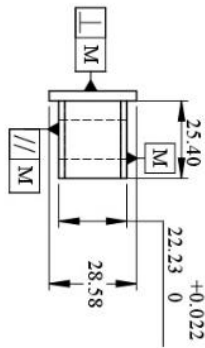
Aprobó: HMA



ANSI A

MATERIAL	MEDIDAS
NYLAMID SL	1.5" x 1.5" x 2"

4 PZA



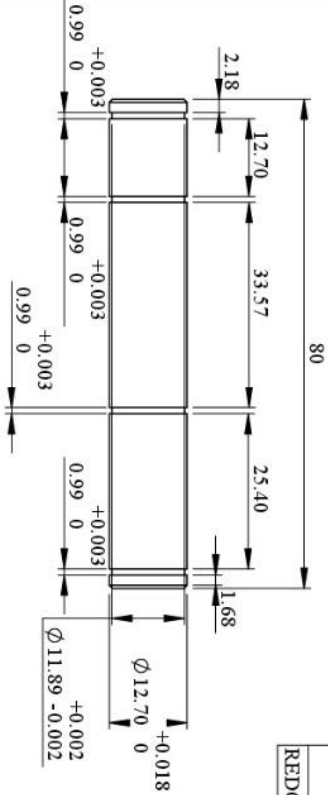
TAPON



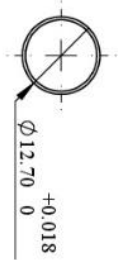
EJE FIJO

4 PZA

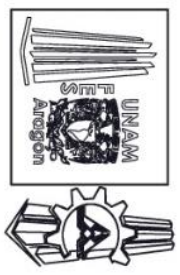
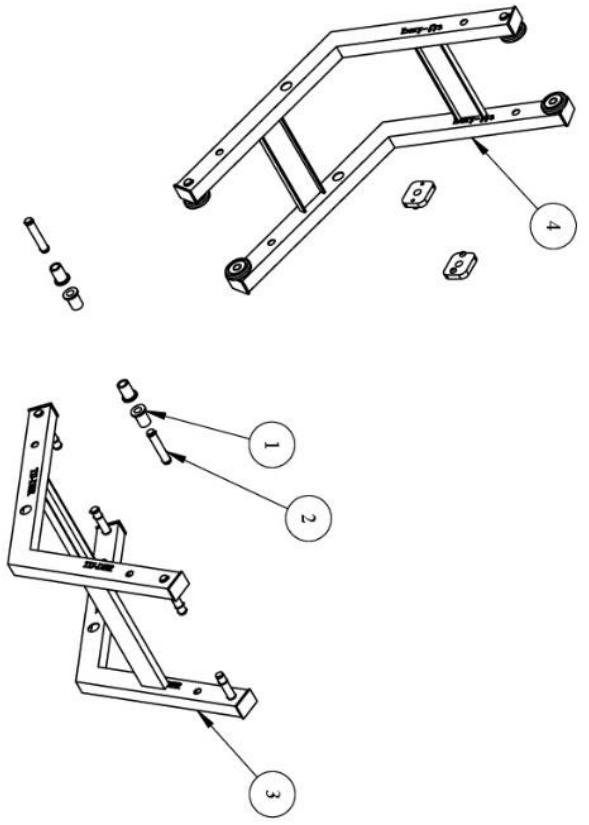
$\phi 12.70 - 0.011$  PASADO



MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5" x 82mm



Nº DE ELEMENTO	Nº DE ELEMENTO	CANTIDAD
4	TIJERA IZQUIERDA	1
3	TIJERA DERECHA	1
2	PERNO TIJERA	2
1	BUJE	4



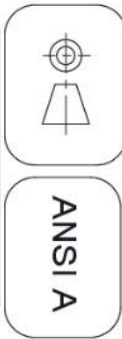
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas14

Dibujó: JVL  
Cotas: mm  
Revisó: HMA  
Escala:  
Aprobó: HMA  
Fecha Rev:03/07/2017

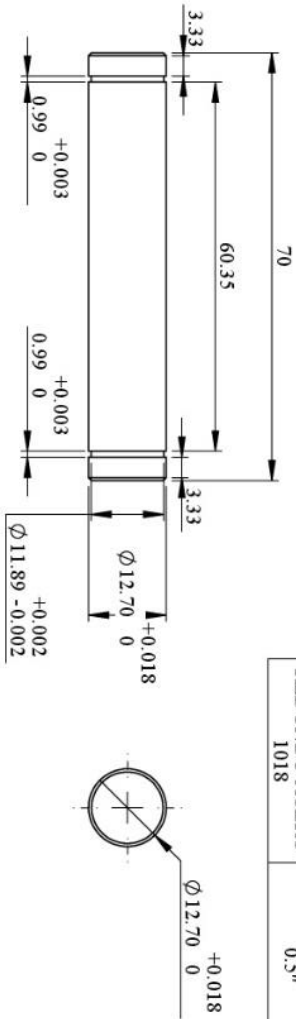




PERNO TIJERA

2 PZA

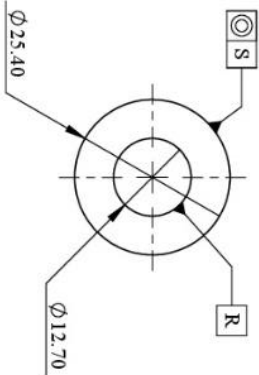
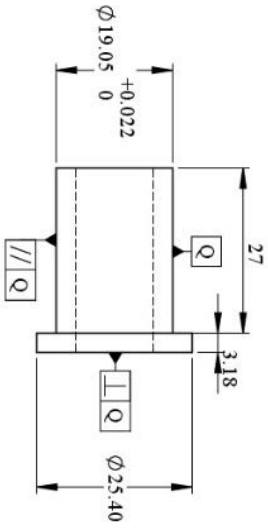
MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5"



BUE

4 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	1"



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas15

Dibujó: JVL Cotas: mm

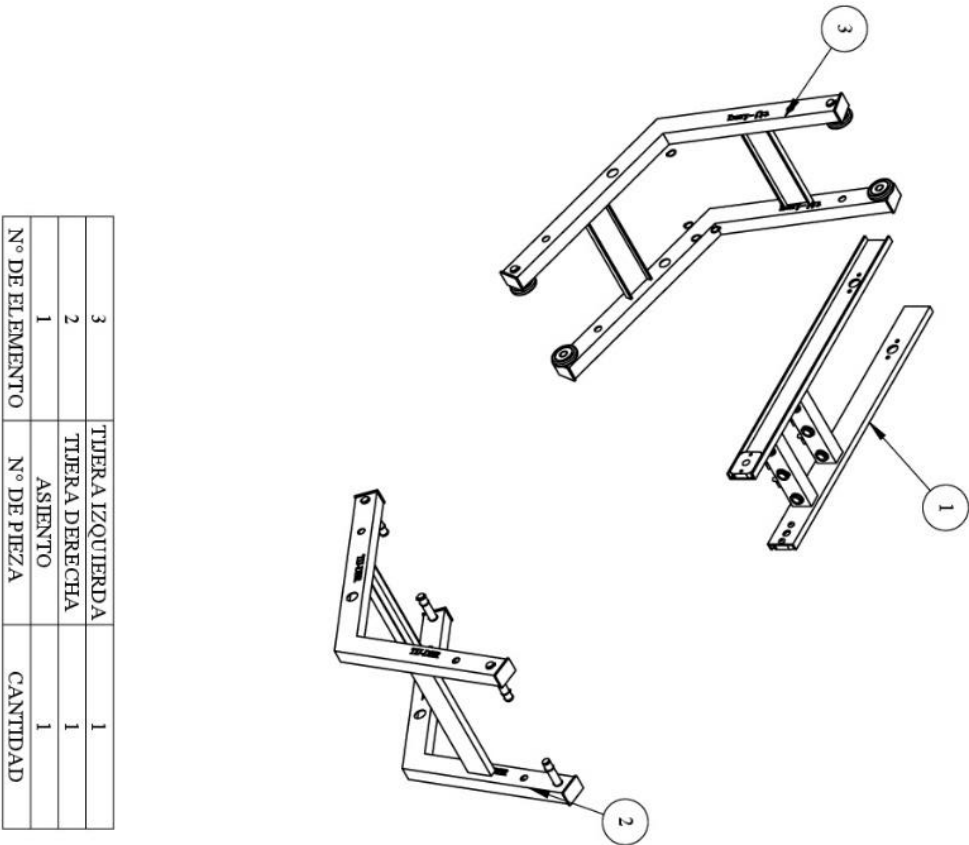
Revisó: HMA

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev.03/07/2017



ANSI A



3	TIJERA IZQUIERDA	1
2	TIJERA DERECHA	1
1	ASIENTO	1
Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	CANTIDAD



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas16

Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA

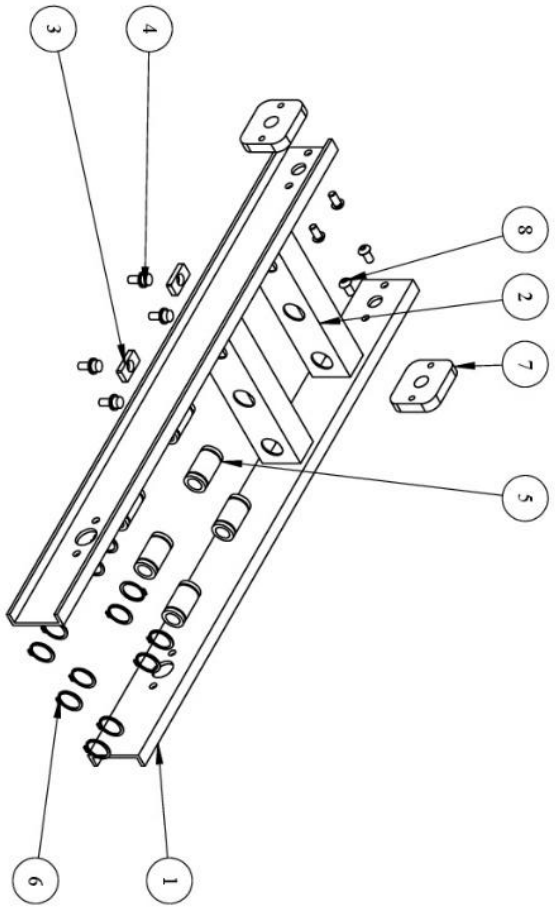
Escala:

Aprobó: HMA

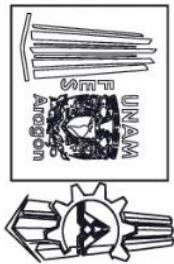
Fecha  
Rev:03/07/2017



ANSI A



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
8	TORNILLO ALLEN GOTAM6 x 12	4
7	CUERPO TOPR V1.0	2
6	SEGURO TRUARC EXT. 0.75"	12
5	BUJE ASIENTO V1.2	6
4	PERNO ASIENTO	4
3	PLACA PERNO V1.0	4
2	LARGUERO ASIENTO V1.2	2
1	RIEL ASIENTO V1.0	2



