



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS

Cristina Rebollo Mugueta
Pedro María Villanueva Roldán
Pamplona, 30 de junio de 2011

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2. OJETO	2
2. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	3
3. ESTUDIO DE MERCADO	5
3.1. DEFINICIÓN DEL MERCADO.....	5
3.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE SEGMENTACIÓN.....	6
3.3. DATOS ESTADÍSTICOS.....	7
4. VALORACIÓN ESTRATÉGICA.....	12
5. ANÁLISIS DAFO	13
6. MARKETING MIX.....	16
7. PLIEGO DE CONDICIONES DE MARKETING.....	18
7.1. NECESIDAD PRINCIPAL	18
7.2. NECESIDADES SECUNDARIAS	18
7.3 PRODUCTOS DE LA COMPETENCIA	18
7.4. PRODUCTOS MARCA BISCHOFF&BISCHOFF MEDIZIN	24
7.5. POSIBLES COMPETIDORES	26
7.6. MOTIVACIONES DEL CONSUMIDOR.....	28
7.7. CRITERIOS DE DISTRIBUCIÓN	29
7.8. DURACIÓN DE LA VIDA COMERCIAL	29
7.9. TECNOLOGIA PROPIA Y AJENA	30
8. FICHA DE PROGRAMA	31
8.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	31
8.2. DEFINICIÓN DE LA EMPRESA.....	31
8.3 PRODUCTOS DE LA COMPETENCIA	31
8.4. TECNOLOGIA PROPIA Y AJENA.POLITICA DE SUBCONTRATA.....	31
8.5. DISTRIBUCIÓN	32
8.6. CICLO DE VIDA ESTIMADO	32
8.7. COSTE ESTIMADO	32

8.8. DECÁLOGO DE CALIDAD	32
8.9. LISTA DE INVARIANTES.....	33
9. PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONAL	34
9.1. MÉTODO RED	34
9.2. AGRUPACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES EN MÓDULOS.....	39
10. PRIORIZACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	42
11. QFD I	45
11.1. CONCLUSIONES	47
12. QFD II.....	51
12.1. CONCLUSIONES	52
13. DISEÑO CONCEPTUAL	53
14. SELECCIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL	56
14.1. MÉTODO AHP	56
14.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP	61
15. DISEÑO PRELIMINAR.....	81
15.1. RESTRICCIONES GENERALES.....	81
15.2. CÁLCULOS.....	83
15.3. RESULTADO	97
16. AMFE.....	101
17. DISEÑO EN DETALLE	107
18. VALORACIÓN ECONÓMICA	108
18.1. COSTES	108
18.2. ESTIMACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS.....	110
19. COCLUSIONES	115
19.1.. POSIBLES FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	116
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXOS.....	120

1. INTRODUCCIÓN

La actividad a la cual está orientado éste proyecto está relacionada con el mundo de los ancianos o personas mayores, más concretamente se pretende proporcionar una ayuda en la marcha para dichas personas que presenten dificultades en su movilidad. De una forma más específica, la actividad comercial se centrará en el diseño de un andador para adultos que pueda ser utilizado tanto en interiores como exteriores.

La necesidad de este producto viene determinada por el incremento de la población de la tercera edad en países desarrollados debido al aumento de la esperanza de vida por los avances en la medicina a los que estos países tienen acceso. Es por ello, que los gobiernos de estos países ofrecen, cada vez más, ayudas económicas para adquirir dicho producto.

En la Fig.1, se ilustra dicho incremento de la población de la tercera edad en territorio europeo. Será precisamente esta población a la que irá dirigido el producto a diseñar en el siguiente proyecto.

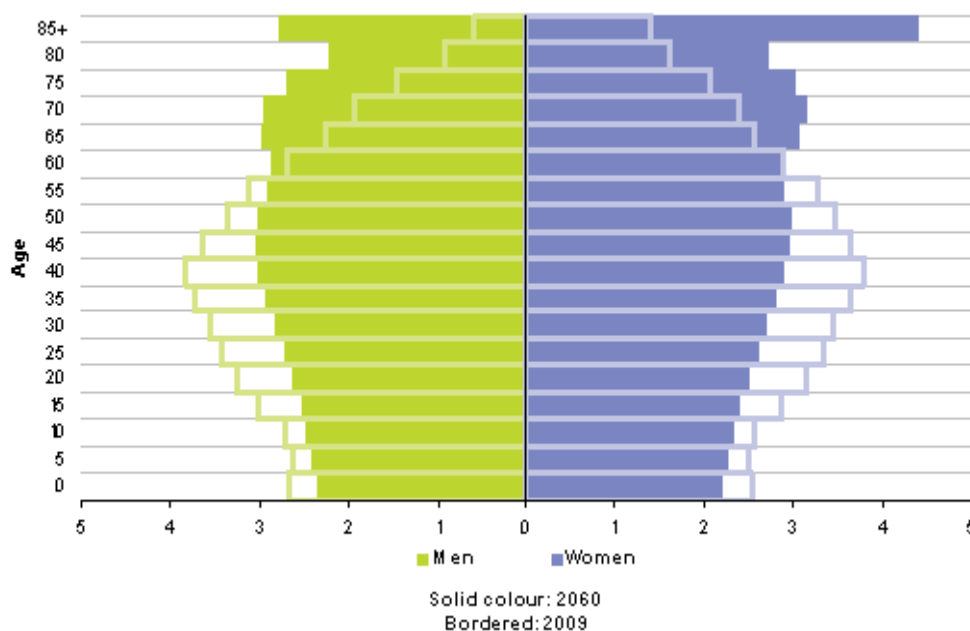


Figura 1: Pirámide poblacional europea de los años 2009 y 2060

Una persona no es independiente cuando se ven afectadas sus condiciones físicas o mentales, necesita de la ayuda y colaboración de las personas que le rodean y cierta atención. Esto también queda reflejado a la hora de moverse y desplazarse por sí mismo, si presenta algún tipo de enfermedad o simplemente su capacidad física se ve afectada debido a la edad. Además, puede ser que la persona pueda andar con más o menos dificultad pero que no pueda aguantar excesivo tiempo en pie.

Cuando la persona mayor empieza a sufrir discapacidad y a necesitar más atención, las que suelen asumir el peso de su cuidado, en los países de cultura mediterránea incluida Iberoamérica, son principalmente las mujeres, que eran en su mayoría amas de casa.

Actualmente, con la incorporación de la mujer al mundo laboral, esta situación está cambiando. Cada vez es más frecuente que los miembros de la familia no dispongan de tiempo, medios o intención de asumir los cuidados de sus mayores. Además, las familias cada vez se componen de menos miembros.

En las culturas de Europa no es igual la actitud ante los padres ni la relación con ellos. Existen generalmente menos lazos familiares y una mayor autonomía de decisión del mayor. A cambio de esta autonomía, se reduce enormemente el lazo de unión familiar y la participación de la familia en los cuidados.

La capacidad de movilización es un indicador del nivel de salud del anciano y de su calidad de vida, ya que determina su grado de independencia.

El producto a diseñar será comercializado y desarrollado por la empresa alemana Bischoff&Bischoff Medizin. Dicha empresa tiene experiencia en la venta y desarrollo de productos tecnológicos médicos y de rehabilitación, y su mercado se extiende por toda Europa.

1.1. ANTECEDENTES EN LA EMPRESA

Se realiza este proyecto por parte de la empresa Bischoff&Bischoff Medizin para desarrollar y comercializar un andador para adultos con uso en interiores y exteriores. Dicha empresa fue fundada en 1997 por Thomas y George Bischoff y establecida en Karlsbad (Alemania). Bischoff&Bischoff Medizin hizo su aparición en el mercado mediante los andadores, y a pesar de ser un mercado marcado por una guerra de precios, la empresa tuvo éxito desde sus inicios.

Actualmente, la empresa comercializa cuatro andadores que se caracterizan en el mercado por su calidad y prestaciones. Sin embargo, dicha empresa aun no ha desarrollado ni comercializado ningún andador para adultos que se caracterice por su manejabilidad, funcionalidad, sencillez, bajo precio y con una estética alejada del ámbito hospitalario. Por tanto, la idea principal es que Bischoff&Bischoff Medizin pueda comercializar un nuevo modelo de producto a modo de un nuevo producto básico.

1.2. OBJETO

La redacción del presente proyecto tiene por objeto el estudio y diseño de un andador para adultos según las especificaciones establecidas por el cliente, con el fin de proporcionar una ayuda en la marcha a personas que presenten dificultades en su movilidad. Más concretamente, la actividad comercial se centrará en el diseño de un andador para adultos que pueda ser utilizado tanto en interiores como exteriores.

En este proyecto se desarrollaran los diferentes puntos de trabajo para el diseño del andador para adultos.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

Desde el punto de vista del Marketing podemos entender la necesidad como un estado de carencia detectada que provoca la creación de un producto que la satisface.

En la sociedad actual se ha detectado una posible necesidad de un nuevo concepto de andador para ancianos. Además, la sociedad de consumo sufre una insatisfacción en este ámbito ya que actualmente no existe gran variedad de modelos de andadores a un precio asequible y con una estética renovada y alejada del ámbito hospitalario.

Ante este producto de mercado se ha detectado una necesidad latente, posteriormente analizada a través de un estudio de mercado. Los andadores ofertados por algunas empresas presentan una estética poco cuidada, son poco manejables y de precio elevado. Aunque ya se ofertan algunos modelos con dichas características mejoradas, el precio de estos sigue siendo elevado para la gran parte de los usuarios.

Según la norma ISO 11199:2005 se define andador como:

Ayuda para andar con empuñaduras integradas y tres o más patas, de las cuales dos o más tienen ruedas, que proporcionan soporte mientras se anda.

Éstos, aumentan considerablemente la base de sustentación y, por tanto, la estabilidad y el equilibrio del usuario. También es importante indicar que proporcionan una gran seguridad psicológica al usuario, ya que éste pierde el miedo a caerse.

De forma básica un andador consta de las siguientes partes:

❖ **Bastidor o chasis:** Se trata de la estructura que soporta todas las fuerzas, da rigidez al sistema. En él están incluidos el manillar, los frenos y las ruedas.

➤ **El manillar** es el elemento básico de guiado a través del cual el usuario dirigirá el andador. Básicamente en el mercado existen dos tipos de manillares: el de barra y el de empuñadura; siendo en este punto de vital importancia la ergonomía, que influirá considerablemente en el nivel de fatiga que se adquiera.

➤ **Los frenos** constituyen también uno de los elementos en los que el diseñador debe fijar toda su atención, ya que constituirán el elemento de mayor influencia en la seguridad final del producto, además de estar sujetos a una estricta normativa.

❖ **Ruedas:** Son uno de los elementos principales de la amortiguación y serán de vital importancia para la comodidad del usuario, en función de su número, características, dimensiones, materiales...En cuanto al número, existen en el mercado andadores sin ruedas, con dos, tres o incluso cuatro.

El caso de dos ruedas permite no tener que levantar del suelo el andador, por lo que es adecuado para personas con falta de equilibrio y con fuerza limitada en las extremidades

superiores aunque resulta difícil desplazarlo por suelos enmoquetados y las conteras de goma o caucho se desgastan con el tiempo. El andador de tres ruedas da una mayor maniobrabilidad, mientras que un sistema de cuatro ruedas proporciona un extra de estabilidad y la opción de un asiento para descansar.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1. DEFINICIÓN DEL MERCADO

El punto de partida a la hora de iniciar el diseño de un nuevo producto es el estudio de las necesidades concretas que existen sobre el mismo. Llegar a dominar y comprender las necesidades del usuario o usuarios requiere la investigación de muchos campos relacionados con el área en la que se encuentra enmarcado el futuro producto, independientemente de cuál sea éste. Cuanto más a fondo conozca el ingeniero el campo del producto que diseña, más profesional será, y adquirirá mayor ventaja sobre sus competidores.

En este caso el usuario será el anciano pero el potencial comprador puede ser tanto él como sus familiares más cercanos. Por tanto, se procederá al estudio de ambos segmentos de la sociedad.

El mercado de potenciales compradores de nuestro producto es el de los compradores de artículos de ortopedia o ayudas técnicas y en concreto de andadores para adultos.

Debido a razones logísticas y de conocimiento del mercado, el campo de actuación elegido serán los países europeos. A pesar de que hay otros países desarrollados que tienen una tasa de envejecimiento de la población elevada, el lanzamiento en países como Canadá, EE.UU. y Australia presenta dificultades logísticas. Es por ello, que la empresa Bischoff&Bischoff Medizin solo comercializa sus productos en territorio europeo.

Bischoff&Bischoff hizo su aparición en el mercado mediante los andadores. A pesar de ser un mercado marcado por una guerra de precios, la empresa tuvo éxito desde sus inicios. Con una oferta muy atractiva a nivel de calidad-precio se vendieron 18.000 andadores sólo en 1998.

Como la empresa siempre prestó atención a la calidad, sólo los proveedores que cumplen con las normas de calidad alemanas son aceptados por Bischoff&Bischoff. Gracias a su propio departamento de investigación y desarrollo y sus actividades de diseño, los estándares de producción en B&B son muy elevados.

Además de las sillas de ruedas estándar, las sillas de ruedas ligeras, los elevadores WC y otras ayudas para el baño, la gama de B&B incluye hoy por hoy también camas y colchones. Se realizan entregas desde la República Checa donde B&B produce desde el año 2000 según normas alemanas de calidad, así como desde el Extremo Oriente. Desde hace años, el desarrollo de los productos se ha basado en el estilo y el diseño.

En el transcurso de los últimos años el potencial en exportación de Bischoff&Bischoff ha aumentado tremendamente. Hoy, Bischoff&Bischoff dispone de numerosas sucursales comerciales y de producción en toda Europa con el fin de estar cerca de los clientes y de ser capaz de ofrecer un servicio fiable y un suministro de calidad.

B&B está presente internacionalmente mediante sus filiales extranjeras. De las exigencias específicas del producto de los diferentes países surgen nuevos aspectos que influyen en el desarrollo de los mismos y que aportan ventajas competitivas decisivas.