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas17

Dibujó: JVL Cotas: mm

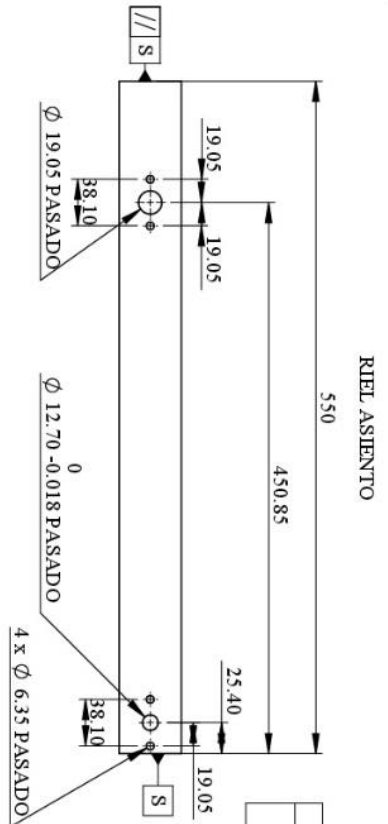
Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev:03/07/2017



ANSI A



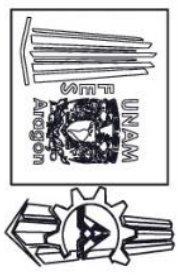
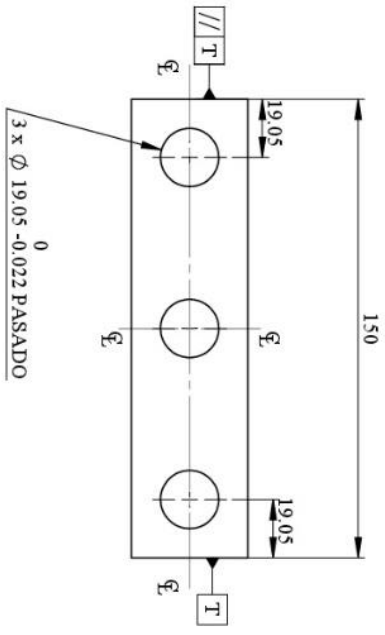
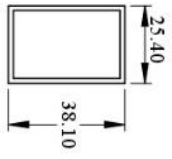
MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL "C" ALUMINIO	2"x0.5" Esp. 1/8"

2 PZA

LARGUERO

2 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL RECTANGULAR	1"x1.5" Esp. 1/16"



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

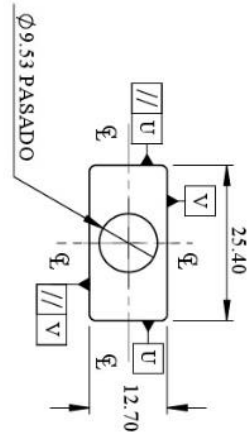
Pieza:

Plano No. :Hojas18

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev.03/07/2017

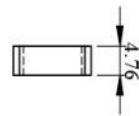


PLACA PERNO



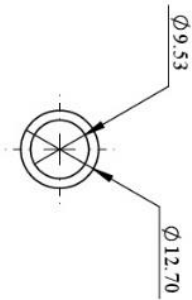
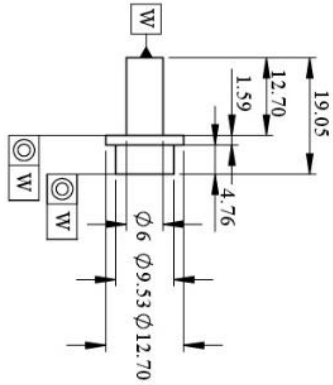
4 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
SOLERA ALUMINIO	1" x 0.5" Esp. 3/16"



4 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5" x 20mm



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz1

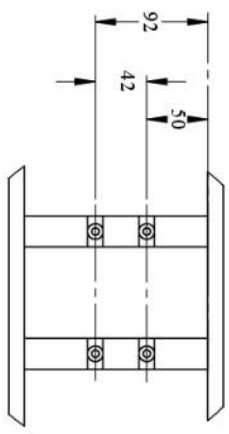
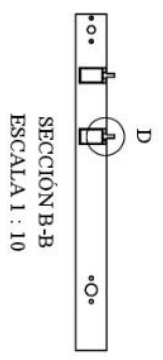
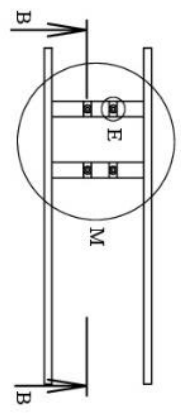
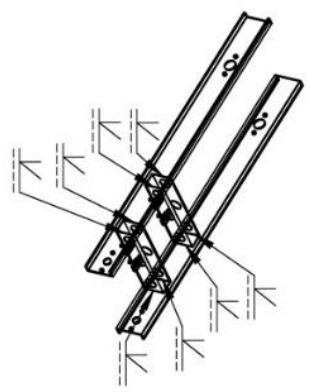
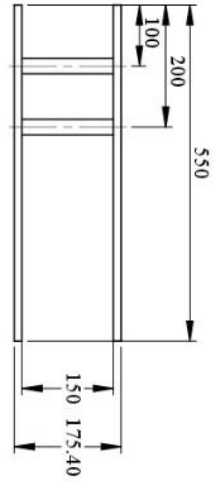
Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

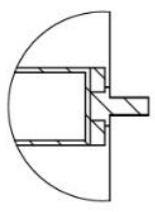
Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



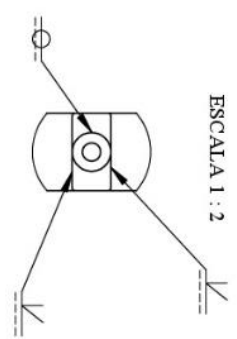
ANSI A



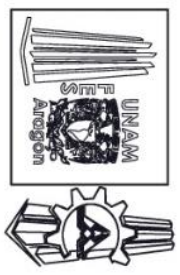
DETALLE M  
ESCALA 1 : 5



DETALLE D  
ESCALA 1 : 2



DETALLE E  
ESCALA 1 : 2



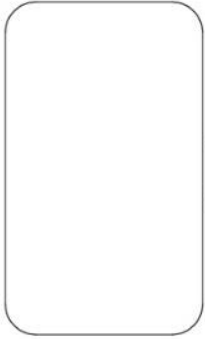
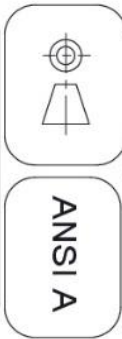
Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

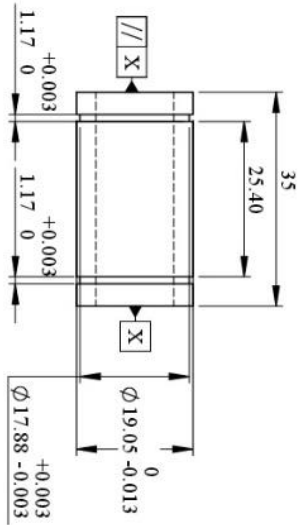
Pieza:

Plano No. :Hoja19

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev.03/07/2017

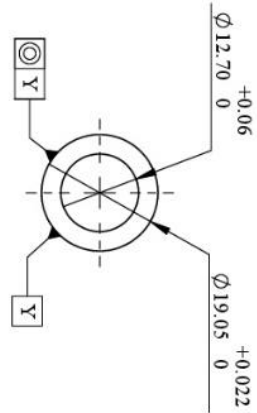


**BUJE ASIENTO**



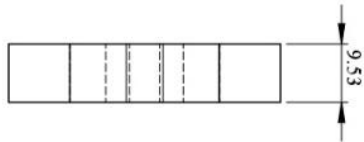
MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	0.75"x 3.5mm

6 PZA

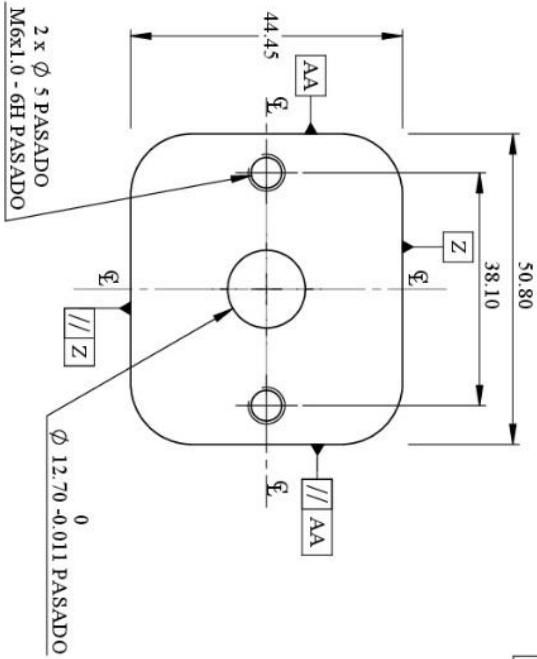


2 PZA

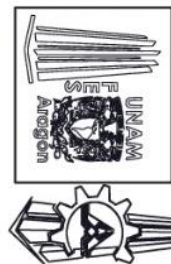
MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	2.5"x2.5"



**CUERPO TOPE**



2 x Ø 5 PASADO  
M6x1.0 - 6H PASADO



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz0

Dibujó: JVL Cotas: mm

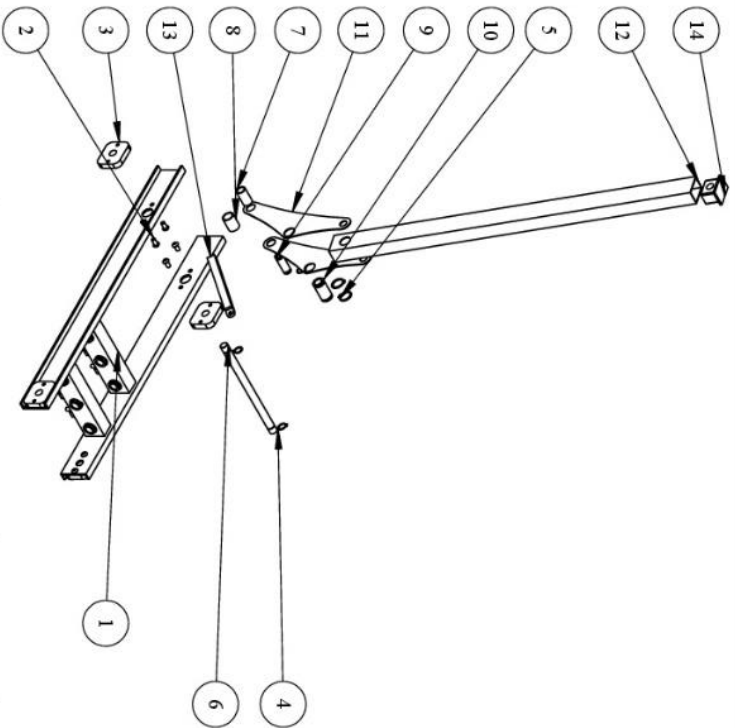
Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA

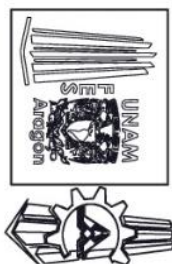
Fecha  
Rev:03/07/2017



**ANSI A**



14	TAPON V1.2	1
13	ESTILAVON V1.2	1
12	EJE DE RESPALDO V1.2	1
11	PLACA ANGULO V1.2	2
10	BUJE ASIENTO V1.3	1
9	PERNO V1.0	1
8	EJE INTERNO ASIENTO V1.0	1
7	SEPARADOR V1.0	1
6	EJE DE ASIENTO V1.0	1
5	B27.1 - NA1-75	2
4	SEGURO TRUARC EXT. 0.5"	14
3	CUERPO TOPR V1.0	2
2	TORNILLO ALLEN GOTTA M6 x 12	4
1	ASIENTO V1.2	1
<b>N.º DE ELEMENTO</b>	<b>N.º DE PIEZA</b>	<b>CANTIDAD</b>



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz22

Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA

Escala:

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev.03/07/2017



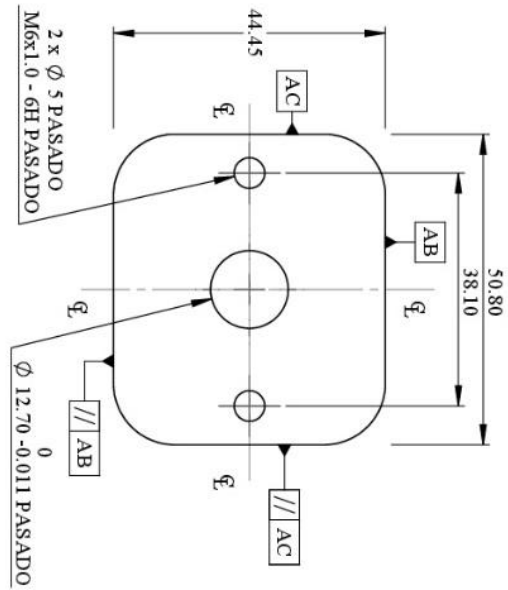
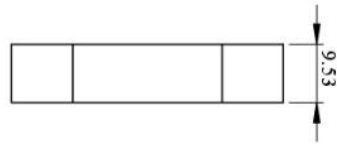
**ANSI A**



CUERPO TOPE

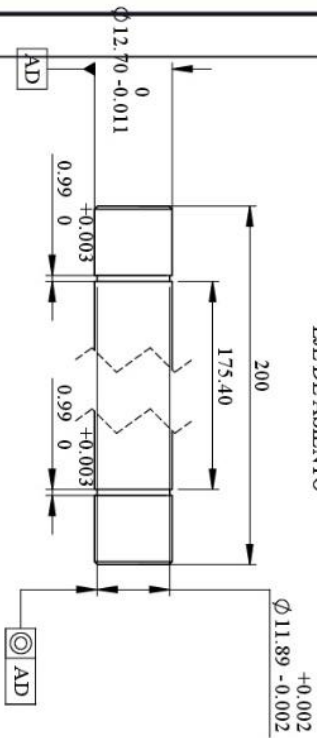
2 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	2.5" x 2.5"

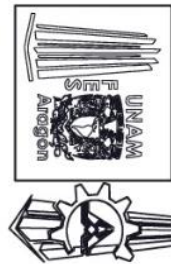
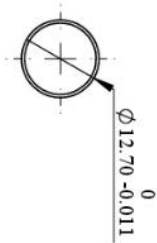


1 PZA

EJE DE ASIENTO



MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5" x 203mm



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz3

Dibujó: JVL Cotas: mm

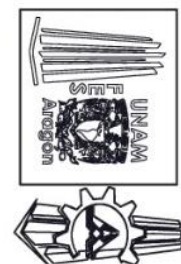
Revisó: HMA

Aprobó: HMA

Fecha Rev: 03/07/2017



ANSI A



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

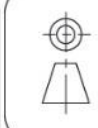
Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz4

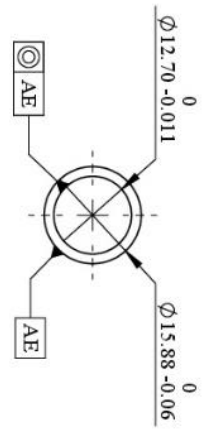
Dibujó: JVL  
Revisó: HMA  
Aprobó: HMA  
Cotas: mm  
Escala:  
Fecha Rev:03/07/2017

ANSI A

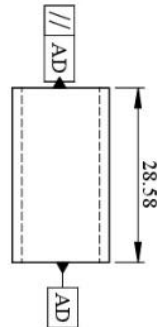


1 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
NAVILAMID SL	5/8" x 32mm

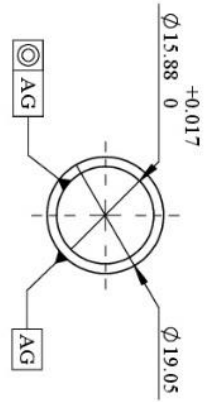


SEPARADOR

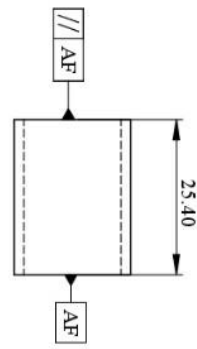


1PZA

MATERIAL	MEDIDAS
ALUMINIO	0.75" x 28mm

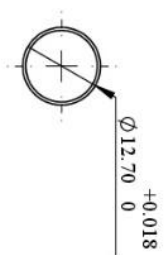


EJE INTERNO ASIENTO

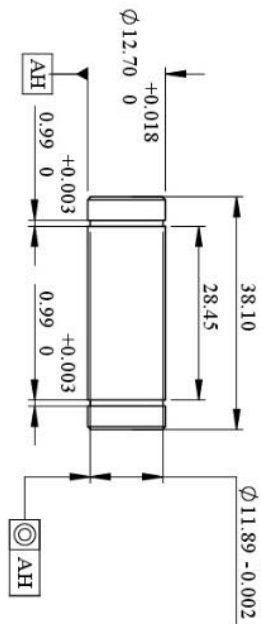


1 PZA

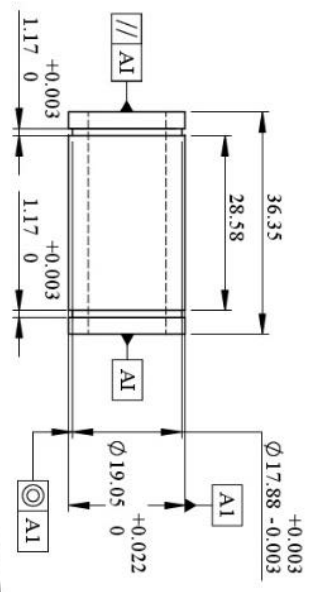
MATERIAL	MEDIDAS
REDONDO ACERO 1018	0.5" x 40mm



PERNO

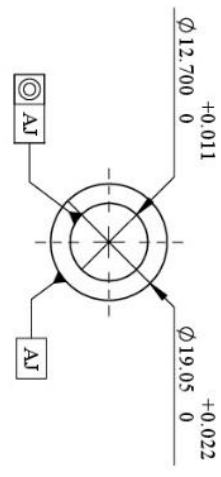


BUJE ASIENTO

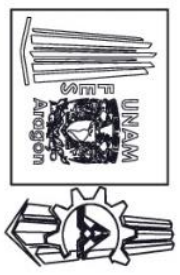
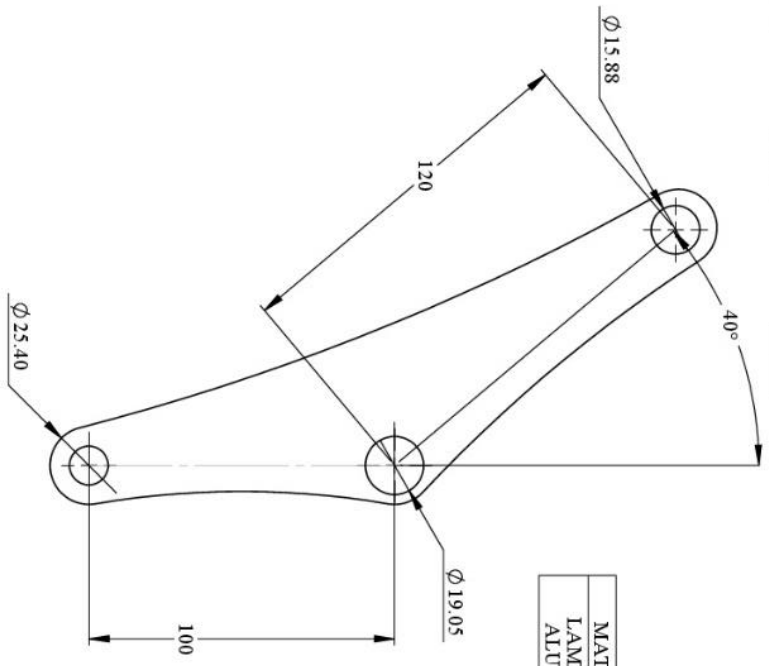


1 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
NAVYLAMID	0.75" x 40mm



MATERIAL	MEDIDAS
LAMINA DE ALUMINIO	125mm x 225mm Cal.16



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

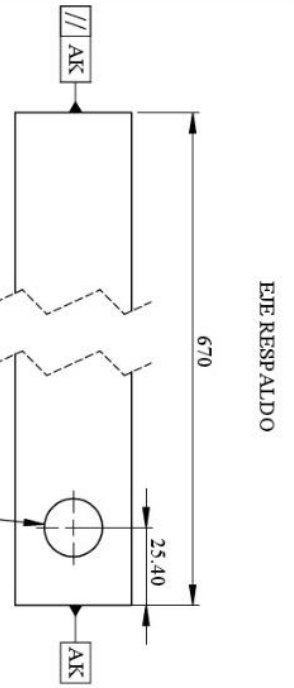
Pieza:

Plano No. :Hojas25

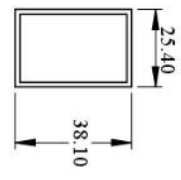
Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev:03/07/2017



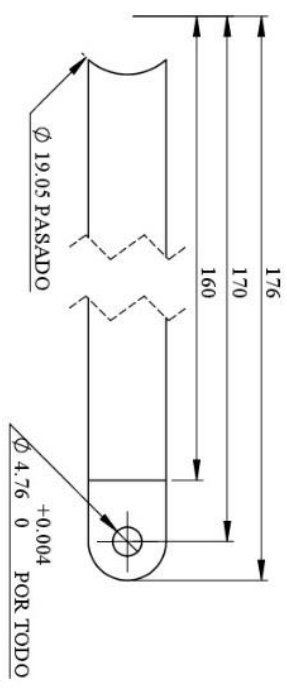
ANSI A



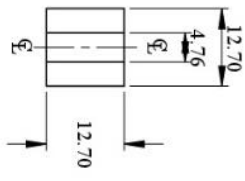
MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL RECTANGULAR ALUMINIO	1"x1.5" Esp. 1/16"