3.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE SEGMENTACIÓN

A la hora de estudiar el mercado será necesario definir las variables que utilizaremos para su segmentación. Éstas han sido agrupadas en cuatro grandes grupos:

❖ **Variables generales objetivas:** Estos criterios clasifican a la población independientemente de sus hábitos de compra o consumo. Comprenden las variables:

- **Socioeconómicas:** Demográficas: el producto estará destinado principalmente a personas mayores de 64 años de ambos sexos con problemas de movilidad y cuyo peso no supere los 100 Kg.
- **Geográficas:** se comercializará únicamente en el continente europeo.
- **Socioeconómicas:** por lo general, el producto será adquirido por personas con un poder adquisitivo normal-bajo(pensionistas)

❖ **Variables generales subjetivas**

- **Tipo de personalidad:** La población adulta o más bien anciana generalmente tiene una personalidad conservadora.
- **Estilo de vida:** Debido a la falta de independencia y a la falta de movilidad los ancianos comienzan a llevar una vida sedentaria.

❖ **Variables objetivas específicas**

- **Categoría de usuario:** el mercado podrá ser segmentado distinguiendo entre nuevos usuarios (personas que compran un andador de esa marca por primera vez), ex usuarios (antiguos usuarios de andadores) este caso puede que no se dé frecuentemente ya que por norma general las personas usaran únicamente un andador en su vida, potenciales usuarios (personas que están viendo mermadas sus capacidades motoras), etc.
- **Grado de fidelidad o lealtad a la marca:** a pesar de existir una serie de marcas reconocidas en el segmento de los andadores de adultos (Topro, Invacare, Forta S.L.), el mercado de los andadores no destaca por ser especialmente marquista. Sin embargo, en los últimos años, las empresas están comenzando a preocuparse por crear una imagen de marca.
- **Lugar de compra:** según el lugar de compra habitual donde los consumidores realizan las compras del producto. Se diferencia el mercado en dos grupos principales: la compra en tiendas especializadas y la compra por internet. El primer grupo busca inmediatez en la compra y un trato personalizado y el tercero una compra de información y búsqueda exhaustiva de la mejor relación calidad-precio.

❖ **Criterios subjetivos específicos**

Ventajas o beneficios buscados en los productos: ésta información permite identificar a que segmento se dirige y con qué nuevos atributos se puede dotar al producto. Mientras ciertos sectores buscan atributos como la comodidad o durabilidad, otros se centran más en la estética o el aspecto económico.

3.3. DATOS ESTADÍSTICOS

El conocimiento del mercado es tan importante como el del propio producto. Saber qué tipo de producto se está demandando es la base de partida del proceso de diseño. Es preciso conocer lo más detalladamente el posible perfil de usuario al que va dirigido el producto.

❖ Esperanza de vida mundial:

Como se aprecia en la Fig.2, las regiones que presentan mayor esperanza de vida son Canadá, EEUU, Europa, Japón y Oceanía. Es decir, las regiones industrializadas o más desarrolladas. Por ello, estas áreas podrían ser el mercado elegido, ya que son las que más se ajustan a las características del producto. En concreto nos centraremos en el grupo de países europeos, que dispone de claras ventajas debido a su proximidad y nuestro conocimiento de la sociedad.

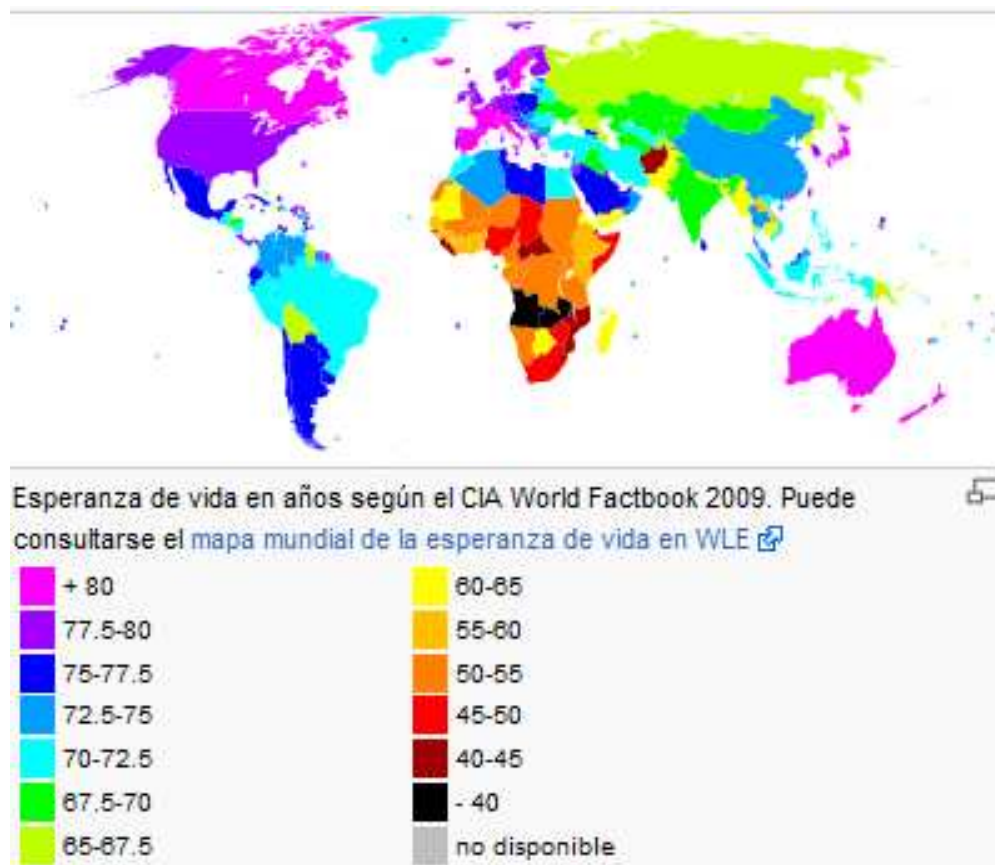


Figura 2: Esperanza de vida mundial medida en años

❖ Esperanza de vida y años saludables de vida a nivel europeo:

Observando la Fig.3, se concluye que no hay grandes diferencias entre los países europeos en cuanto a la esperanza de vida. Sin embargo, cabe destacar que la variación de la esperanza de vida, según los países, es mayor para los hombres que para las mujeres.

Es importante resaltar que la esperanza de vida para todos los casos es mayor para las mujeres siendo la media europea de éstas de 80,8 años y la de los hombres de 74,3 años.

En general, Estonia, Republica Checa, Eslovaquia, Hungría, Lituania, Letonia, Bulgaria, Rumania y Turquía presentan unos índices de esperanza de vida inferiores al resto. Por el contrario, Islandia, Suecia y un grupo de países de la zona suroccidental que incluye Francia, Suiza, España e Italia son los que gozan de una mayor esperanza de vida.

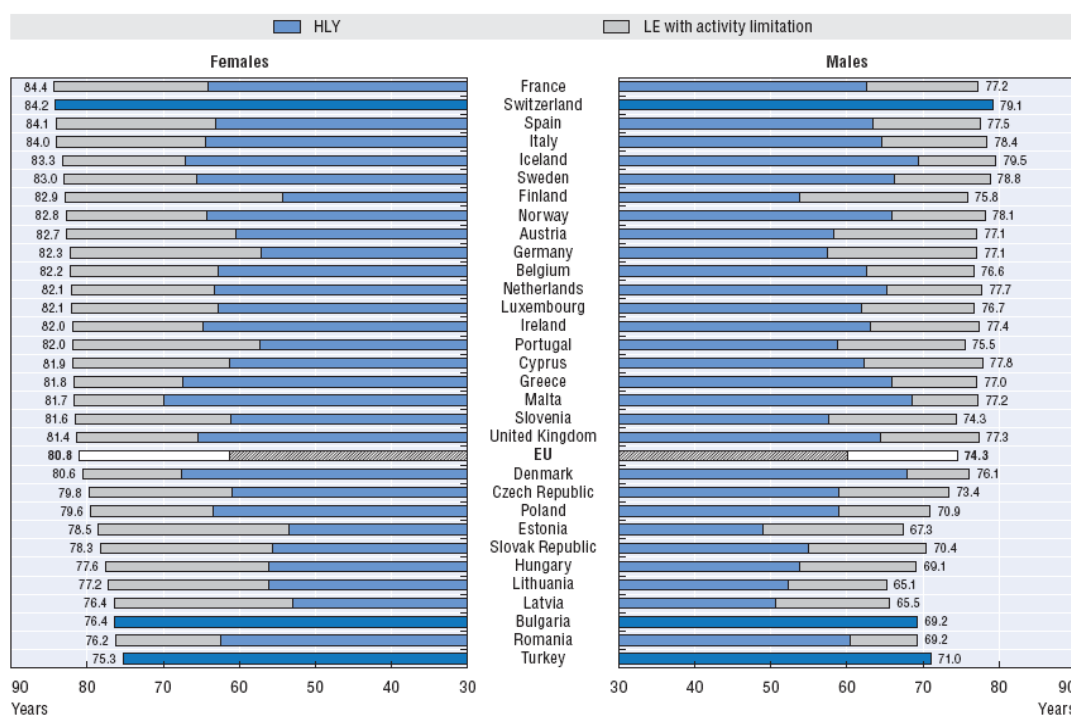


Figura 3: Esperanza de vida y años saludables de vida de países europeos

Además, el mismo gráfico nos representa los años saludables de los que van a gozar los habitantes de dichos países a lo largo de su vida (frangas azules). En carácter general, la población europea se verá beneficiada por buena salud más allá de la mitad de su vida. Aunque, en países como Suiza, Bulgaria y Turquía se dispone de buena salud hasta la última etapa vital. Cabe destacar que este factor se da con mayor facilidad en Bulgaria y Turquía debido a que, por norma general, no se alcanzan edades superiores a los 77 años.

❖ Esperanza de vida a nivel nacional:

En el caso de España la realidad demográfica de los casi 47 millones de habitantes se redibuja, con un apreciable aumento de la esperanza de vida, ésta se incrementará casi dos años en los varones y 1,5 años en las mujeres de aquí al 2018.

Las tasas más elevadas de esperanza de vida, representadas en la Fig.4, se registraron en las comunidades autónomas de Madrid (82,96), Navarra (82,89), Castilla León (82,53) y La Rioja (82,48), probablemente debido a la mejor calidad de vida. Las más bajas se dan en Ceuta (78,56), Andalucía (80,29) y Asturias (80,83).

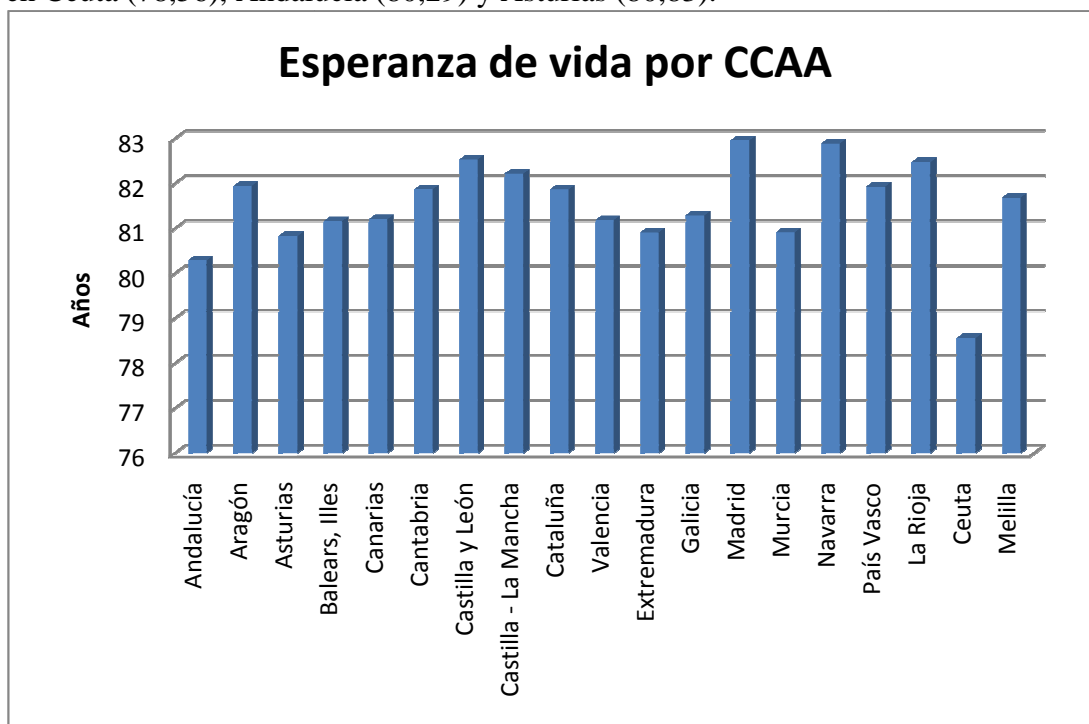


Figura 4: Esperanza de vida española según las Comunidades Autónomas

❖ Envejecimiento de la población española:

La Proyección de Población de España elaborada por el INE constituye una simulación estadística del tamaño y estructura demográfica de la población que residiría en España en los próximos años, en caso de mantenerse las tendencias y comportamientos demográficos actuales.

La simulación realizada muestra también el progresivo envejecimiento al que se enfrenta nuestra estructura demográfica, que se observa de forma evidente en la evolución de la pirámide poblacional de España representada en la Fig.5.

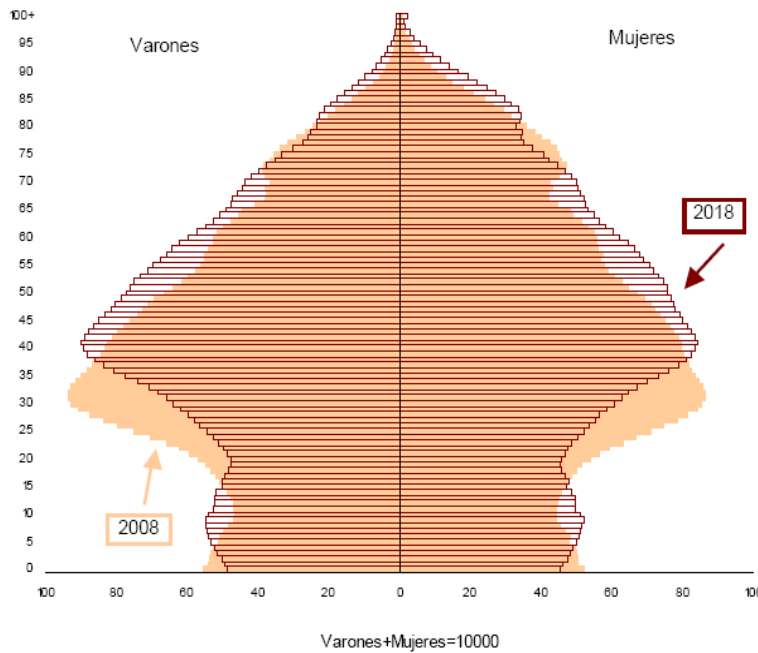


Figura 5: Pirámide poblacional española. Años 2008 y 2018.