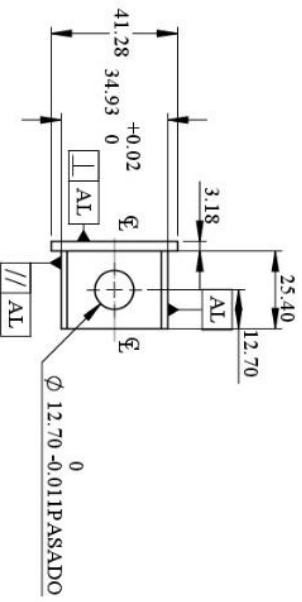
EJESLAVON



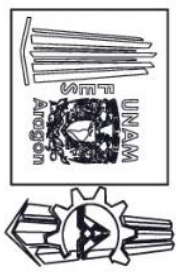
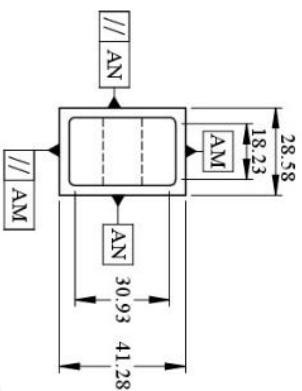
MATERIAL	MEDIDAS
CUADRADO DE ALUMINIO	0.5"x 178mm



TAPON



MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	1.5"x1.5"x2"



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

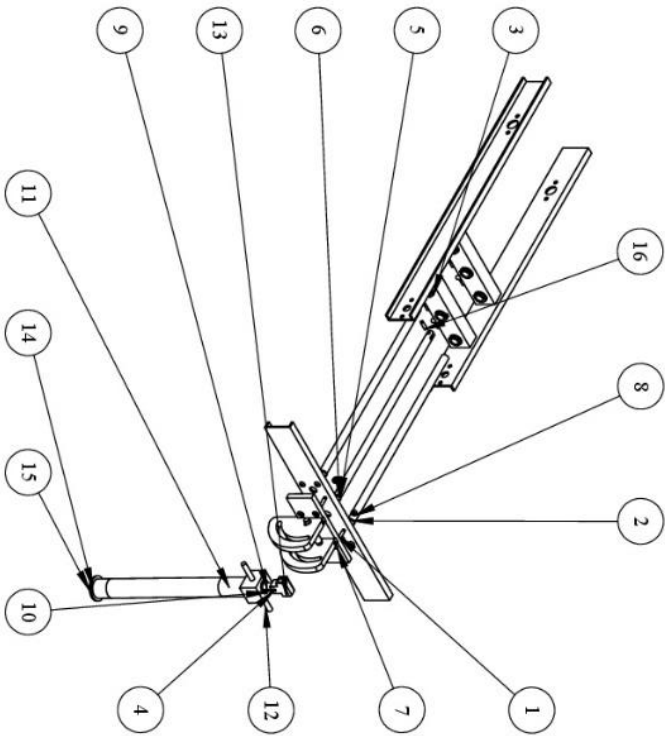
Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

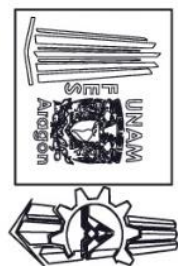
Plano No. :Hojaz6

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev:03/07/2017





16	PERNO ESLAVON V1.0	1
15	TAPON PANTORRILLA V1.2	1
14	PANTORRILLA V1.3	1
13	TE ARTICULACION V1.0	1
12	PERNO GUIA V1.	2
11	PORTA BALERO V1.0	1
10	RODAMIENTO LINEAL V1.0	1
9	GUÍA PANTORRILLA V1.0	1
8	TUERCA HEX. M5	4
7	PANTORRILLA AGE V1.0	1
6	ESLAVON 3	1
5	SEGURO TRUARC EXT. 0.5"	14
4	TORNILLO ALLEN GOTTA M3 x 10	1
3	ASIENTO V1.2	1
2	EJE ASIENTO V1.0	2
1	TOPE ASIENTO V1.0	1
<b>N.º DE ELEMENTO</b>	<b>N.º DE PIEZA</b>	<b>CANTIDAD</b>



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojaz8

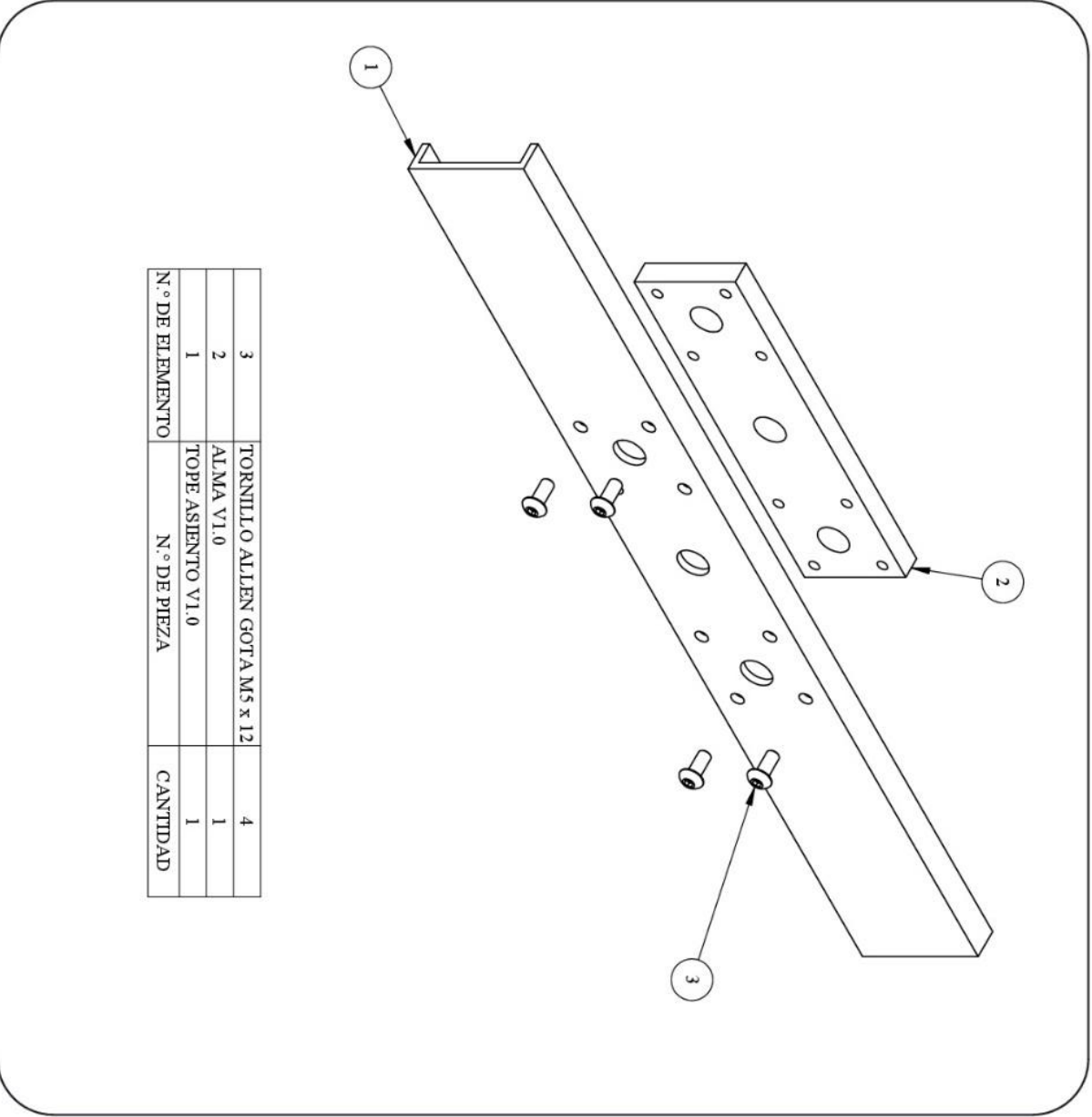
Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

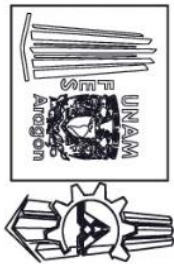
Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



ANSI A



3	TORNILLO ALLEN GOTA M5 x 12	4
2	ALMA V1.0	1
1	TOPE ASIENTO V1.0	1
N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA
		CANTIDAD



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

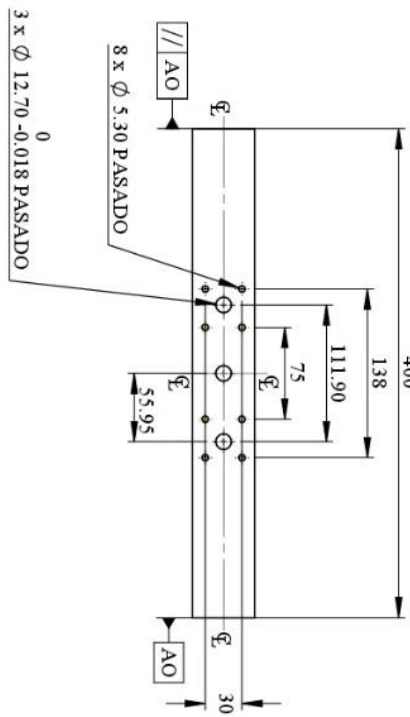
Plano No. :Hojaz9

Dibujó: JVL      Cotas: mm  
 Revisó: HMA      Escala:  
 Aprobó: HMA      Fecha  
 Rev:03/07/2017



TOPE ASIENTO

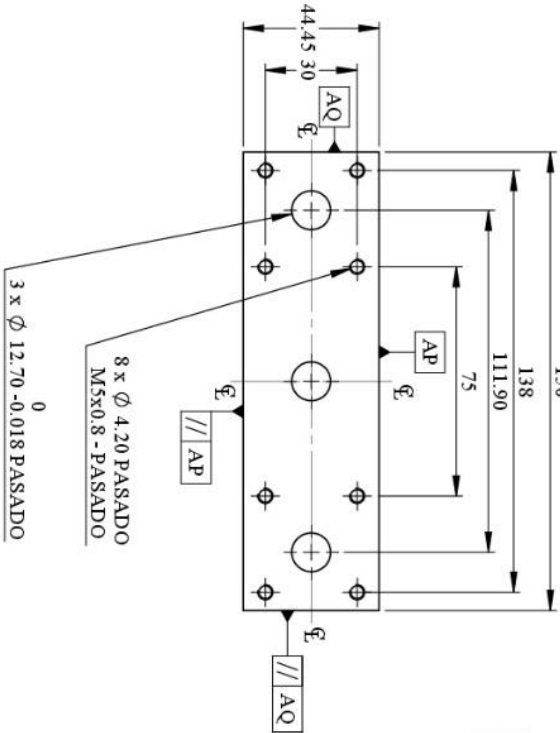
1 PZA



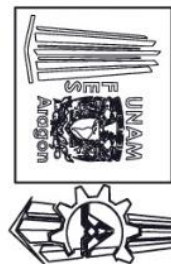
MATERIAL	MEDIDAS
PERFIL CANAL "C" ALUMINIO	2"x0.5" Esp. 1/8"

ALMA

1 PZA



MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	150mm Esp. 3/8"



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas30

Dibujó: JVL

Revisó: HMA

Aprobó: HMA

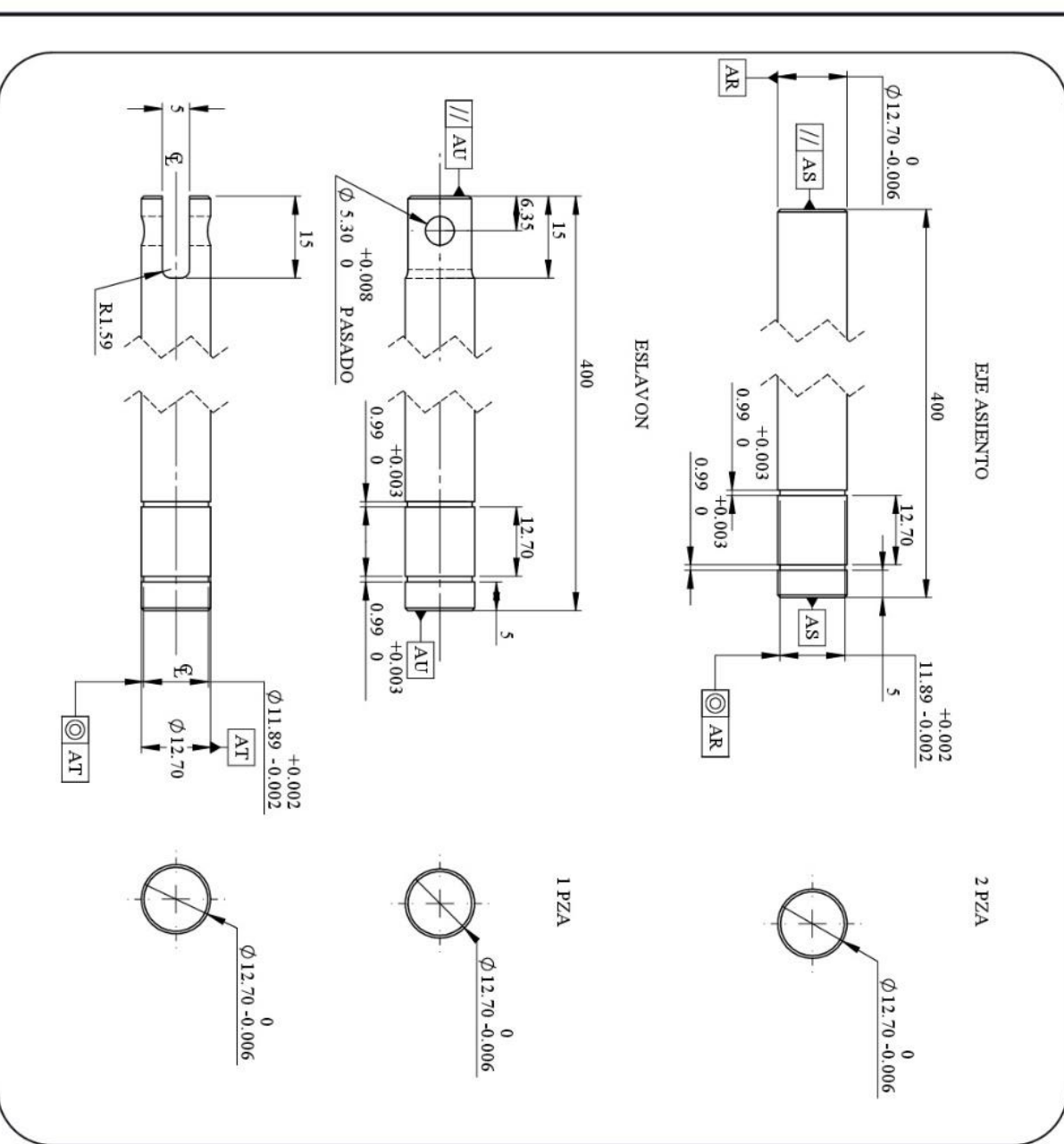
Cotas: mm


Escala:

Fecha  
Rev:03/07/2017




ANSI A





UNAM  
ESTUDIOS  
ARAGON



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas1

Cotas: mm

Escala:

Fecha Rev:03/07/2017

Dibujó: JVL

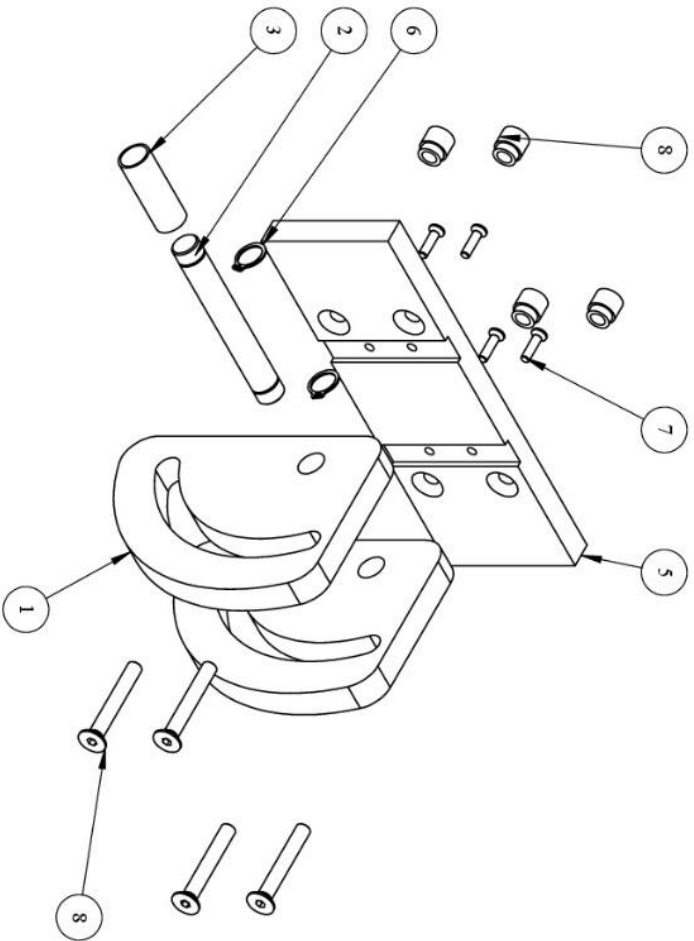
Revisó: HMA

Aprobó: HMA

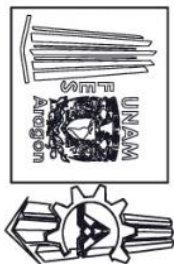
ANSI A



PANTORRILLA AGE



8	TORNILLO ALLEN PLANO M5 x 35	4
7	TORNILLO ALLEN PLANO M3 x 12	4
6	SEGURO TRU/ARC EXT. 3/8"	2
8	SEPARADOR V1.2	4
5	PLACA ARTICULACION V1.0	1
3	BUJE PANTORRILLA V1.0	1
2	PERNO PANTORRILLA V1.0	1
1	TRAYECTORIA V1.2	2
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hojas2

Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA

Fecha  
Rev:03/07/2017

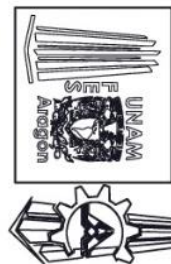
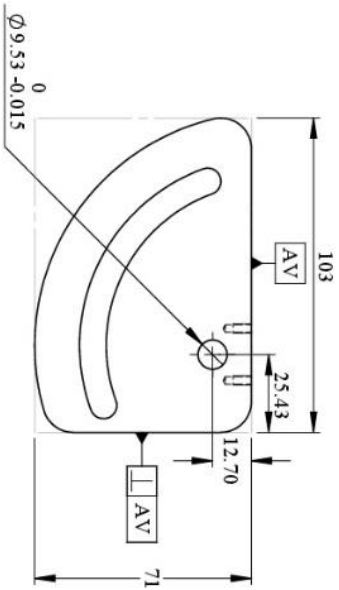
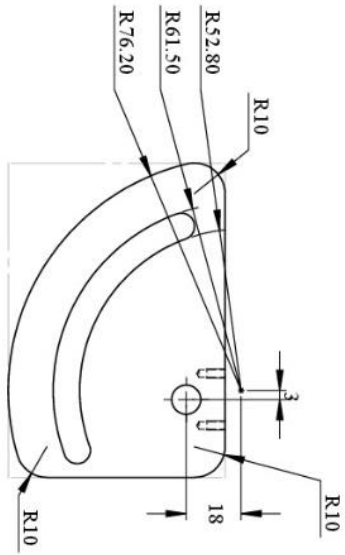
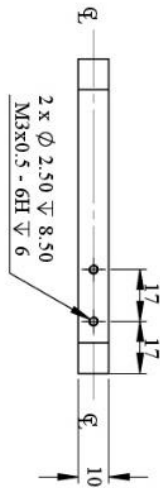


ANSI A

TRAYECTORIA

2 PZA

MATERIAL	MEDIDAS
NAYLAMID SL	105mm X 73 mm Esp. 10 mm



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hoj33

Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA

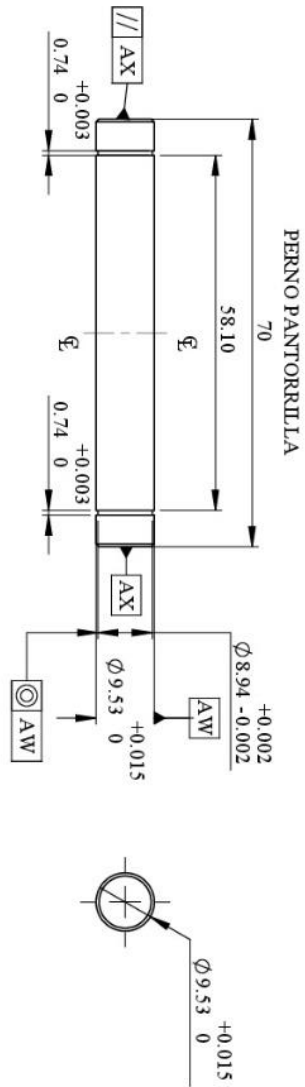
Escala:

Aprobó: HMA

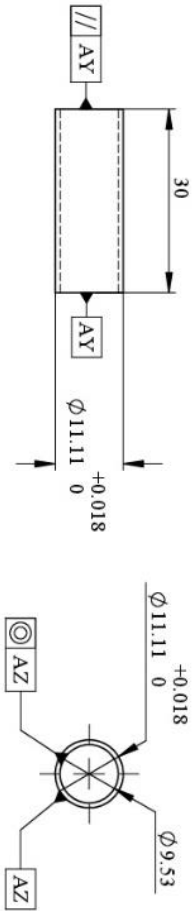
Fecha  
Rev:03/07/2017



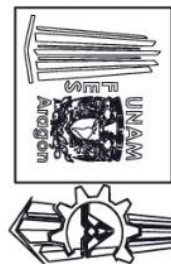
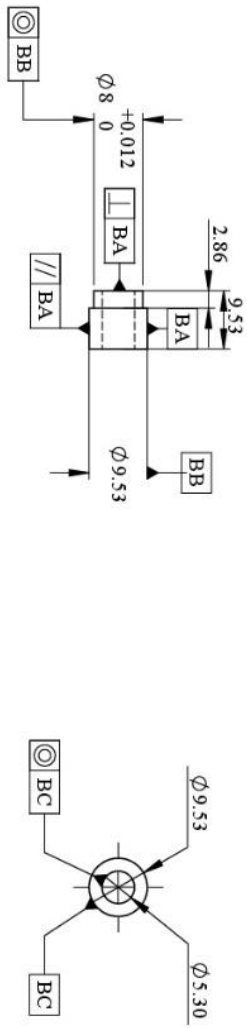
ANSI A