De hecho, los mayores crecimientos absolutos y relativos en los próximos años se concentrarían en las edades avanzadas. Se estima que el grupo de edad de mayores de 64 años crecerá un 19,2% en la próxima década. Ello supondrá añadir 1,44 millones de personas de estas edades a los residentes en España.

Con ello, por cada 10 personas en edad de trabajar, en 2049 residirían en España casi nueve personas potencialmente inactivas (menor de 16 años o mayor de 64). Es decir, la tasa de dependencia se elevaría hasta el 89,6%, desde el 47,8% actual.

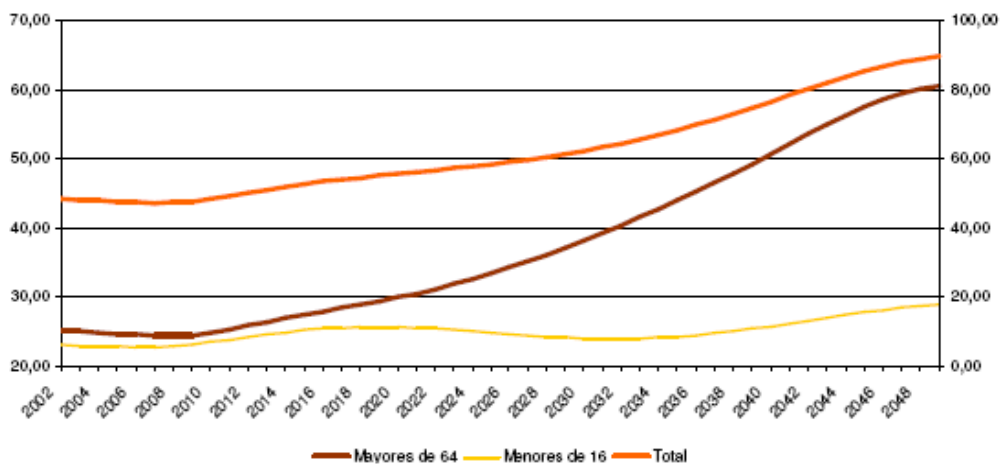


Figura 6: Evolución anual de la tasa de dependencia española

❖ **Poder adquisitivo o calidad de vida de la población española:**

Este aumento del envejecimiento poblacional acompañado de un crecimiento en la tasa de dependencia, exigía encontrar soluciones al problema de las pensiones ya que en el

futuro un menor número de trabajadores van a tener que pagar más para sostener a un mayor número de jubilados, con el fin de evitar que, en el futuro, las pensiones sean más bajas.

Por el momento, debido al envejecimiento poblacional y al estado actual de crisis económica se ha aprobado la congelación de las pensiones y la disminución de las prestaciones sociales.

En la Fig.7 se observan las pensiones a las cuales es posible que tengan acceso la mayoría de potenciales usuarios españoles del producto.

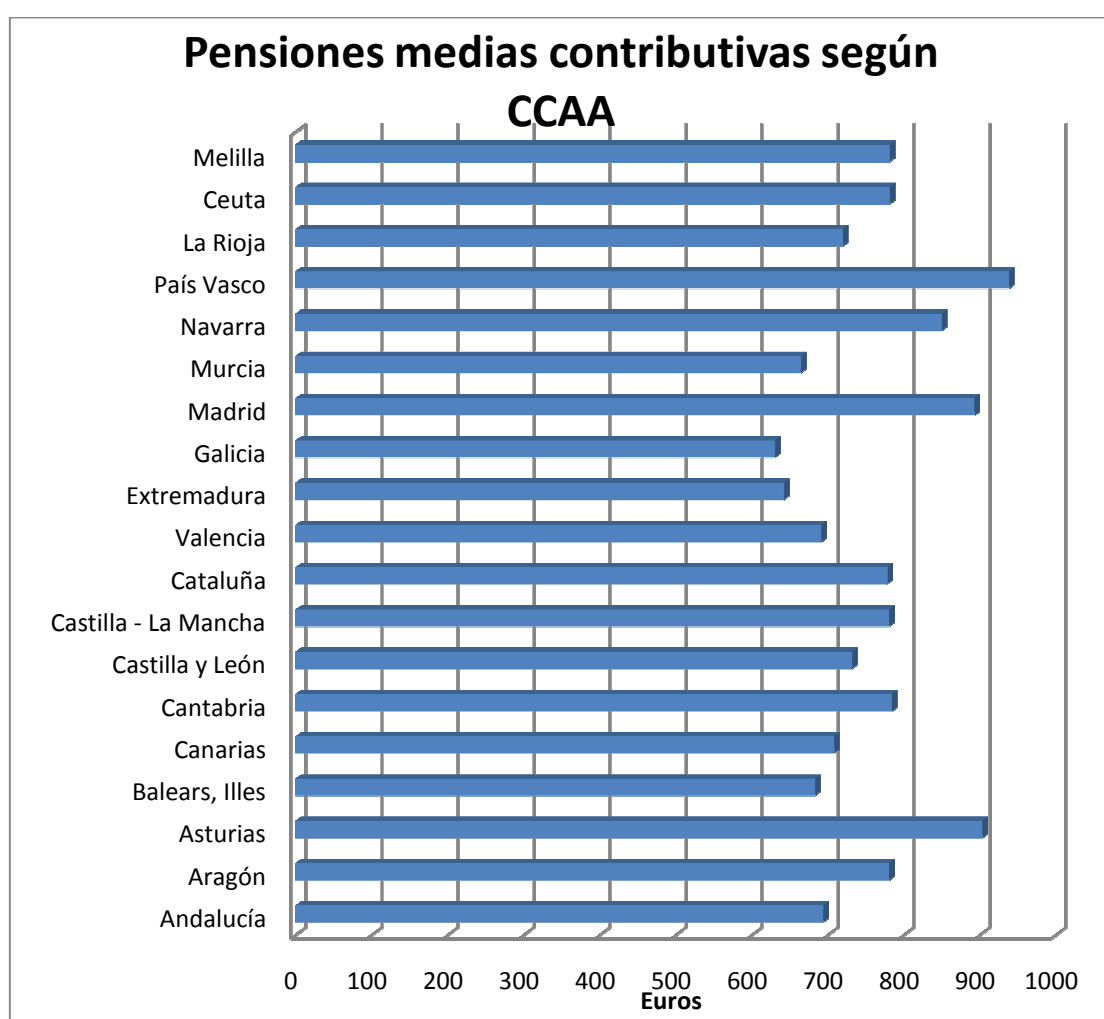


Figura 7: Pensiones medias contributivas españolas según la CCAA.

4. VALORACIÓN ESTRATÉGICA

Tras el estudio de mercado realizado se decide que la empresa Bischoff & Bischoff Medizin lanzará al mercado un nuevo diseño de andador para adultos.

La idea es que Bischoff & Bischoff Medizin comercialice el producto a modo de un nuevo modelo básico de andador. Éste producto constará de las características básicas que ofrecen otros modelos de la empresa y será un andador ligero, manejable y con una estética renovada y alejada del ámbito hospitalario. Además, se ofertará a un precio más ajustado debido a la eliminación de algunos accesorios opcionales que la competencia oferta en sus productos similares.

La actividad de la empresa Bischoff & Bischoff Medizin se basa en el desarrollo y comercialización de productos tecnológicos médicos y de rehabilitación tanto a nivel nacional como europeo. Sus productos se distinguen de otras ayudas técnicas disponibles en el mercado por su alta tecnología adaptada al uso cotidiano, con una buena relación calidad-precio.

Bischoff & Bischoff Medizin es una mediana empresa con sede en la localidad de Karlstad (Alemania) y que consta de 350 empleados. En la época de crisis económica actual, las ventas anuales de la empresa han disminuido. Es por ello, que dicha empresa pretende actuar lanzando al mercado una nueva línea básica de andadores con precios más ajustados para competir en los segmentos del mercado en los que la variable precio es más sensible.

5. ANÁLISIS DAFO

Antes de tomar cualquier decisión estratégica, es imprescindible realizar un diagnóstico de nuestra organización. El análisis DAFO es el método más sencillo y eficaz para decidir sobre el futuro. Ayudará a la empresa a plantear las acciones que se deben poner en marcha para aprovechar las oportunidades detectadas y a preparar a la organización contra las amenazas teniendo conciencia de las debilidades y fortalezas.

El principal objetivo de este análisis DAFO es ayudar a la empresa a encontrar sus factores estratégicos críticos, para una vez identificados, usarlos y apoyar en ellos los cambios organizacionales: consolidando las fortalezas, minimizando las debilidades, aprovechando las ventajas de las oportunidades y eliminando o reduciendo las amenazas.

❖ Debilidades

Bischoff&Bischoff Medizin es una empresa que ha desarrollado y comercializado andadores, pero tiene poca variedad en esta gama de productos, ya que en la actualidad solo ofrece cuatro tipos de andadores. La oportunidad de abarcar un mercado amplio es más reducida que cuando se posee una gran variedad de productos. Además, todos ellos muestran unas características y estéticas muy semejantes.

Otra posible debilidad de la empresa es el precio de los productos que ofrece debido a la calidad con la que produce, siendo poco accesible a bastantes compradores y sus cuatro modelos de andador no ofrecen un amplio margen de precios.

Bischoff & Bischoff Medizin es una empresa familiar con un rápido desarrollo pero joven en el sector ya que fue fundada hace 13 años.

❖ Amenazas

Tal y como se ha explicado en los párrafos anteriores, B&B no ofrece demasiada oferta de andadores. Otros competidores con mayor rango de productos y que ofertan multitud de accesorios complementarios son la mayor amenaza a la que se enfrenta la empresa. Esos proveedores que ofrecen más variedad de andadores y en un mayor espectro de precios tendrán más oportunidades de vender sus productos, amenazando así los ingresos de la empresa en referencia a esta gama de productos.

Otras marcas especializadas también en el sector de la ortopedia y ayudas técnicas ya han empezado a comercializar andadores con una estética actualizada. Es decir, en los últimos años otros competidores también han renovado el mundo de las ayudas técnicas, antaño triste y gris, y lo han transformado en un universo colorido y con un bello diseño.

En la actual situación de crisis económica el mercado de segunda mano y los préstamos de andadores entre familiares y/o conocidos se está viendo incrementado. En la mayoría de los casos este tipo de mercado se ve favorecido por la defunción del usuario. Además, no

resulta especialmente perjudicado por el movimiento de modas o gustos ya que este no es un producto especialmente afectado por este tipo de necesidades de carácter subjetivo.

❖ Fortalezas

Bischoff&Bischoff Medizin es una empresa relativamente joven y perteneciente al sector de las ayudas técnicas que ha tenido un brillante y rápido desarrollo. Como la empresa no es novel en el sector se puede diferenciar por el precio ya que no tiene que hacer fuertes inversiones en publicidad, maquinaria, etc.

Dicha empresa hizo su aparición en el mercado mediante los andadores. A pesar de ser un mercado marcado por una guerra de precios, la empresa tuvo éxito desde sus inicios. Con una oferta muy atractiva a nivel de calidad-precio se vendieron 18.000 andadores sólo en 1998”

Bischoff&Bischoff Medizin es una empresa que ofrece muchos otros productos del sector y la cual puede captar clientes atraídos por la buena experiencia y fiabilidad obtenida de la adquisición de productos anteriores. Es decir, la calidad de los productos Bischoff&Bischoff Medizin es ampliamente conocida por los potenciales consumidores, así como su servicio post-venta, disponible para cualquier duda o reparación necesaria.

El servicio de venta on-line permite al comprador la adquisición del producto sin necesidad de trasladarse a los centros especializados, además de la posibilidad de consultar las características de los productos ofertados las 24 horas del día. El interés de la empresa por las soluciones informáticas modernas provocó que los sistemas de información usados en B&B seguramente estén entre los más innovadores. Por ello, el tiempo transcurrido entre la orden de un pedido y su entrega es mínimo.

❖ Oportunidades

Debido a la situación de crisis actual, el consumidor se preocupa por el tema económico más que nunca, inclinándose su balanza de necesidades más hacia la cuestión económica en vez de la cuestión estética, de accesorios o de imagen social. Sin embargo, hay que tener presente que se trata de clientes acostumbrados a un nivel mínimo de calidad y que no quieren ver afectada su imagen social por el uso de un dispositivo inadecuado que ayude a su movilidad.

B&B puede conocer los productos innovadores de la competencia pudiendo aprovechar este hecho para hacer una diferenciación por algún avance técnico que permitiría ser una alternativa en el sector.

❖ Conclusiones

La situación actual que atraviesan los distintos países europeos genera en el consumidor europeo una mayor preocupación por el precio de los productos que compra. Sin embargo, los países del primer mundo demandan en sus productos una gran calidad para resultar competitivos y sobrevivir en un mercado también competitivo.

Por ello, se considera una gran oportunidad de mercado el lanzar un producto funcional y practico que destaque por su reducido coste y alta calidad. Éste producto seria un modelo básico de la marca B&B, de esta forma se lograría aprovechar las oportunidades del mercado superando las debilidades de la marca pero manteniendo todas las fortalezas que la caracterizan y disminuyendo considerablemente la posible amenaza de otras marcas.

6. MARKETING MIX

También conocido como las 4P's del Marketing representa la combinación óptima de las diferentes herramientas de las que dispone el Marketing para conseguir el máximo incremento de la demanda de los productos y/o servicios.

Ahora que tenemos cierto conocimiento de las necesidades actuales de los usuarios podemos plantearnos cómo podemos potenciar al máximo nuestras ventas desde el primer momento. Por ello analizaremos por separado las variables del Marketing:

❖ **Producto (Product)**

El producto es un andador para adultos para uso en interiores y exteriores, dirigido principalmente a personas de más de 64 años, cuyo peso no supere los 100 Kg, que presenten dificultades en la movilidad, de clase media y residentes en Europa.

Sus características principales son: resistente, fácilmente plegable, ligero, manejable, seguro, con un atractivo diseño y con un precio ajustado.

Se comercializará únicamente en un color (no en dos o tres como el resto de los modelos de la competencia). Y tampoco presentará accesorios opcionales.

Diseñado para un público urbano, activo, y que quiere invertir sin excesos en un producto que le ofrece libertad, independencia y movilidad con todas las garantías y características de una marca experimentada en el sector de las ayudas técnicas, como es Bischoff & Bischoff Medizin.