**BUJE PANTORRILLA**



**SEPARADOR**



Universidad Nacional  
Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores  
Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hqja34

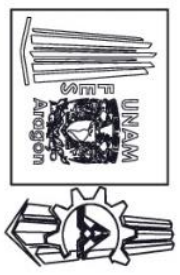
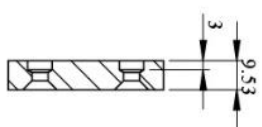
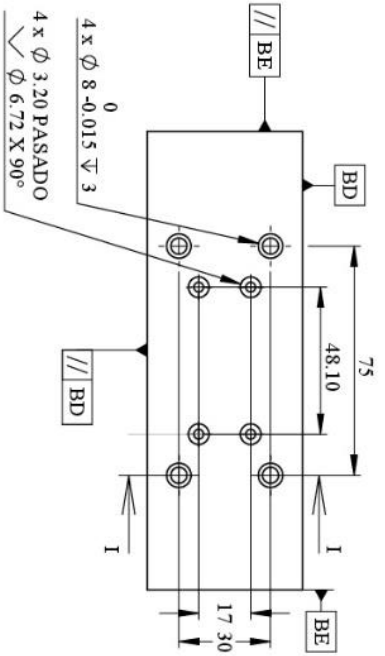
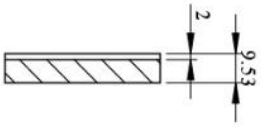
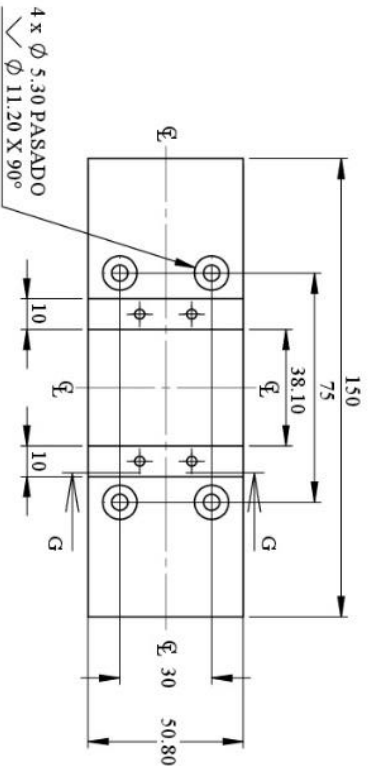
Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



**ANSI A**



Universidad Nacional  
 Autónoma de México  
 Facultad de Estudios Superiores  
 Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

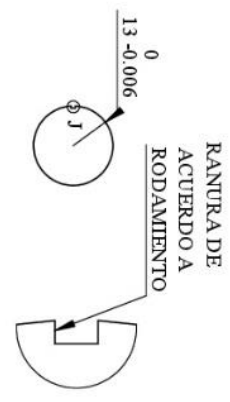
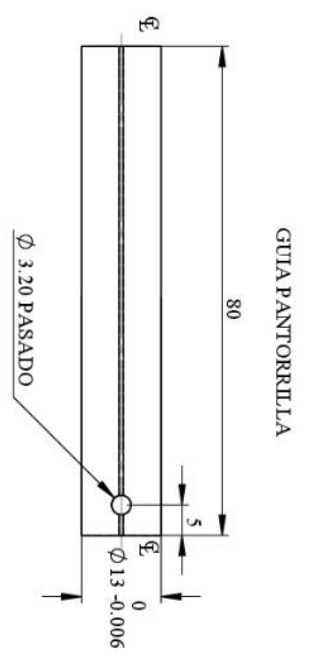
Pieza:

Plano No. :Hojas35

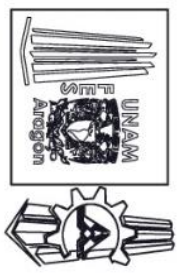
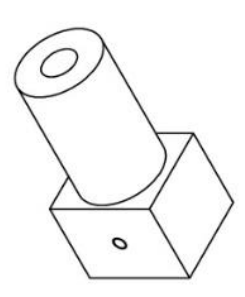
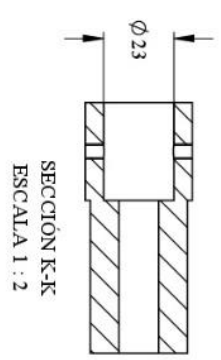
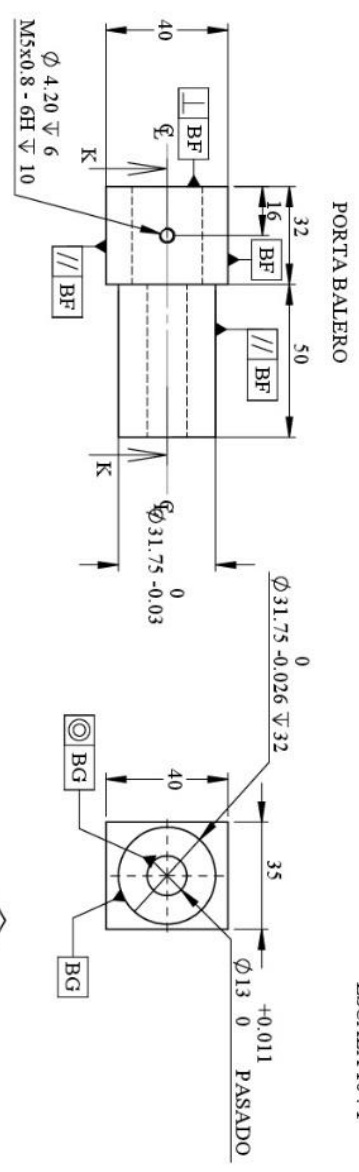
Dibujó: JVL  
 Revisó: HMA  
 Apróbo: HMA  
 Cotas: mm  
 Escala:  
 Fecha  
 Rev:03/07/2017

ANSI A





DETALLE J  
ESCALA 10 : 1



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hoj36

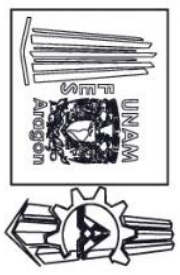
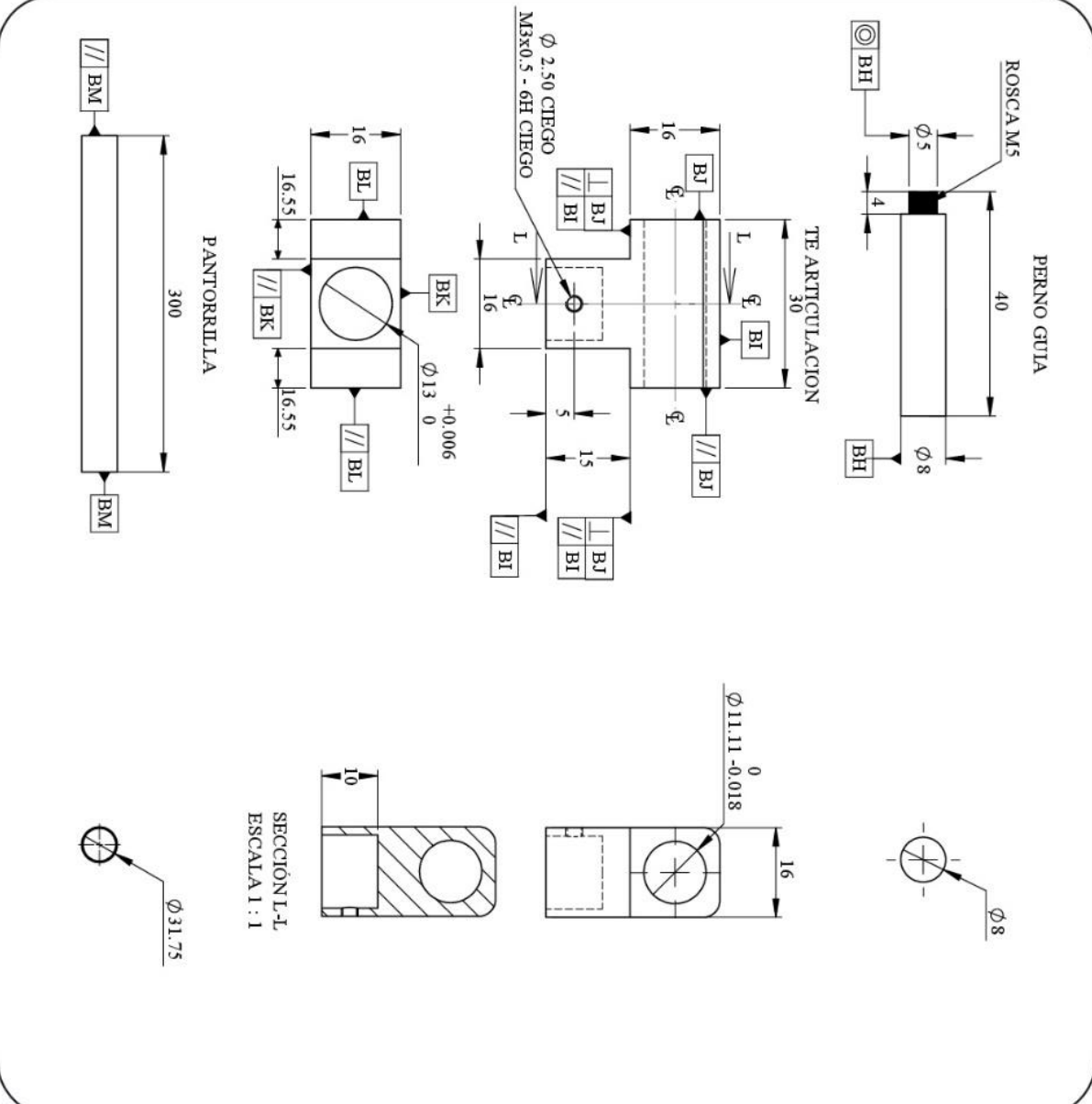
Dibujó: JVL Cotas: mm

Revisó: HMA Escala:

Aprobó: HMA Fecha Rev:03/07/2017



ANSI A



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

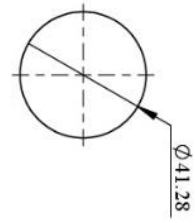
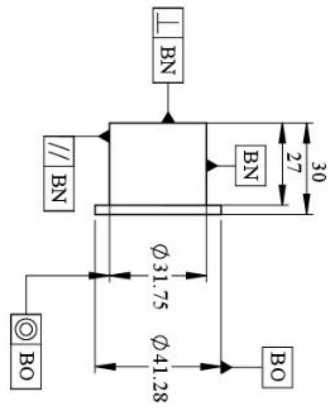
Plano No. :Hojas37

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev:03/07/2017

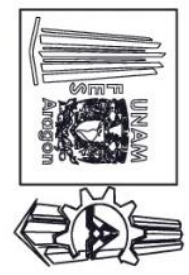
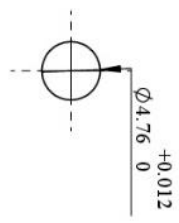
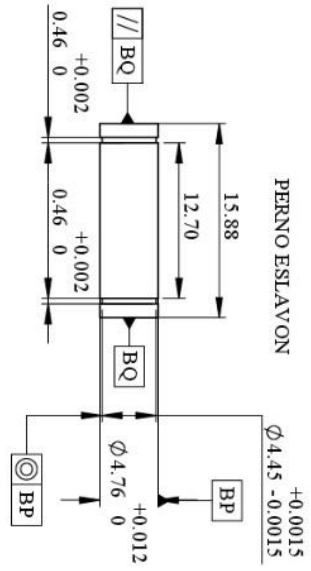
ANSI A



TAPON PANTORRILLA



PERNO ESLAVON



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

Proyecto: ARREGLO GENERAL V1.3

Pieza:

Plano No. :Hqja38

Dibujó: JVL	Cotas: mm
Revisó: HMA	Escala:
Aprobó: HMA	Fecha Rev:03/07/2017



*ANEXO B*

*Antropometría*





### 3.1.7 Medidas antropométricas de ancianos 60 a 90 años

ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

DR. ROSALÍO ÁVILA CHAURAND  
DRA. LILIA R. PRADO LEÓN  
M.D.I. ENRIQUE HERRERA LUGO  
L.D.I. FERNANDO GARCÍA GUZMÁN  
L.D.I. MARCELA GONZÁLEZ SALAZAR  
LIC. EN PSIC. ROSA A. ROSALES CINCO

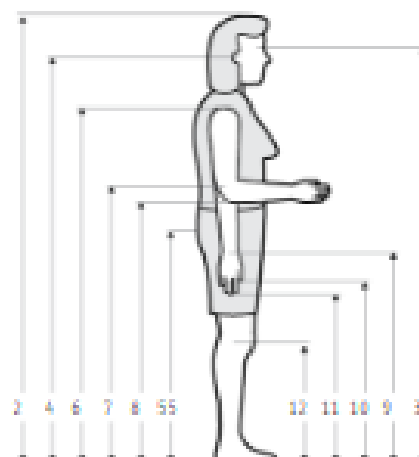
MUESTRA TOTAL 169  
FEMENINO 129  
MASCULINO 40

2

---

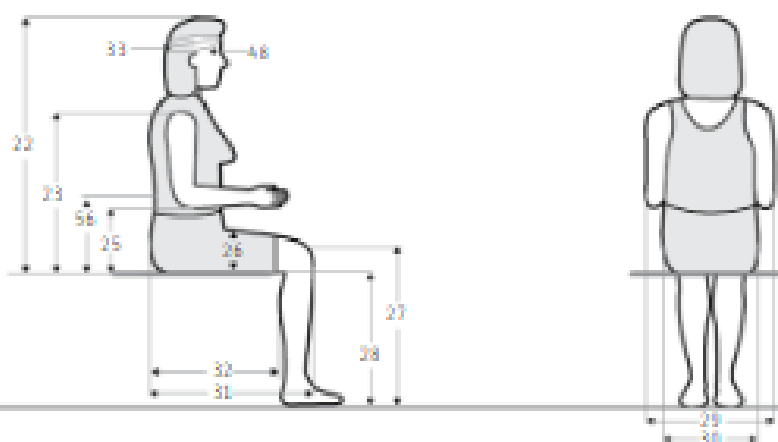
<sup>2</sup> Rosalío Ávila Chaurand, Lilliana Roselia Prado León, Elvia Luz González Muñoz, Dimensiones Antropométricas de población latinoamericana, 2007

En posición de pie  
Ancianos  
Sexo femenino  
60 a 90 años



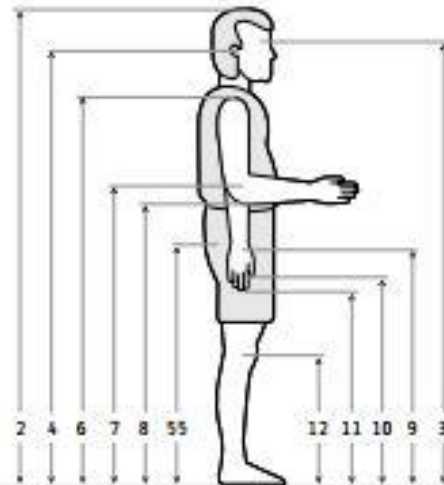
Dimensiones		60 - 90 años (n=129)				
		M	D.E.	Percentiles		
				5	50	95
1	Peso (Kg)	65.35	12.0	44.1	63.70	86.60
2	Estatura	1506	66	1398	1500	1615
3	Altura ojos	1390	63	1388	1388	1498
4	Altura oído	1383	63	1275	1370	1488
6	Altura hombro	1235	59	1138	1230	1333
7	Altura codo	957	47	870	957	1035
8	Altura codo flexionado	928	48	849	926	1007
9	Altura muñeca	744	41	677	741	812
10	Altura nudillo	667	43	596	668	737
11	Altura dedo medio	578	42	501	575	638
12	Altura rodilla	413	37	368	412	458
55	Altura cadera	903	48	834	898	983

En posición sentado  
Ancianos  
Sexo femenino  
60 a 90 años



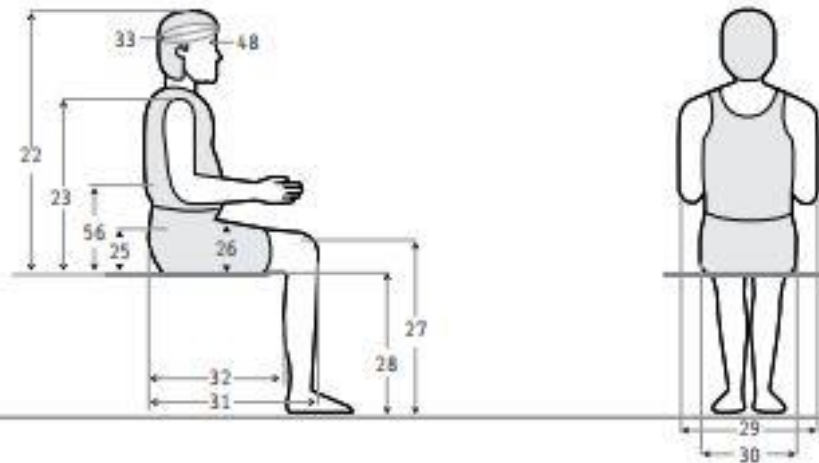
Dimensiones		60 - 90 años (n=122)				
		$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
				5	50	95
22	Altura normal sentado	782	41	714	778	849
23	Altura hombro sentado	521	34	465	519	577
25	Altura codo sentado	211	30	163	211	260
26	Altura máx. muslo	133	16	107	132	159
27	Altura rodilla sentado	472	42	402	466	541
28	Altura poplitea	368	22	325	363	396
29	Anchura codos	500	52	415	495	586
30	Anchura cadera sentado	387	42	318	380	456
31	Longitud nalga-rodilla	554	29	507	553	602
32	Longitud nalga-popliteo	463	26	428	465	506
33	Diámetro a-p cabeza	186	8	173	187	200
48	Perímetro cabeza	544	17	517	545	572
56	Altura lumbar	198	19	158	189	222

En posición de pie  
Ancianos  
Sexo masculino  
60 a 90 años



Dimensiones		60 - 90 años (n=40)				
		$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
				5	50	95
1	Peso (Kg)	70.2	13.3	46.2	68.0	95.2
2	Estatuta	1632	68.6	1519	1635	1746
3	Altura ojos	1514	65.9	1405	1508	1623
4	Altura oído	1500	63.6	1395	1500	1605
6	Altura hombro	1346	65.9	1238	1340	1455
7	Altura codo	1041	53.9	952	1031	1130
8	Altura codo flexionado	1007	50.9	923	1000	1091
9	Altura muñeca	806	40.5	739	801	872
10	Altura nudillo	721	41.7	652	716	790
11	Altura dedo medio	614	37.4	552	610	675
12	Altura rodilla	456	30.4	406	458	506
55	Altura cadera	973	54.2	884	974	1062

**En posición sentado**  
**Ancianos**  
**Sexo masculino**  
**60 a 90 años**



Dimensiones		60 - 90 años (n=40)				
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
22	Altura normal sentado	842	41.4	774	846	911
23	Altura hombro sentado	567	36.0	507	567	626
56	Altura lumbar	199	24.6	159	198	240
25	Altura codo sentado	226	30.9	175	225	277
26	Altura máx. muslo	141	15.9	115	141	167
27	Altura rodilla sentado	511	31.1	460	512	562
28	Altura poplítea	403	19.0	372	402	434
29	Anchura codos	510	44.7	436	510	584
30	Anchura cadera sentado	378	36.3	330	367	446
31	Longitud nalga-rodilla	577	31.3	525	574	628
32	Longitud nalga-poplíteo	475	27.1	430	472	520
33	Diámetro a-p cabeza	192	8.7	178	191	207
48	Perímetro cabeza	559	27.4	514	554	604

# *ANEXO C*

## *Tabla de Ajustes y Tolerancias*

Tabla 10.2 Descripción y aplicaciones de los ajustes preferentes.

SIMBOLO ISO		DESCRIPCIÓN**	APLICACIONES	
Agujero base	Eje base			
Ajustes con juego o móviles	H11/c11	C11/h11	Movimiento grande, amplio: ajuste para tolerancias comerciales amplias o para elementos exteriores.	Cojinetes en maquinaria agrícola y doméstica, equipos de minería, topes, pasadores.
	H9/d9	D9/h9	Movimiento libre: no debe emplearse cuando la precisión sea algo esencial. Es adecuado para grandes variaciones de temperatura, velocidades de giro elevadas, o presiones elevadas en la pieza macho.	Cojinetes giratorios donde la velocidad de giro es mayor o igual a 600 R.P.M., soportes de ejes en grúas, carretillas, transmisiones y maquinaria agrícola.
	H8/f7	F8/h7	Movimiento limitado: para máquinas de precisión y para posicionamiento preciso en caso de velocidades moderadas y presión en la pieza macho.	Montajes deslizantes donde la velocidad es menor de 600 r/min, construcción de máquinas herramientas de precisión, partes de automotores.
	H7/g6	G7/h6	Ajuste deslizante: cuando no se pretende que las piezas se muevan libremente, una respecto a la otra, pero pueden girar entre sí y colocarse con precisión.	Collares de retención, émbolos de frenos de aceite, acoplamiento de platos desembragables, bridas de centrar para tuberías y válvulas.
	H7/h6	H7/h6	Posicionamiento con juego: proporciona cierto apriete. Es adecuado para posicionar piezas estacionarias, pero pueden montarse y desmontarse fácilmente.	Engranajes de cambios de velocidades, ejes de contrapunto, mangos de volantes de mano, columnas guía de taladros radiales, brazo superior de fresadoras.
A. de transición	H7/k6	K7/h6	Posicionamiento de transición o ajuste intermedio: posicionamiento de precisión, es un compromiso entre el juego y la interferencia.	Engranajes en husillos, poleas fijas y volantes en ejes, discos de excéntrica, manivelas para pequeños esfuerzos.
	H7/m6	N7/h6	Posicionamiento de transición o ajuste intermedio: posicionamiento más preciso en el que se requiere y admite una interferencia mayor.	Casquillos de bronce, collares calados sobre ejes, piñones en ejes motores, inducidos en dinamos.
Ajustes con interferencia	H7/p6*	P7/h6	Posicionamiento con interferencia: para piezas que requieran rigidez y alineación muy precisas pero sin requisitos especiales de presión en el agujero.	
	H7/s6	S7/h6	Sin movimiento o fijo: para piezas de acero normales o ajustes forzados en secciones pequeñas. Es el ajuste más apretado admisible en piezas de fundición.	Casquillos de bronce en cajas, cubos de ruedas y bielas, coronas de bronce en ruedas helicoidales y engranajes, acoplamiento en extremos de ejes.
	H7/u6	U7/h6	Forzado: para piezas que van a funcionar muy cargadas, para ajustes forzados en los que las fuerzas de apriete requeridas no son factibles en la práctica.	