❖ **Precio (Price)**

El precio del andador oscilará entre los 100-200 € en función de los acabados. Se ha definido este rango teniendo en cuenta las capacidades económicas de los grupos definidos y su intención de no hacer un gasto muy grande, además de la presencia de la crisis económica.

❖ **Promoción (Promotion)**

Los principales compradores o inductores de compra de nuestro producto son los familiares más cercanos o el propio usuario. Es una decisión que normalmente se toma con bastante tiempo de antelación y sobre la que se informan previamente debido al desembolso económico que supone y a que se busca la perdurabilidad del producto.

Las principales fuentes de información que utilizan los familiares antes de realizar la compra son: familia y amistades, establecimientos especializados e internet.

Por lo tanto, nuestra campaña de comunicación se centrará en los establecimientos especializados para los que se realizaran elementos de publicidad estática y folletos

específicos. La empresa participa periódicamente en ferias y congresos por lo que se puede dar a conocer a más establecimientos especializados. Los compradores dan mucha importancia a las comparaciones y al análisis real y físico de los productos, y para ello el producto debe de ser palpable.

Para Internet el nuevo producto estará presente en la página web de Bischoff&Bischoff Medizin, páginas líderes de audiencia en temas de artículos de ortopedia y ayudas técnicas para la movilidad y se realizará una campaña de adwords en Google para que se muestre nuestro producto como resultado de búsquedas relacionadas.

❖ **Distribución (Place)**

La distribución del nuevo andador se realizará utilizando la amplia red de distribución en tiendas especializadas, con la que ya cuenta la marca. En éstas tiendas podrá compararse con los productos de la competencia.

Además, se ofrecerá un tipo de compra vía on-line a través de la página web de la empresa, mediante la cual nuestros clientes puedan comprar y consultar las características técnicas del producto sin necesidad de trasladarse hasta los centros especializados. Es decir, la solicitud del producto podrá realizarse en centros especializados, con una simple llamada telefónica, o bien mediante pago directo a través de la página web.

7. PLIEGO DE CONDICIONES DE MARKETING

7.1. NECESIDAD PRINCIPAL

La necesidad principal que se pretende solucionar a través de este nuevo diseño es la de crear un andador que ayude a caminar a personas adultas, que comiencen a presentar dificultades en la marcha y que sean pertenecientes a la clase media.

Se tratará de un producto de fabricación masiva, distribuido en todo el mercado europeo.

7.2. NECESIDADES SECUNDARIAS

A parte de la necesidad principal, también se buscará que el producto satisfaga las siguientes necesidades:

- Que sea ergonómico
- Que sea manejable
- Que tenga una buena apariencia
- Que pueda plegarse y guardarse
- Que presente las necesidades básicas de seguridad
- Que pueda utilizarse tanto en interiores como exteriores

7.3. PRODUCTOS DE LA COMPETENCIA

En general, el mercado de los andadores para adultos es un mercado en el que los compradores no tienen como prioridad la marca del andador. Si bien, esta puede llegar a convertirse en sinónimo de manejabilidad y calidad, como pretende identificarse a Bischoff&Bischoff Medizin.

Para el diseño y selección de la estrategia a seguir, se hará especial hincapié en las características presentadas por la competencia para definir y distinguir a nuestro producto. Además, debido al hecho de que no se trate de un mercado muy marquista, resulta más importante cumplir con todas las características básicas que ofertan los competidores.

Así, resulta de gran importancia la anchura, la largura y el peso:

❖ La anchura

Para un manejo cómodo del andador es importante que la anchura, si bien sea la considerable a la adaptación del usuario, no resulte excesiva para salvar obstáculos y atravesar puertas con buena maniobrabilidad.

La anchura de los andadores comerciales actuales oscila entre los 56 cm y los 64 cm. Algunos de los andadores más estrechos son:

PUESTO	MARCA	MODELO	ANCHURA
1º	Forta S.L	Rollator Klassic	56 cm
2º	Mobilex	Gazelle	56 cm
3º	Ayudas Dinámicas	AD 150	56 cm
4º	Forta S.L	Rollara	57 cm
5º	Forta S.L	Rollara-C	58 cm

Tabla 1: Relación de anchuras mínimas en el mercado



Figura 8: Modelo Rollator Klassic



Figura 9: Modelo Gazelle

En cambio, los carritos más anchos del mercado son:

PUESTO	MARCA	MODELO	ANCHURA
1º	Topro	Topro Olympos	69 cm
2º	B & B Medizin	Triciclo Delta B	68 cm
3º	Invacare	Delta P429	67 cm
4º	Thuasne	Rollator trio	64 cm
5º	B & B Medizin	RL-120	62 cm

Tabla 2: Relación de anchuras máximas en el mercado



Figura 10: Modelo Topro Olympos



Figura 11: Modelo Delta P429

❖ La largura

Con la misma finalidad de lograr una buena manejabilidad del andador, éste no debe ser excesivamente largo dado que puede resultar un obstáculo al realizar maniobras y movimientos habituales tales como giros, maniobras en el ascensor o cruce de carreteras. Las larguras de andadores comerciales oscilan entre los 56 cm y los 72 cm.

Ejemplos de los andadores más cortos del mercado son:

PUESTO	MARCA	MODELO	LARGURA
1º	Mobilex	Gazelle	56 cm
2º	B & B Medizin	Triciclo Delta B	57 cm
3º	Ayudas Dinámicas	AD 160	58 cm
4º	Im Guidosimplex	Stroler	58 cm
5º	Im Guidosimplex	Stroler II	60 cm

Tabla 3: Relación de larguras mínimas en el mercado



Figura 12: Modelo Triciclo Delta B



Figura 13: Modelo Stroler

Ejemplos de los andadores más largos del mercado son:

PUESTO	MARCA	MODELO	LARGURA
1º	B & B Medizin	RL-120 Vario	78,5 cm
2º	B & B Medizin	RL-120	78 cm
3º	Topro	Topro Olympos	76 cm
4º	Ayudas Dinámicas	Rollator Avant	73 cm
5º	Ayudas Dinámicas	AD 150	72 cm

Tabla 4: Relación de larguras máximas en el mercado



Figura 14: Modelo RL-120 Vario



Figura 15: Modelo Rollator Avant

❖ El plegado:

Otra de las características en las que más se fijan los compradores de dicho producto y que más comparan entre los modelos son las dimensiones de plegado. Dado que estas dimensiones son determinantes en la decisión de muchos compradores, es importante analizar las características que los productos de la competencia ofrecen al respecto.

En general, se ofertan dos tipos de plegado:

- **Plegado tipo paraguas:** son los que generalmente menos abultan, dado que se doblan sobre sí mismos, aunque presentan el hándicap de emplear un manillar separado que puede resultar más incomodo a la hora de realizar tareas en paralelo en la conducción.
- **Plegado tipo libro:** en general, este tipo de mecanismo abulta mucho más que el anterior, aunque puede dar una sensación de mayor robustez. Además, no presenta el problema de empleo de un manillar corrido.

En el mercado, los modelos más compactos de plegado tipo paraguas son:

PUESTO	MARCA	MODELO	MEDIDAS
1º	Mobilex	Gazelle	76x24x56
2º	B&B	Triciclo Delta B	83x24x57
3º	Volaris	Volaris S7	76x23x70
4º	Thuasne	Rollator Trio	80x23x61
5º	Invacare	Delta P429	81x23x60

Tabla 5: Relación de plegados tipo paraguas

Por otro lado, los más compactos con plegado tipo libro son:

PUESTO	MARCA	MODELO	MEDIDAS
1º	Invacare	Banjo	73x60x26
2º	B&B	Rollator B	80x61x36
3º	Im Guidosimplex	Stroler	84x58x28
4º	Thuasne	Rollator Move Light	83x61x30
5º	Ayudas Dinámicas	Rollator Avant	74x60x40

Tabla 6: Relación de plegados tipo libro



Figura 16: Modelo Volaris S7



Figura 17: Modelo AD235

❖ El peso:

Otra de las cuestiones cruciales para la comodidad del manejo del producto analizado es el peso del mismo. Resulta importante que sea ligero para acciones como subir bordillos, insertarlo en el maletero del coche o el evitar la fatiga del usuario. El peso del andador dependerá del material en el que este fabricado y de los complementos que este pueda llevar.

Así, los más ligeros son:

PUESTO	MARCA	MODELO	PESO
1º	Forta S.L	Rollara-C	4,25 Kg
2º	Forta S.L	Rollara	4,48 Kg
3º	Ayudas Dinámicas	AD160	5 Kg
4º	Forta S.L	Rollator Klassic	5,8 Kg
5º	Invacare	Delta P429	6 Kg

Tabla 7: Relación de pesos mínimos en el mercado



Figura 18: Modelo AD 160



Figura 19: Modelo Rollara-C

Por otro lado, los que mayor peso tienen son:

PUESTO	MARCA	MODELO	PESO
1º	Thuasne	Rollator Quatro	11 Kg
2º	Ayudas Dinámicas	AD 240H	10,2 Kg
3º	B & B Medizin	Rollator B	10,1 Kg
4º	Invacare	Banjo	9 Kg
5º	Topro	Topro Olympos	8,6 Kg

Tabla 8: Relación de pesos máximos en el mercado



Figura 20: Modelo Rollator Quatro



Figura 21: Modelo AD240

❖ El precio

Otra característica que es importante tener en cuenta a la hora de analizar la situación del mercado es el precio. Así, puede realizarse una primera aproximación a los precios a través del estudio de los andadores más caros y más baratos.

Los andadores más baratos son:

PUESTO	MARCA	MODELO	PRECIO
1º	Invacare	Delta P429	65 €
2º	B & B Medizin	Rollator B	70 €
3º	Invacare	Banjo	74 €
4º	Thuasne	Rollator Quatro	85 €
5º	Ayudas Dinámicas	AD 240H	88 €

Tabla 9: Relación de precios mínimos



Figura 22: Modelo Delta P429



Figura 23: Modelo Banjo

Los andadores más caros son:

PUESTO	MARCA	MODELO	PRECIO
1º	Topro	Topro Olympos	395 €
2º	Topro	Topro Troja	370 €
3º	Volaris	Volaris S7	235 €
4º	Ayudas Dinámicas	Rollator Avant	220 €
5º	Forta S.L	Rollator Klassic	159 €

Tabla 10: Relación de precios máximos



Figura 24: Modelo Topro Troja



Figura 25: Modelo Volaris S7

7.4. PRODUCTOS MARCA BISCHOFF & BISCHOFF MEDIZIN

Debido a la idea principal del proyecto, resulta imprescindible analizar el mercado propio de la marca B & B Medizin, así como la imagen de marca y la filosofía que la ésta vende.

La empresa BISCHOFF & BISCHOFF MEDIZIN – UND REHATECHNIK GmH es una empresa familiar fundada en 1997 por Thomas y George Bischoff y establecida en karlskab (Alemania). B&B es una joven empresa del sector de las ayudas técnicas en expansión y bien situada en Europa. El secreto de su éxito: la alta tecnología adaptada al uso cotidiano, con una buena relación calidad-precio. Dicha empresa hizo su aparición en el mercado mediante los andadores y a pesar de ser un mercado marcado por una guerra de precios, la empresa tuvo éxito desde sus inicios.

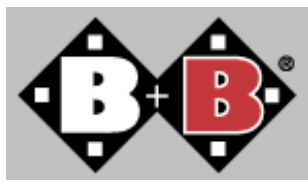


Figura 26: Logotipo de la marca

Esta empresa siempre prestó atención a la calidad y sólo los proveedores que cumplen con las normas de calidad alemanas son aceptados por Bischoff & Bischoff. Gracias a su propio departamento de investigación y desarrollo y sus actividades de diseño, los estándares de producción en B&B son muy elevados. B&B es uno de los primeros

fabricantes del sector de ayudas técnicas en ser miembro del QVH (la asociación de calidad del sector) y responde a los sus criterios de calidad.

Además de las sillas de ruedas estándar, las sillas de ruedas ligeras, andadores, bastones, los elevadores WC y otras ayudas para el baño, la gama de B&B incluye hoy por hoy también camas y colchones. Realiza entregas desde la República Checa donde B&B produce desde el año 2000, según normas alemanas de calidad.

B&B es una mediana empresa que cuenta con 350 empleados y cuyo mercado, dedicado a la venta de productos tecnológicos médicos y de rehabilitación, se extiende por toda Europa. Dicha empresa tiene un volumen de ventas anual de 14 millones de euros y dispone de 12 millones de euros en activo.

Dispone de numerosas sucursales comerciales y de producción en toda Europa con el fin de estar cerca de los clientes y de ser capaz de ofrecer un servicio fiable y un suministro de calidad. B&B está presente internacionalmente mediante sus filiales extranjeras. Como por ejemplo la filial que posee en España: MOVILIDAD B&B IBERIA SL. Dicha filial tiene fue creada en 2009 y tiene su sede en Barcelona. Además, consta únicamente 3 empleados, el último año tuvo un volumen de ventas de 39.600 € y dispone de 272.077 € en activo.

Puede encontrarse más información de la citada empresa a través del informe de la misma en el ANEXO C.

La filosofía que promociona la marca se refleja en todos sus diseños, siendo característica su calidad y atención al cliente. Anteriormente las empresas familiares se consideraban demasiado inmovilistas, y muchas veces sometidas a una dirección autoritaria y sin estructuras. Hoy sabemos que estas empresas también utilizan herramientas profesionales para la planificación, la gestión de procesos y el control de gestión, como es el caso. El interés del actual presidente Thomas Bischoff por las soluciones informáticas modernas provocó que los sistemas de información usados en B&B seguramente estén entre los más innovadores.

Por lo tanto, el nuevo modelo de andador B&B deberá mantener estos principios básicos, si bien no mostrará alguna de las opciones más caras de la marca (accesorios y complementos para el producto base).

Cabe destacar en el estudio, las características concretas de los actuales andadores de la marca B&B, con los cuales deberá compartir algunas de las características y el mínimo de calidad establecido por la marca. Rollator RL-120, RL-120 Vario, Rollator B y Triciclo Delta B.



Figura 27: Modelo RL-120



Figura 28: Modelo RL-120 Vario



Figura 29: Modelo Rollator B



Figura 30: Modelo Triciclo Delta B

Características comunes:

- Manillar de altura ajustable
- Manillar separado
- Frenos de servicio y estacionamiento
- Complemento de cesta
- Máximo peso del usuario 120 Kg

Ventajas:

- Fácil de utilizar
- Marca valorada y prestigiosa
- Materiales duraderos y de alta calidad

Desventajas:

- Los dos últimos modelos están fabricados en acero y por tanto resultan más pesados y menos manejables
- El precio es elevado en relación a su estética ya desfasada
- Ocupan mucho espacio plegados

7.5. POSIBLES COMPETIDORES

Analizadas las características generales que definen los productos de la marca B&B, se procede a estudiar las principales características que hacen de otros andadores grandes competidores. A fin de presentar un producto que conservando su gran relación calidad-precio consiga estar lo más actualizado con respecto a la competencia.

DOLOMITE JAZZ

Marca: Invacare

❖ **Pros:**

- Fácil plegado
- Marca conocida en el sector
- Cesta flexible y plegable
- Frenos integrados en el chasis
- Muy manejable
- Incluye pedal de ayuda para superar obstáculos



Figura31: Modelo Dolomite Jazz

❖ **Contras:**

- Respaldo no incluido en el precio
- Asiento menos estable

GAZELLE

Marca: Mobilex

❖ **Pros:**

- Fácil plegado
- Muy estable
- Asiento regulable en altura



Figura32: Modelo Gazelle

❖ **Contras**

- Frenos no integrados en el chasis
- Empresa con menos presencia europea

ROLLATOR MOVE LIGHT

Marca: Thuasne

❖ **Pros:**

- Precio bajo
- Marca con una larga experiencia en el sector hospitalario

❖ **Contras:**

- Máximo peso soporta 100 Kg
- Frenos no integrados en el chasis
- Es menos compacto en el plegado
- Necesario quitar cesta rígida para plegar



Figura33: Modulo Collator Move Light

ROLLATOR KLASSIC

Marca: Forta S.L.

❖ **Pros:**

- Es el más ligero
- Compacto
- Soporta hasta 150 Kg
- Amplio asiento acolchado con respaldo
- Marca conocida por su funcionalidad y manejabilidad

❖ **Contras:**

- No incluye respaldo
- Frenos no integrados en el chasis
- Precio medio-alto



Figura34: Modelo Rollator Klassic

7.6. MOTIVACIONES DEL CONSUMIDOR

En esta sección se pretende mostrar las características que los familiares o usuarios, es decir, los potenciales compradores, desean que tenga su andador. A través de un análisis realizado por los vendedores y servicios de postventa a los cuales tiene acceso la empresa B&B se logrará profundizar en el acto de compra de forma que el producto diseñado tenga una buena aceptación por parte del mercado.

Debido a que la oferta del mercado es amplia, el consumidor debe responder a determinadas preguntas antes de decantarse por una u otra opción.

Como se ha comprobado a través de la información proporcionada por los vendedores de la empresa para el estudio de mercado, la principal motivación de los compradores es la seguridad, seguida muy de cerca por la manejabilidad y comodidad. Más atrás quedan durabilidad, coste y en último lugar estética.

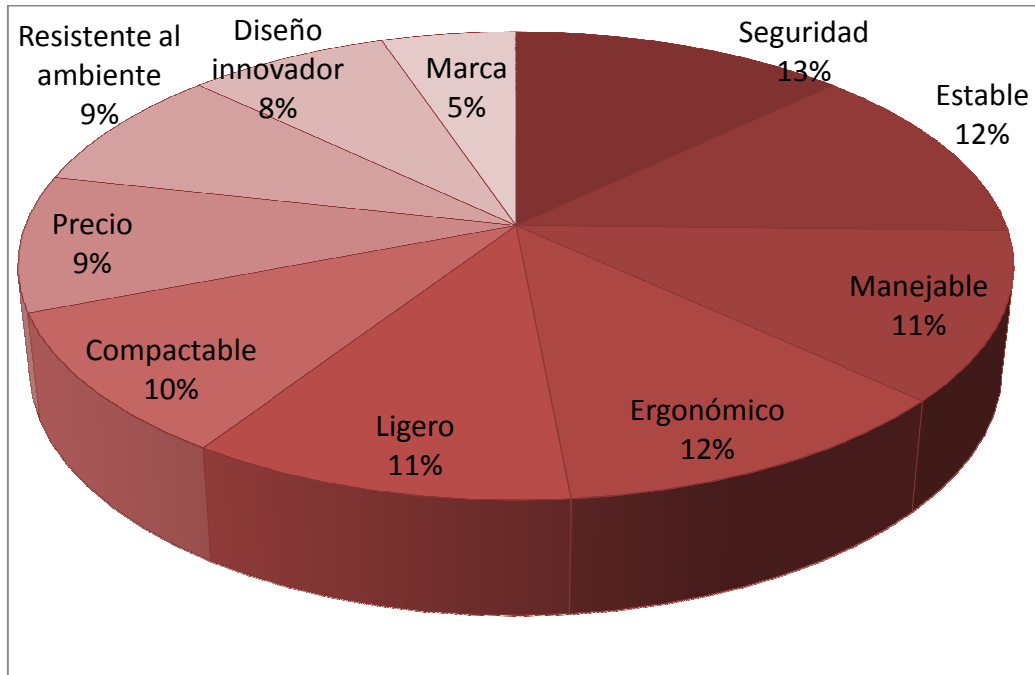


Figura 35: Preferencias porcentuales del consumidor

7.7. CRITERIOS DE DISTRIBUCIÓN

El producto propuesto se ofertará por B&B como un modelo básico, que mantenga la calidad que caracteriza a la marca pero presente un precio más competitivo, dirigido a un público de menor capacidad económica.

Por esta razón, se empleará la red de distribución que la marca tiene por toda Europa. Esta red consta de diversos puntos de venta en todas las principales ciudades europeas en tiendas especializadas en productos de ortopedia y ayudas técnicas.

Además, debido al carácter popular del andador diseñado, se distribuirá también a través de tiendas on-line especializadas, dado que este medio se caracteriza por captar a un amplio sector. Al eliminarse los intermediarios, el andador podrá resultar un producto más competitivo en precio.

Al ser una red asentada y activa, se facilitará el proceso de puesta en marcha de las ventas, evitándose así los periodos de adaptación de la misma, dado que la marca ya dispone de toda la red de comunicación y servicio post-venta establecida para sus otros productos.

7.8. DURACIÓN DE LA VIDA COMERCIAL

Como se ha comentado, el producto presentado tendrá un aspecto actualizado y funcional, pero sobre todo cercano a las posibilidades económicas del consumidor, practico y duradero.

Así, la durabilidad pretende ser una de las características definitorias del andador, gracias a su robustez. Por ello, la vida del producto se estima en 7 años aproximadamente.

En cuanto a la vida comercial del producto, debido a su carácter general o no-exclusivista se prevé que sea mayor que la de los otros productos de la marca. Por tanto, su vida comercial se estima en 12 años.

7.9. TECNOLOGÍA PROPIA Y AJENA

En lo referente a la tecnología propia y ajena, el andador será en su mayor parte fabricado por cuenta de los proveedores habituales de la marca, siendo ensamblado y montado en la fábrica de la compañía.

Mediante esta estrategia de fabricación, se pretende aprovechar al máximo la ventaja de negociación que tiene la marca B&B con respecto a su proveedores.

Por ser una marca de peso y de volumen de ventas considerable, se podrá obtener buenos precios por los diferentes componentes del andador, gracias al alto nivel de compras de la marca. De este modo, se podrá ajustar mas el precio final del mismo pero manteniendo la calidad habitual que garantiza la marca.

8. FICHA DE PROGRAMA

8.1. DEFINICION DEL PRODUCTO

El producto diseñado será un andador para adultos de líneas simples, básicas y modernas. Con materiales de calidad y un diseño robusto, se caracterizara por su:

- Manejabilidad
- Ligereza
- Modernidad
- Excelente relación calidad-precio

Ésta última característica será una de sus principales razones de ser. Se tratara de un producto destinado a ser comercializado por medio de la empresa B&B como un nuevo andador básico. Por tanto, aunque mantiene el espíritu de la empresa no constara de la gran variedad de elementos personalizados que destacan en otros productos.

8.2. DEFINICION DE LA EMPRESA

La empresa B&B es una marca conocida a nivel europeo que presenta una red de distribución extendida a todo el continente. Las ventajas de las que el nuevo producto se beneficiará gracias a la marca serán entre otras:

- Imagen de fiabilidad y calidad de la empresa
- Red de distribución, proveedores y fabricas establecidos y en correcto funcionamiento, lo que reduce los costes unitarios de fabricación.
- Experiencia de la marca en el sector

8.3. DEFINICION DEL MERCADO.MERCADO OBJETIVO

El producto presentado irá dirigido a un público de espíritu más o menos conservador y que no quiere verse obligado al sedentarismo por dificultades de movilidad. Además, este es un sector con un nivel adquisitivo medio-bajo, es decir, es sensible al factor económico a la hora de tomar su decisión de compra.

El andador irá dirigido a personas adultas de un máximo de 120 Kg y su uso podrá darse tanto en interiores como exteriores.

8.4. TECNOLOGIA PROPIA Y AJENA. POLITICA DE SUBCONTRATA

En lo referente a la fabricación y proveedores, se aprovechará la ventaja competitiva que supone el emplear una marca establecida en el mercado como es B&B.

La fabricación del producto se llevara a cabo en las actuales instalaciones que la empresa posee, aprovechándose así el capital humano y los conocimientos de técnicas de fabricación que se poseen además de instalaciones e infraestructura.

8.5. DISTRIBUCIÓN

Para la distribución se hará uso de los canales pre-establecidos por la empresa. Los lotes fabricados se distribuirán por Europa a través de los mismos medios de transporte que el resto de productos.

Los puntos de venta serán los habituales en la marca: tiendas especializadas en productos de ortopedia y venta on-line.

8.6. CICLO DE VIDA ESTIMADO

Por un lado la vida útil del producto viene marcada por sus cualidades de fiabilidad y robustez, que hacen que se estime en 7 años. El producto debe transmitir una sensación de sencillez, robustez y calidad, por lo que debe mantener su funcionalidad durante este periodo de tiempo.

En cuanto a la vida comercial, ésta se estima entorno a los 12 años, en función de las variaciones en la situación del mercado de demanda y debido al carácter popular del producto, ajeno a modas pasajeras.

8.7. COSTE ESTIMADO

Este producto será de los andadores más económicos que oferte la marca. Su precio oscilará entre los 100 y los 200 euros en función de los costes finales de producción. Además, se estima un volumen de ventas anuales valorado en 3 millones de euros.

8.8. DECÁLOGO DE CALIDAD

El producto de diseño busca ser reconocido por su simplicidad de diseño y reducido coste, pero también por mantener los niveles de calidad mínimos que la marca oferta en sus otros productos.

Por esta razón la marca exigirá a sus proveedores unos índices de rechazo bajos y la realización de análisis de calidad sistematizados durante la producción.

B&B está trabajando con un sistema de gestión de la calidad sobre la base de la norma DIN EN ISO 9001/12.2000 y 13485/07/2003. Además, B&B es uno de los primeros fabricantes del sector de ayudas técnicas en ser miembro del QVH (la asociación de calidad del sector) y responde a sus criterios de calidad. El QVH crea un contexto fiable y normas de calidad transparentes para las ayudas técnicas que llevan su sello en beneficio tanto de los profesionales sanitarios, como de los sistemas de previsión y los usuarios. Para

el caso de piezas de estampación de fabricación externa, las cifras máximas de rechazo se situaran en torno a 50 ppm.

Respecto a los índices de calidad obtenidos en la propia cadena de montaje, se buscará reducir el índice de rechazos, considerándose cifras aceptables una vez la fabricación haya superado su fase inicial de estabilización las 50 ppm.

En el pos proceso, también se realizaran análisis de calidad periódicos al producto terminado. En los casos en el que el proceso de inspección sea automatizable de forma simple o poco costosa, este se realizará de forma unitaria.

Así, se buscara la certificación con las siguientes normas:

- Calidad: ISO 9001
- Medio Ambiente: ISO 14001

8.9. LISTA DE INVARIANTES

- Modelo de cuatro ruedas
- Ruedas delanteras con giro permitido de 360°
- Elementos reflectantes de seguridad en los laterales
- Plegado tipo paraguas

9. PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONAL

En este documento se reúne el conjunto de especificaciones que definen el producto, entendiendo especificaciones como funciones a cumplir por el producto. Es decir, se expresa la necesidad en términos de resultados sin aludir a las soluciones que se adoptaran en el diseño final, dejando de esta manera, mayor libertad en el diseño del producto.

9.1. MÉTODO RED

A través del método red se tratará de identificar de forma exhaustiva y en el menor tiempo posible los requerimientos y funciones que debe cumplir el producto que se pretende lanzar al mercado para que resulte adecuado a las necesidades del cliente potencial, y no solo producto de calidad aparente.

A continuación, se desarrolla el proceso seguido para la obtención de todos los requerimientos funcionales que el producto debe tener para cubrir todas las necesidades tanto objetivas como subjetivas del cliente objetivo.

Paso 1: Búsqueda intuitiva

A través de esta etapa, y partiendo de la documentación del estudio del mercado, se obtendrá aproximadamente el 60% de los requerimientos.

- ❖ Objetivo: manejable, cómodo de llevar, funcional
 - Ligero
 - Ergonómico
 - Dirección fiable
 - Buena adherencia al terreno
 - Fácil plegado
 - Poco voluminoso
 - Fácil montaje y desmontaje
 - Altura regulable del manillar
 - Que disponga de asiento

- ❖ Objetivo: seguridad del usuario
 - Fiabilidad del sistema de frenos
 - Sistema de bloqueo para evitar plegado involuntario
 - Robusto y resistente
 - Que soporte un peso considerable
 - Cantos redondeados
 - Fiabilidad
 - Estabilidad

- ❖ Objetivo: buena estética
 - Apariencia alejada del ámbito hospitalario
 - Colores agradables o alegres
 - De estética compacta

- Bonito
- ❖ Objetivo: versatilidad
 - Adecuado para mayores de 64 años
 - Posición regulable del asiento
 - Adaptable a todo tipo de terreno

Paso 2: Ciclo vital y entorno

El ciclo de vida del andador comienza en el momento en el que sale de la cadena de fabricación, después de realizar un control de calidad y comprobar su funcionamiento adecuado. El fin del periodo viene dado cuando se deja de fabricar el producto por los motivos que sea. Durante dicho proceso el producto se enfrentará a las siguientes situaciones.