\* Ajuste de transición para tamaños básicos comprendidos entre 0 y 3 mm.

\*\* Tomada de Mitutoyo, Márgenes y Tolerancias. Impreso por Equipos y Controles Industriales (eci), Bogotá D.C.

3

<sup>3</sup> <http://blog.utp.edu.co>, pag12

**Tabla 10.3** Desviaciones fundamentales en milímetros (mm) para zonas de tolerancia de ejes (tomada de Jiménez<sup>[1]</sup>). Los intervalos de tamaños básicos son sobre el límite inferior e incluyendo el límite superior.

Tamaños básicos (mm)	Desviación fundamental (mm)									
	Desviación superior					Desviación inferior				
	c	d	f	g	h	k	n	p	s	u
0-3	-0.060	-0.020	-0.0006	-0.002	0	0	+0.004	+0.006	+0.014	+0.018
3-6	-0.070	-0.030	-0.010	-0.004	0	+0.001	+0.008	+0.012	+0.019	+0.023
6-10	-0.080	-0.040	-0.013	-0.005	0	+0.001	+0.010	+0.015	+0.023	+0.028
10-14	-0.095	-0.050	-0.016	-0.006	0	+0.001	+0.012	+0.018	+0.028	+0.033
14-18	-0.095	-0.050	-0.016	-0.006	0	+0.001	+0.012	+0.018	+0.028	+0.033
18-24	-0.110	-0.065	-0.020	-0.007	0	+0.002	+0.015	+0.022	+0.035	+0.041
24-30	-0.110	-0.065	-0.020	-0.007	0	+0.002	+0.015	+0.022	+0.035	+0.048
30-40	-0.120	-0.080	-0.025	-0.009	0	+0.002	+0.017	+0.026	+0.043	+0.060
40-50	-0.130	-0.080	-0.025	-0.009	0	+0.002	+0.017	+0.026	+0.043	+0.070
50-65	-0.140	-0.100	-0.030	-0.010	0	+0.002	+0.020	+0.032	+0.053	+0.087
65-80	-0.150	-0.100	-0.030	-0.010	0	+0.002	+0.020	+0.032	+0.059	+0.102
80-100	-0.170	-0.120	-0.036	-0.012	0	+0.003	+0.023	+0.037	+0.071	+0.124
100-120	-0.180	-0.120	-0.036	-0.012	0	+0.003	+0.023	+0.037	+0.079	+0.144
120-140	-0.200	-0.145	-0.043	-0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.092	+0.170
140-160	-0.210	-0.145	-0.043	-0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.100	+0.190
160-180	-0.230	-0.145	-0.043	-0.014	0	+0.003	+0.027	+0.043	+0.108	+0.210
180-200	-0.240	-0.170	-0.050	-0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.122	+0.236
200-225	-0.260	-0.170	-0.050	-0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.130	+0.258
225-250	-0.280	-0.170	-0.050	-0.015	0	+0.004	+0.031	+0.050	+0.140	+0.284
250-280	-0.300	-0.190	-0.056	-0.017	0	+0.004	+0.034	+0.056	+0.158	+0.315
280-315	-0.330	-0.190	-0.056	-0.017	0	+0.004	+0.034	+0.056	+0.170	+0.350
315-355	-0.360	-0.210	-0.062	-0.018	0	+0.004	+0.037	+0.062	+0.190	+0.390
355-400	-0.400	-0.210	-0.062	-0.018	0	+0.004	+0.037	+0.062	+0.208	+0.435
400-450	-0.440	-0.230	-0.068	-0.020	0	+0.005*	+0.040	+0.068	+0.232	+0.490
450-500	-0.480	-0.230	-0.068	-0.020	0	+0.005*	+0.040	+0.068	+0.252	+0.540

\* Sólo para calidades IT4 a IT7; para las otras calidades tomar cero

4

<sup>4</sup> <http://blog.utp.edu.co>, pag13



Tabla 10.4 Desviaciones fundamentales en milímetros (mm) para zonas de tolerancia de agujeros (tomada de Jiménez<sup>5</sup>). Los intervalos de tamaños básicos son sobre el límite inferior e incluyendo el límite superior.

Tamaños básicos (mm)	Desviación fundamental (mm)									
	Desviación inferior					Desviación superior				
	C	D	F	G	H	K*	N*	P**	S**	U**
0-3	+0.060	+0.020	+0.0006	+0.002	0	0	-0.004	-0.006	-0.014	-0.018
3-6	+0.070	+0.030	+0.010	+0.004	0	-0.001+ $\delta$	-0.008+ $\delta$	-0.012	-0.019	-0.023
6-10	+0.080	+0.040	+0.013	+0.005	0	-0.001+ $\delta$	-0.010+ $\delta$	-0.015	-0.023	-0.028
10-14	+0.095	+0.050	+0.016	+0.006	0	-0.001+ $\delta$	-0.012+ $\delta$	-0.018	-0.028	-0.033
14-18	+0.095	+0.050	+0.016	+0.006	0	-0.001+ $\delta$	-0.012+ $\delta$	-0.018	-0.028	-0.033
18-24	+0.110	+0.065	+0.020	+0.007	0	-0.002+ $\delta$	-0.015+ $\delta$	-0.022	-0.035	-0.041
24-30	+0.110	+0.065	+0.020	+0.007	0	-0.002+ $\delta$	-0.015+ $\delta$	-0.022	-0.035	-0.048
30-40	+0.120	+0.080	+0.025	+0.009	0	-0.002+ $\delta$	-0.017+ $\delta$	-0.026	-0.043	-0.060
40-50	+0.130	+0.080	+0.025	+0.009	0	-0.002+ $\delta$	-0.017+ $\delta$	-0.026	-0.043	-0.070
50-65	+0.140	+0.100	+0.030	+0.010	0	-0.002+ $\delta$	-0.020+ $\delta$	-0.032	-0.053	-0.087
65-80	+0.150	+0.100	+0.030	+0.010	0	-0.002+ $\delta$	-0.020+ $\delta$	-0.032	-0.059	-0.102
80-100	+0.170	+0.120	+0.036	+0.012	0	-0.003+ $\delta$	-0.023+ $\delta$	-0.037	-0.071	-0.124
100-120	+0.180	+0.120	+0.036	+0.012	0	-0.003+ $\delta$	-0.023+ $\delta$	-0.037	-0.079	-0.144
120-140	+0.200	+0.145	+0.043	+0.014	0	-0.003+ $\delta$	-0.027+ $\delta$	-0.043	-0.092	-0.170
140-160	+0.210	+0.145	+0.043	+0.014	0	-0.003+ $\delta$	-0.027+ $\delta$	-0.043	-0.100	-0.190
160-180	+0.230	+0.145	+0.043	+0.014	0	-0.003+ $\delta$	-0.027+ $\delta$	-0.043	-0.108	-0.210
180-200	+0.240	+0.170	+0.050	+0.015	0	-0.004+ $\delta$	-0.031+ $\delta$	-0.050	-0.122	-0.236
200-225	+0.260	+0.170	+0.050	+0.015	0	-0.004+ $\delta$	-0.031+ $\delta$	-0.050	-0.130	-0.258
225-250	+0.280	+0.170	+0.050	+0.015	0	-0.004+ $\delta$	-0.031+ $\delta$	-0.050	-0.140	-0.284
250-280	+0.300	+0.190	+0.056	+0.017	0	-0.004+ $\delta$	-0.034+ $\delta$	-0.056	-0.158	-0.315
280-315	+0.330	+0.190	+0.056	+0.017	0	-0.004+ $\delta$	-0.034+ $\delta$	-0.056	-0.170	-0.350
315-355	+0.360	+0.210	+0.062	+0.018	0	-0.004+ $\delta$	-0.037+ $\delta$	-0.062	-0.190	-0.390
355-400	+0.400	+0.210	+0.062	+0.018	0	-0.004+ $\delta$	-0.037+ $\delta$	-0.062	-0.208	-0.435
400-450	+0.440	+0.230	+0.068	+0.020	0	-0.005+ $\delta$	-0.040+ $\delta$	-0.068	-0.232	-0.490
450-500	+0.480	+0.230	+0.068	+0.020	0	-0.005+ $\delta$	-0.040+ $\delta$	-0.068	-0.252	-0.540

\* Sólo para calidades IT01 a IT8, excepto el valor para 0-3 mm que es válido para cualquier calidad. Para la posición N tomar cero para calidades IT9 a IT16, excepto para 0-3 mm que debe tomarse - 0.004

\*\* Sólo para calidades IT8 a IT16

Nota:  $\delta = IT_n - IT_{n-1}$  (diferencia entre la tolerancia de la calidad considerada y de la calidad inmediata más fina)

5

<sup>5</sup> <http://blog.utp.edu.co>, pag14

<i>Tipo de tolerancia</i>	<i>Características</i>	<i>Símbolo</i>
Forma	Rectitud	—
	Planicidad	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Forma de una línea	
	Forma de una superficie	
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Inclinación	
Situación	Posición	⊕
	Concentricidad y coaxialidad	
	Simetría	≡
Oscilación	Circular	
	Total	

6

### III FUENTES DE CONSULTA



### III FUENTES DE CONSULTA

#### **Bibliografía:**

- Rosalío Ávila Chaurand, Lilia Roselia Prado León, Elvia Luz González Muñoz. Dimensiones antropométricas de población latinoamericana.
- Robert L. Norton, Diseño de Maquinaria
- N. Larburu Arrizabalaga, Máquinas Prontuario Técnicas Maquinas Herramientas
- Arthur G. Erdman, Diseño de Mecanismos Análisis y Síntesis.

#### **Cibergrafía:**

- “Universidad Marista de Mérida”, [www.marista.edu.mx](http://www.marista.edu.mx) (El envejecimiento de la población mundial), 05 de mayo del 2017.
- “Universidad Marista de Mérida”, [www.marista.edu.mx](http://www.marista.edu.mx) (El envejecimiento de la población en México), 05 de mayo del 2017.
- “OCW UNICA”, [ocw.unican.es](http://ocw.unican.es) (Tipos de Tolerancias Geométricas), 27 de Junio del 2017.
- “Universidad Tecnológica de Pereira”, [blog.utp.edu.co](http://blog.utp.edu.co), (Ajustes y Tolerancias), 27 de Junio del 2017.
- “El Universal”, <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/salud/2016/04/6/mexico-el-pais-con-mayor-numero-de-muertes-por-diabetes-de>. (México, el país con mayor número de muertes por diabetes de Latinoamérica.), 06 de Abril del 2016