❖ CICLO VITAL:

- Empaquetamiento
 - Medidas estándar de las cajas
- Almacén post-fabricación
 - Palés apilables
- Colocación en el sistema de transporte
 - Palés de fácil sujeción
- Transporte a los puntos de venta en toda Europa (tren y camión)
 - Embalaje compacto
 - Empleo de contenedores
- Colocación en el punto de venta
 - Embalaje y caja atractivo
- Montaje por parte del consumidor
 - Instrucciones sencillas y fáciles de seguir
 - Herramientas no necesarias. Inclusión en el producto si fuesen necesarias
 - Montaje sencillo
- Uso ordinario
 - Paseo
 - Fácil manejo
 - Cómodo
 - Silencioso
 - Ligero
 - Ergonómico
 - Estable
 - Freno de servicio de fácil accionamiento
 - Sentado
 - Estable
 - Freno parking de fácil accionamiento
 - Asiento acolchado
 - Respaldo

- Reposabrazos
- Altura del asiento adecuada
- Parado
 - Freno de servicio o de parking
 - Fácil plegado
 - Fácil mantenimiento
- Fin de la vida útil, desmontaje y eliminación
 - Materiales inocuos para el medio ambiente
 - Materiales reciclables
 - Difícil oxidación
 - Fácil desmontaje

❖ ENTORNO EXTERIOR

Las condiciones o entornos a los que se verá expuesto el producto serán las mismas a las que se encontrara el usuario ya que el andador estará acompañado prácticamente en todo momento por el usuario. Por tanto, el andador y sus componentes deberán ser resistentes a:

- Humedad
- Partículas de polvo
- Radiación lumínica
- Temperaturas climatológicas adversas
- Impactos o golpes de uso
- Corrosión y oxidación

❖ ENTORNO INTERIOR

Las principales características internas son la rigidez de los elementos que lo componen, para soportar el peso del usuario, junto con la estabilidad que tiene que tener para evitar el vuelco.

- Firmes anclajes y uniones entre piezas estructurales
- Buena resistencia a la fatiga

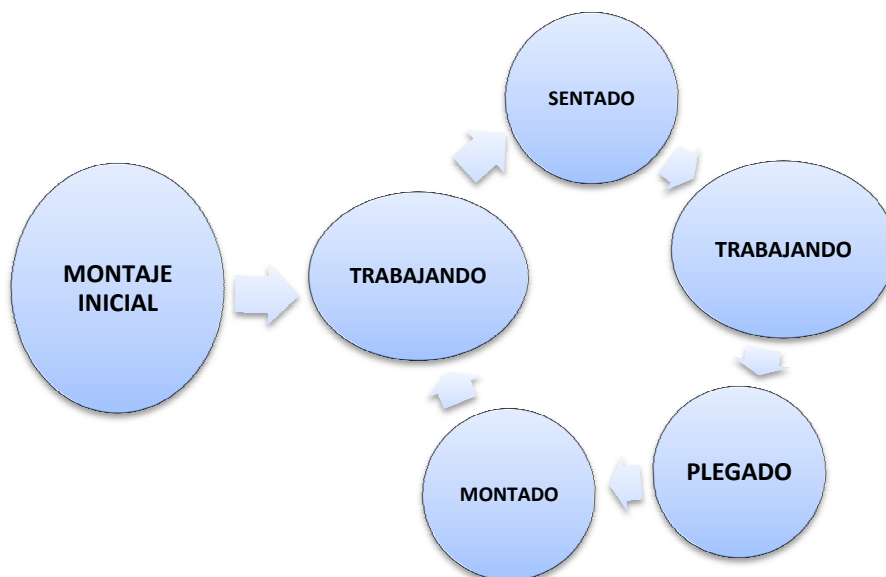
Paso 3: Análisis secuencial de elementos funcionales

Se diferencian principalmente tres tipos de gama de operaciones que serán:

- ❖ **En reposo:** considerando reposo siempre que no se produzca un movimiento de las ruedas para el desplazamiento del andador.
 - Fácil despliegue
 - Posibilidad de desplegar con una sola mano
 - Tope de bloqueo para evitar plegado involuntario
 - Freno de parking fácilmente accionable

- Tope de bloqueo fácil de desbloquear
 - Fácil plegado
 - Compacto tras el plegado
- ❖ **Sentado:** cuando el usuario permanezca sentado sobre el andador
- Estable
 - Resistente ya que debe soportar el peso del usuario
 - Freno de parking fácilmente accionable
 - Asiento cómodo ,seguro y con respaldo
 - Reposabrazos para ayudar a levantarse
 - Altura de asiento y reposabrazos regulable para adaptarse a diferentes usuarios
- ❖ **Trabajando:** cuando se realice el desplazamiento del andador de forma controlada
- Ligero
 - Fácil despliegue
 - Posibilidad de desplegar con una sola mano
 - Tope de bloqueo para evitar plegado involuntario
 - Manejable
 - El manillar debe mantener su posición
 - Freno de servicio fácilmente accionable y de intensidad regulable
 - Las ruedas deben adaptarse a diferentes terrenos
 - Tope de bloqueo fácil de desbloquear
 - Fácil plegado
 - Compacto tras el plegado

Un esquema general de la gama de operaciones del andador sería el siguiente:



Paso 4: Movimientos y fuerzas

❖ **Movimientos**

La mayoría de movimientos cobran su mayor importancia en el plegado, situación en la que prácticamente la totalidad de los elementos sufren algún tipo de desplazamiento. En general, los principales movimientos a los que estará sometido el andador son los siguientes:

- Desplazamientos de barras en el plegado
- Giro de las ruedas
- Desplazamiento del manillar para su uso
- Desplazamiento del asiento para su uso
- Giro del manillar en el plegado
- Giro del asiento en el plegado
- Movimiento del freno

❖ **Fuerzas**

Las diferentes fuerzas y sollicitaciones a las que estará sometido el andador en algún momento, bien sea de manera individual o combinada, son:

- Peso del usuario sobre el asiento
- Cargas adicionales
- Rozamientos suelo-rueda
- Fuerza de empuje o de apoyo del usuario aplicada en el manillar
- Fuerza vertical aplicada para superar escalones o similares
- Fuerza aplicada por el freno sobre las ruedas
- Fuerzas del tope de bloqueo sobre las fijaciones

Paso 5: Productos de referencia

Como ayuda al diseño se toman productos similares de producción propia o de la competencia. Estos productos de referencia pueden tener cierta similitud con el de diseño y pueden aportar alguna idea, utilidad, componente o cualquier cosa que ayude a mejorar nuestro producto.

- ❖ **Rollator RL-120:** Estética típica pero fabricado en materiales ligeros.
- ❖ **Volaris S7:** Los elementos ajustables presentan un color llamativo para ayudar al funcionamiento intuitivo, principalmente en la acción del plegado.
- ❖ **Gazelle:** Asiento ergonómico y que favorece el plegado
- ❖ **Dolomite Jazz:** Cesta semirrígida que permite el plegado sin necesidad de extraerla. Incluye pedal que ayuda a superar obstáculos.
- ❖ **Topro Troja:** Diseño discreto, elegante y desvinculado del ámbito hospitalario.
- ❖ **Rollator Avant AD235:** El asiento se pliega hacia delante durante la marcha dejando más espacio libre para las piernas al caminar y facilitando una postura más correcta. Los freno se accionan mediante un sistema de correas

Paso 6: Uso de normas y reglamentos

Es esencial disponer de conocimientos de la legislación que es probable que afecte al campo del producto. Del mismo modo, hay que considerar esto a un nivel internacional, nacional y local. Algunas de las características del producto pueden venir fuertemente condicionadas por las restricciones impuestas por la legislación.

De esta forma, se garantiza un producto coherente y comprometido con los requisitos establecidos y se le aportará valor de una forma muy significativa.

Por tanto, el producto deberá cumplir la normativa vigente sobre productos de apoyo para personas con discapacidad. Al ser un producto de alcance europeo, deberá cumplir la normativa europea común referente a este ámbito de productos y también normativas especiales que cada país pueda presentar al respecto (en caso de ser más restrictivas).

Por ello, el producto deberá cumplir las siguientes normas:

UNE-EN ISO 9999:2007: Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. Ésta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 9999:2007, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 9999:2007

UNE-EN ISO 9999:2007/AC: 2009: Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. Ésta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 9999:2007, que a su vez adopta la Norma Internacional ISO 9999:2007

ISO 11199-2:2005: Ayudas para caminar manejadas por ambos brazos. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Andadores con ruedas.

UNE-EN 1985:1999: Ayudas para caminar. Requisitos generales y métodos de ensayo.

UNE-EN ISO 11199-1:2000: Ayudas para caminar manejadas por ambos brazos. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Andadores. (ISO 11199-1:1999).

UNE-EN ISO 9999:2007: Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. (ISO 9999:2007)

PNE-prEN ISO 9999: Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología (ISO/DIS 9999:2010)

UNE-EN 12182:2000: Ayudas técnicas para personas con discapacidad. Requisitos generales y métodos de ensayo.

9.2. AGRUPACIÓN DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES EN MÓDULOS

Una vez, se ha logrado una lista en profundidad de los requerimientos funcionales del producto, se organizan dichos requerimientos para cada uno de los módulos de diseño: chasis, ruedas, sistema de frenos, asiento.

A su vez, se busca linealizar y simplificar el proceso de diseño, por lo que se agrupan estos requerimientos en grupos funcionales. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

I. Chasis

<p>ESTABILIDAD Equilibrio estático Equilibrio dinámico Bastidor robusto Soportar pesos</p>	<p>MANEJABILIDAD Montaje fácil Altura regulable del manillar Mecanismo simple Ligero Manillar ergonómico Facilidad plegado/desplegado</p>
<p>SEGURIDAD Redondeado Ergonómico Materiales no tóxicos Resistente a fatiga Leds laterales de seguridad</p>	<p>MANTENIMIENTO Resistente a oxidación Piezas intercambiables Fácil montaje/desmontaje</p>
<p>COMPACTABILIDAD Poco voluminoso Almacenaje compacto</p>	<p>INOCUO CON EL MEDIO AMBIENTE</p>

II. Ruedas

<p>VERSATILIDAD Adaptación a distintos terrenos</p>	<p>FIABILIDAD Buena adherencia</p>
<p>SEGURIDAD Materiales no tóxicos Resistente al desgaste</p>	<p>MANTENIMIENTO Resistente al desgaste Piezas intercambiables Fácil montaje/desmontaje</p>
<p>COMODIDAD silencioso Absorción de impactos</p>	<p>INOCUO CON EL MEDIO AMBIENTE</p>

III. Sistema de frenos

VERSATILIDAD Distintos modos de frenado	FIABILIDAD Evitar accionamiento involuntario
SEGURIDAD Materiales no tóxicos Resistente a fatiga	MANTENIMIENTO Mecanismo simple Piezas intercambiables Resistencia a oxidación
COMODIDAD silencioso Accionamiento sencillo	INOCUO CON EL MEDIO AMBIENTE

IV. Asiento

VERSATILIDAD Adaptable a distintos usuarios	ERGONÓMICO
SEGURIDAD Materiales no tóxicos Redondeado Resistente al peso máximo	MANTENIMIENTO Montaje sencillo Resistencia a oxidación Piezas intercambiables
COMODIDAD Acolchado Respaldo y/o reposabrazos	INOCUO CON EL MEDIO AMBIENTE

10. PRIORIZACION DE REQUERIMIENTOS

Hasta ahora, en el Pliego de Condiciones Funcional se ha realizado la agrupación de los requerimientos funcionales en cada unas de las partes diferenciadas del andador, en este caso, chasis, ruedas, sistema de frenos y asiento. De esta manera, los requerimientos funcionales pueden relacionarse con cada una de las partes y así se ven las relaciones entre partes del andador.

Al realizar dicha agrupación o modulación ya se hizo una primera priorización de estos requerimientos funcionales, pero necesitamos hacer una priorización más detallada, teniendo en cuenta todos los grupos de clientes que tenemos en el mercado. Este proceso es necesario ya que, el cliente quiere que sus necesidades sean debidamente satisfechas, pero algunas necesidades son más urgentes que otras. Esta priorización permitirá la toma de decisiones que equilibran el coste de satisfacer una necesidad y el beneficio que recibe el cliente.

Para realizar esta priorización, como se ha explicado en el párrafo anterior, se debe tener en cuenta los diferentes grupos que se presentan en el mercado, a los cuales se les adjudicará un peso en función de su importancia para nuestras ventas. Es decir, en un principio el o los grupos a los que irá dirigido el producto tendrán un peso mayor. De esta manera, valorando cada requerimiento funcional para cada grupo y teniendo en cuenta los diferentes pesos de éstos, se obtendrá una mejor priorización, donde se apreciará que todos los requerimientos funcionales de un mismo grupo no tienen exactamente la misma importancia.

Las percepciones del cliente describen como éste evalúa los productos disponibles en función de la capacidad del producto o del servicio para satisfacer sus necesidades. Cuando se sabe que productos satisfacen mejor las necesidades de cada cliente y con qué grado de satisfacción el equipo de diseño puede proporcionar los objetivos e identificar las oportunidades para el diseño del producto.

En la Tabla.11 se observa con más precisión la importancia de cada requerimiento funcional teniendo en cuenta todos los potenciales grupos de clientes que se presentan en el mercado.

	64-70	70-80	80-90	>90	Grupos (según edad)
	15	35	35	15	Pesos
Requerimientos funcionales					Valor
Resistente al ambiente	5	5	4	4	450
Plegado	4	4	4	3	385
Ligero	5	4	4	4	415
Seguro	5	5	5	5	500
Precio	4	4	3	2	335
Estable	4	5	5	5	485
Marca	3	2	2	1	200
Diseño	4	4	3	2	335
Manejable	4	4	4	4	400
Ergonómico	4	4	4	4	400

Tabla 11: Priorización de requerimientos funcionales según los grupos de clientes

El siguiente paso consiste en la elaboración de la lista de parámetros técnicos. En otras palabras, para cumplir con las necesidades del cliente, el producto debe satisfacer necesidades que se puedan medir. Los parámetros son cuantificables a través de las unidades de medición físicas que se convierten en los objetivos de diseño. Sin embargo, hay que tener claro que los parámetros expresan la necesidad en términos de resultados sin aludir a las soluciones que se adoptaran en el diseño final, dejando de esta manera, mayor libertad en el diseño del producto. Por tanto, los parámetros de diseño son aquellas magnitudes o características que el equipo de diseño puede manejar o determinar para definir el producto.

La lista de parámetros seleccionados es la siguiente:

- Número de versiones del modelo
- Precio
- Longitud manillar
- Ancho de vía
- Distancia entre ejes
- Peso
- Resistencia del material

- N° ruedas
- Angulo de giro ruedas delanteras
- Angulo de giro ruedas traseras
- Ancho de rueda
- Altura de asiento
- Altura del CG
- Tipo de material
- Capacidad de frenado

11. QFD I

El Despliegue de la Función Calidad (traducción de QFD, Quality Functional Deployment) es una metodología a través de la cual se sistematiza la información obtenida del usuario y los requerimientos funcionales del producto en una sola representación gráfica. Así, se logra su principal objetivo de definición de las características de calidad del producto adaptándolas a las necesidades del mercado.

A través de la aplicación de esta técnica de diseño, se persiguen los siguientes objetivos:

- Plasmar las demandas del cliente como objetivos de diseño del producto
- Obtener una buena calidad del producto
- Reducir el periodo de lanzamiento del producto

Por tanto, en el **CUERPO CENTRAL DE LA MATRIZ** se juzgará qué parámetros o atributos del diseño influyen o están relacionados con las distintas demandas del cliente. Cada casilla de la matriz relaciones es un cruce entre una demanda y un parámetro técnico, e indica en qué medida afecta cada parámetro del diseño a cada una de las demandas del cliente.

Si no hay relación, la casilla correspondiente queda en blanco. La relación fuerte se puntúa con 9, la media con 3 y la débil con un 1.

Además, el QFD consta de otra parte denominada **TEJADO o MATRIZ DE CORRELACIONES**. Éste sería la parte superior de la matriz, de ahí que la figura tenga forma de casa. En este “tejado” se relacionan los parámetros de diseño entre ellos. La idea es mostrar gráficamente si entre dos parámetros hay relación fuerte o no. Esto resulta útil para determinar si conviene o no intentar modificar el valor de un parámetro al fijar las especificaciones.

La forma de relacionar los parámetros viene dada por un signo + para determinar una correlación positiva y un signo – para determinar una correlación negativa. Siendo:

- **Correlación positiva:** Basta con llevar acabo uno de los *cómos* o parámetros de diseño para que se cumplan ambos, es decir, que al actuar sobre uno de ellos, automáticamente actuamos sobre el otro, por lo que nos evitamos el desdoblamiento de esfuerzos.
- **Correlación negativa:** Dos *cómos* o parámetros de diseño tales que al mejorar una de ellas estamos repercutiendo negativamente sobre la otra, y viceversa.

En la parte inferior del QFD I se encuentra la **MEDIDA DE LOS PARÁMETROS TÉCNICOS**. En este apartado se comparan los niveles en los que están los parámetros técnicos del producto objeto de diseño, con los niveles en los que se mueven los de la competencia. Esto permite una comparativa de los bienes que van a enfrentarse en el mercado.

Por tanto, la competencia 1 se corresponde con el andador *dolomite jazz* de la marca *Invacare* y la competencia 2 es el andador *rollator move light* de la compañía *Forta SL*. Además, la fila de meta muestra los niveles a los que aspira el diseño y también viene determinado el nivel de dificultad al cual hará frente la empresa para mejorar ese componente o parámetro técnico.

En la parte derecha de la matriz se muestran diferentes porcentajes que contienen valiosa información para conseguir la aproximación de las demandas del cliente a objetivos del producto. De este modo, podemos diferenciar:

- **Evaluación del cliente:** Corresponde al nivel de acierto que adjudica el cliente, en tanto por ciento, a la estimación que la empresa realiza sobre la importancia que tiene cada requerimiento funcional sobre el producto en cuestión.
- **Peso ponderado:** Peso o importancia, en tanto por ciento, que la empresa adjudica a cada necesidad o requerimiento funcional. La suma de los valores de cada necesidad debe dar 100%.
- **Evaluación ponderada:** Peso o importancia, en tanto por ciento, que el cliente adjudica a cada necesidad o requerimiento funcional.
- **Brecha absoluta o ponderada:** Corresponde al tanto por ciento a mejorar en cada necesidad para alcanzar los niveles impuestos por el cliente.
- **Brecha absoluta relativa:** Corresponde el tanto por cierto que mejorará el producto en general si se ajusta la importancia de esa necesidad a la sugerida por el cliente. La suma de los valores de cada necesidad debe dar 100%.

Para el estudio de las necesidades, y según la estimación realizada por la empresa estas quedan diferenciadas por la importancia o peso adjudicado, como se muestra en el siguiente gráfico:

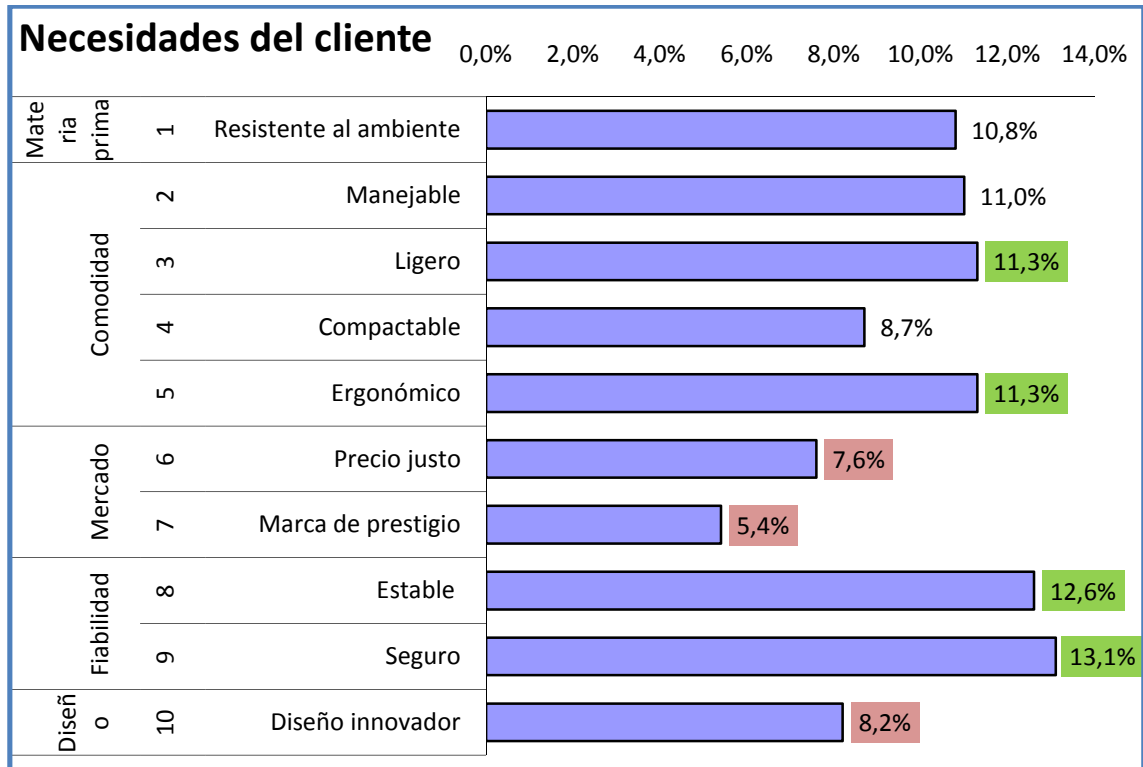
Tipo de material															
Capacidad de frenado															
Longitud manillar															
Ancho de vía															
Distancia entre ejes															
Peso	+														
Resistencia del material	+														
nº ruedas															
Angulo de giro ruedas delanteras															
Ancho de rueda															
Altura del asiento															
Altura del CG															

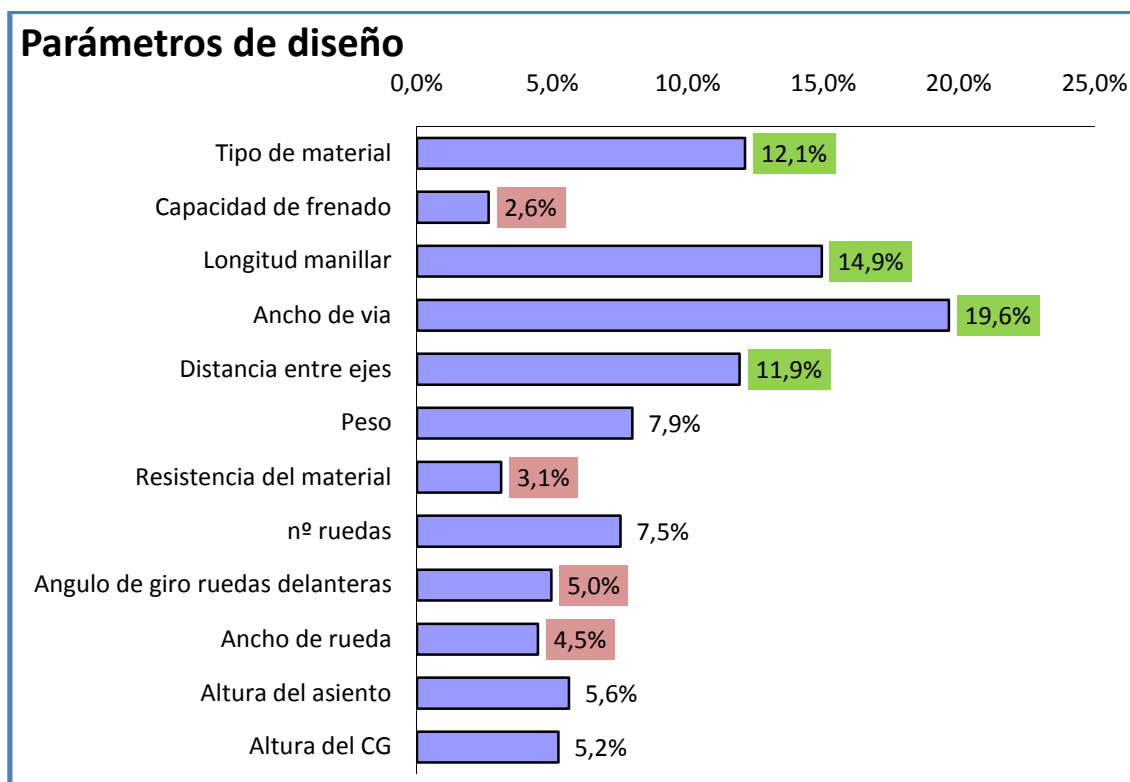
PARÁMETROS DE DISEÑO

QFD I			Calificación ponderada actual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
			93,7%	11,7%	2,5%	14,4%	18,9%	11,5%	7,6%	3,0%	6,1%	4,8%	4,3%	5,4%	5,0%					
Necesidad Superior	No	Necesidad del Cliente	Peso Ponderado	Tipo de material	Capacidad de frenado	Longitud manillar	Ancho de vía	Distancia entre ejes	Peso	Resistencia del material	nº ruedas	Angulo de giro ruedas delanteras	Ancho de rueda	Altura del asiento	Altura del CG	Eval de clientes	Peso Ponderado	Eval ponderada	Brecha absoluta ponderada	Brecha absoluta relativa
Materia prima	1	Resistente al ambiente	10,8%	9												80%	10,8%	8,6%	2,2%	34,0%
Comodidad	2	Manejable	11,0%	3		9	9	3	3		3	9	3			95%	11,0%	10,5%	0,6%	8,7%
	3	Ligero	11,3%	9			3	3	9		3					95%	11,3%	10,7%	0,6%	8,9%
	4	Compacto	8,7%			9	9	9			3	1	3			90%	8,7%	7,8%	0,9%	13,7%
	5	Ergonómico	11,3%			9	9							9		100%	11,3%	11,3%	0,0%	0,0%
Mercado	6	Precio justo	7,6%	3		1				3	1			1		80%	7,6%	6,1%	1,5%	24,0%
	7	Marca de prestigio	5,4%		1					1						95%	5,4%	5,1%	0,3%	4,3%
Fiabilidad	8	Estable	12,6%		1	3	9	9	3		3		3	1	9	100%	12,6%	12,6%	0,0%	0,0%
	9	Seguro	13,1%		3					3						100%	13,1%	13,1%	0,0%	0,0%
Diseño	10	Diseño innovador	8,2%	1												95%	8,2%	7,8%	0,4%	6,5%
			100,0%																	
			Peso ponderado OK	2,6	0,6	3,2	4,3	2,6	1,7	0,7	1,4	1,1	1,0	1,2	1,1	93,0%	100,0%	93,7%	6,3%	100,0%
				Tipo de material	Capacidad de frenado	Longitud manillar	Ancho de vía	Distancia entre ejes	Peso	Resistencia del material	nº ruedas	Angulo de giro ruedas delanteras	Ancho de rueda	Altura del asiento	Altura del CG					
				Métrico		mm	mm	mm	Kg	Resistencia	nº ruedas	grados	mm	mm	mm					
				Dirección de Mejora	Nominal es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Menor es mejor	Menor es mejor	Mayor es mejor	Nominal es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Mayor es mejor	Menor es mejor					
				competencia 1	Aluminio		140	620	470	7,2		4	360	5	520					
				competencia 2	Aluminio		80	560	470	5,8		4	360	5	620					
				Meta			140	600	470	7		4	360	5	540-620					
				Dificultad			10%	20%	40%	80%		20%	20%	20%	80%					

11.1. CONCLUSIONES

Con la realización del QFD I se puede obtener valiosa información de mejora del producto. Así, se podrá ver en que parámetros de diseño hay que centrarse para diseñar de forma optimizada. Las necesidades del cliente y parámetros de diseño quedan clasificados por los siguientes valores de importancia:





Las necesidades con ponderación o peso elevado, son requerimientos del consumidor importantes para la empresa y si la brecha absoluta relativa es baja significa que la evaluación competitiva es elevada, por lo que debemos mantenerla, de lo contrario, se debe hacer una mejora que lo resuelva. En este caso tenemos:

- **Seguro** (peso: 13,1% brecha abs. relativa: 0%) → mantener
- **Estable** (peso: 12,6% brecha abs. relativa: 0%) → mantener
- **Ligero** (peso: 11,3% brecha abs. relativa: 8,9%) → mantener
- **Ergonómico** (peso: 11,3% brecha abs. relativa: 0%) → mantener

Las necesidades con ponderación o peso bajo, son requerimientos del consumidor poco importantes para la empresa y si la brecha absoluta relativa es elevada significa que se están llevando a cabo esfuerzos en una dirección estéril; si por el contrario es baja no es necesario dedicarle esfuerzos.

- **Marca de prestigio**
(Peso 5,4% brecha abs. relativa: 4,3%) → mantener
- **Precio justo**
(Peso 7,6% brecha abs. relativa: 24%) → se debe dar menos importancia a esta necesidad
- **Diseño innovador**
(Peso 8,2% brecha abs. relativa: 6,5%) → mantener

En cuanto a los parámetros de diseño se observa que los de valoración elevada (ancho de vía, longitud del manillar, tipo de material y distancia entre ejes) recogen varios o muchos

requerimientos del producto con ponderaciones altas y por tanto, resulta interesante, en estos casos, ofrecer una evaluación competitiva técnica elevada.

Para los puntos de conflicto, es decir, puntos de la matriz de relaciones en el que se encuentran valores de necesidades y valores de parámetros de diseño contrapuestos (uno elevado y otro bajo) es preferible que no estén relacionados fuertemente, ya que si es así la evaluación cuantitativa de nuestro diseño para esta característica de calidad difiere de la expectativa del cliente.

En este caso, únicamente se tienen cuatro posibles puntos de conflicto con relación media (valor 3):

Con necesidades de poco peso:

Precio justo ↔ tipo de material

Se debe buscar una solución de compromiso

Con parámetros de diseño de poco peso:

Capacidad de frenado ↔ seguro

Resistencia del material ↔ seguro

Ancho de rueda ↔ estable

Se puede utilizar la matriz de correlaciones o tejado, buscando las correlaciones positivas para mejorar de forma indirecta dicha percepción.

Como se puede observar la media de la evaluación de clientes supone un 93%, por lo que la empresa realiza una estimación de la distribución de los pesos de las necesidades del cliente muy buena. Por tanto, se pueden obtener exactamente los pesos que adjudica el cliente a cada necesidad planteada, y de esta manera, el 93,7% queda determinado, quedando el 6,3% restante adjudicado a otras necesidades que la empresa desconoce.

De entre todas las características a mejorar del producto cabe destacar:

- **Resistente al ambiente** (brecha 34%) → Menor importancia mejor
- **Precio** (brecha 24%) → Menor importancia mejor
- **Compacto** (brecha 13,7%) → Mayor es mejor

Estos porcentajes representan el tanto por ciento de la mejora global del producto que reside en estos requerimientos funcionales.

En el QFD realizado, se puede observar como los parámetros de diseño a los que se debe prestar mayor atención para la optimización del diseño y mejora eficaz de los citados requerimientos son:

- **ancho de vía** (peso 18,9%)
- **longitud de manillar** (peso 14,4%)
- **tipo de material** (peso 11,7%)
- **distancia entre ejes** (peso 11,5%)

Además, se debe prestar especial atención al peso del andador, ya que los productos de la competencia demuestran ser mejores en lo referente a este aspecto.

Una vez completa la matriz, se dispone de un plano muy visual de relaciones entre demandas y parámetros conociéndose los parámetros que hay que controlar para llegar a satisfacer determinadas demandas. También, que claro que no todas las demandas tienen la misma importancia, ni todos los aspectos del producto se valoran de igual manera por el usuario.

12. QFD II

Una vez realizado el QFD I, se realiza un QFD II para analizar la importancia en el diseño de los distintos módulos en los cuales se divide el producto analizado. Para realizar el QFD II se ha dividido cada módulo de los anteriores en más partes, para comprobar la influencia de cada componente en sí. Así:

CHASIS estructura lateral Pieza telescópica del manillar Manillar Articulación de unión FRENOS Frenos traseros	RUEDAS Ruedas delanteras Ruedas traseras ASIENTO
--	---

De forma similar al QFD I se realiza la nueva matriz. En este caso, los parámetros del producto adquieren los pesos en función de la importancia adquirida en la matriz QFD I, y se obtienen los valores objetivos para cada módulo del andador, para más tarde hacer la computación y ver que parte del producto es la más importante de todas y orden jerárquico de éstas.

El tejado de esta segunda matriz muestra las relaciones existentes entre los componentes del producto para tener en cuenta la importancia de los mecanismos que los ensamblan.

A continuación, se muestra el QFD II empleado para el análisis realizado.

estructura lateral									
pieza telescópica manillar	+								
manillar	+	+							
articulación	+								
frenos			+						
Ruedas delanteras	+								
Ruedas traseras	+					+			
Asiento	+								
QFD II	COMPONENTES DE DISEÑO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	19,60%	13,41%	16,83%	15,50%	1,97%	8,96%	6,89%	16,83%	

Nº	PARÁMETROS DE DISEÑO	Peso ponderado	estructura lateral	pieza telescópica manillar	manillar	articulación	frenos	Ruedas delanteras	Ruedas traseras	Asiento
1	Tipo de material	12,10%	3	3	3	3				
2	Capacidad de frenado	2,60%					9		3	
3	Longitud manillar	14,90%	1	9	3					
4	Ancho de vía	19,60%	1		9	9				9
5	Distancia entre ejes	11,90%	9		1	3				1
6	Peso	7,90%	9	3	3	1		1	1	
7	Resistencia del material	3,10%	3		3	3				3
8	nº ruedas	7,50%	9			1	1	9	9	1
9	Angulo de giro ruedas delanteras	5,00%	1					9		
10	Ancho de rueda	4,50%					1	9	9	
11	Altura del asiento	5,60%	1							9
12	Altura del CG	5,20%	3	9		1				9
		100,00%								
		Peso	3,52	2,41	3,02	2,78	0,35	1,61	1,24	3,02

12.1. CONCLUSIONES

Del estudio del QFD II se concluye que los componentes más importantes son:

- **Estructura lateral** (19,60%)
- **Manillar** (16,83%)
- **Asiento** (16,83%)
- **Articulación** (15,50%)

Así, se comprueba cómo la mejora de los aspectos referentes al chasis son los que mejores resultados dan para la satisfacción del cliente en relación a la dificultad de mejora y al peso que sus requerimientos presentan.

Por esta razón, resulta conveniente centrar la investigación y desarrollo del diseño en esta línea de actuación. Rediseñando y mejorando estos elementos del producto, se logrará una mejora sustancial del mismo.

Además, las dimensiones de la estructura lateral y el manillar influyen de manera directa en la ligereza, tamaño de plegado, estabilidad y ergonomía (requerimientos funcionales que, según se deduce del QFD I resultan de vital importancia en el diseño).

Debido al hecho de que el tamaño de plegado o manejabilidad están reñidos con la estabilidad, ya que la estabilidad del andador aumenta conforme aumentan el ancho de vía y distancia entre ejes, mientras que el plegado y manejabilidad se ven empeorados en esta situación. Sería necesario encontrar un valor medio que satisfaga los dos objetivos, adoptándose así una solución de compromiso entre ambos objetivos de diseño.

En este caso, no se observa ningún punto de conflicto, por tanto, la evaluación cuantitativa del diseño se acerca a las expectativas del cliente.

13. DISEÑO CONCEPTUAL

Tras realizarse un estudio exhaustivo de la situación del mercado de andadores para adultos, el mercado objetivo y los requerimientos funcionales que debe presentar el diseño para resultar adecuado, es decir, con buen potencial comercial, se realizan los primeros acercamientos al diseño final.

Con el objetivo de lograr diversidad de ideas y una amplia gama de posibilidades, se realiza una generación de ideas mediante la técnica de “*brainstorming*”. Tras su realización se preseleccionan las ideas que resultan más interesantes estructuralmente y de fabricación posible mediante las técnicas y medios actuales.

El proceso se ha llevado a cabo por separado para los distintos módulos principales de diseño: chasis, ruedas, asiento y sistema de frenos.

I. Chasis



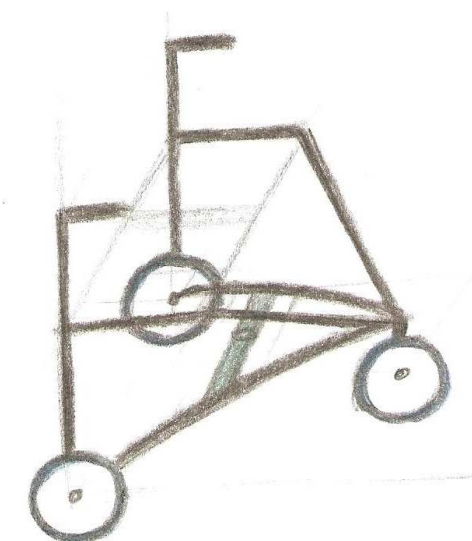
CHASIS 1

Nº ruedas: 4

Tipo de plegado: paraguas

Manillar extensible

Manillar separado



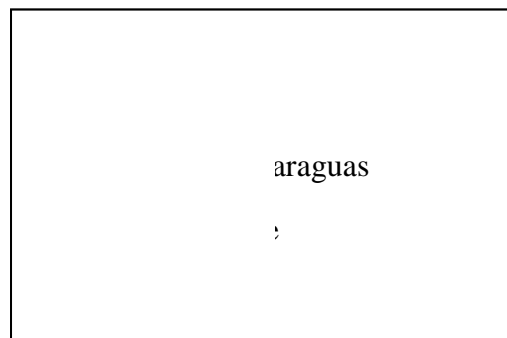
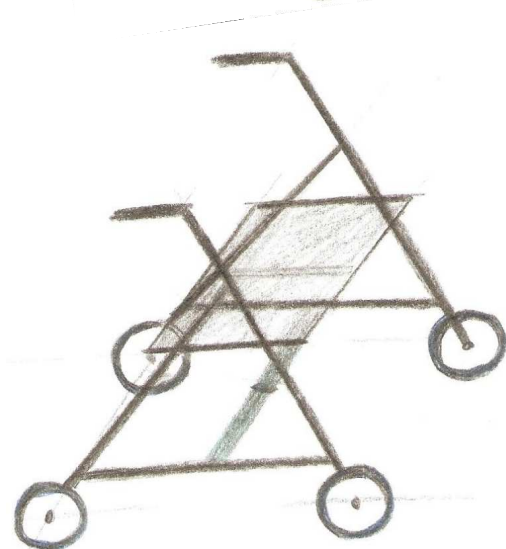
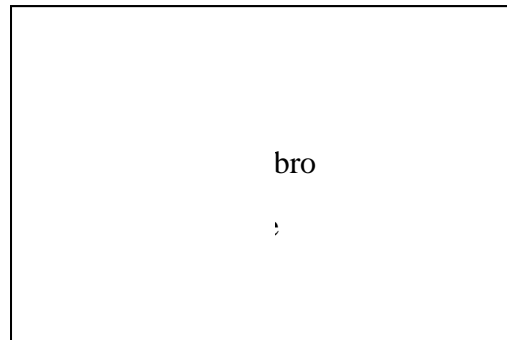
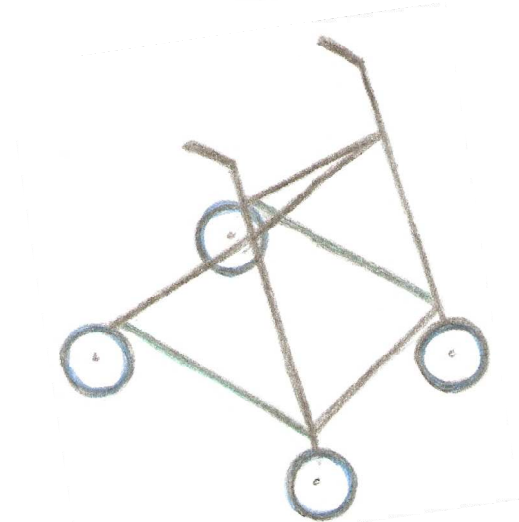
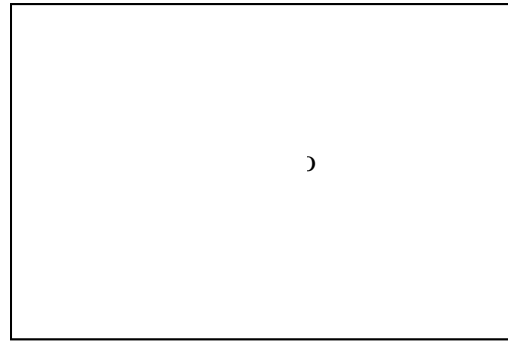
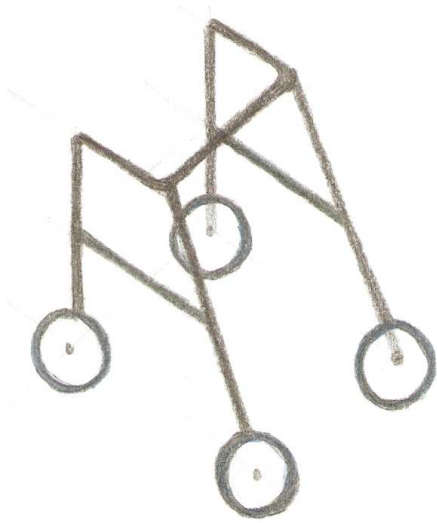
CHASIS 2

Nº ruedas: 3

Tipo de plegado: paraguas

Manillar extensible

Manillar corrido



II. Ruedas

Ruedas macizas: Ruedas de poliuretano



Ruedas hinchables: Rueda con cámara de aire



Ruedas rellenas de espuma

III. Asiento

Asiento rígido acolchado + respaldo adicional

Asiento flexible + respaldo adicional

Asiento con respaldo constituido por el manillar corrido

IV. Sistema de frenos

Sistema de frenos por cable

Sistema de frenos por disco

14. SELECCIÓN DEL DISEÑO CONCEPTUAL

Una vez se han presentado las diferentes posibilidades de diseño para los diferentes módulos del producto (chasis, asiento, ruedas, frenos) se procede a la selección del diseño conceptual, es decir, decidir con qué modelo se va a contar por ser el más conveniente.

14.1. MÉTODO AHP

El proceso de toma de decisión implica comparar elementos de tal manera que permitan establecer las preferencias entre ellos.

Dadas las características de éste planteamiento de toma de decisión: conjunto finito de alternativas, decisión basada en las diversas características o atributos de las alternativas respecto a los criterios de decisión relevantes, le son aplicables algunos de los métodos de decisión multiobjetivo. Entre estos métodos se encuentra el **método A.H.P. (Analytical Hierarchy Process, Saaty 1980)**.

Las particularidades a las cuales hace referencia dicho método son: problema configurado a través de una estructura jerárquica, utilización de una escala de prioridades basada en la preferencia de un elemento sobre otro, síntesis de juicios y orden de alternativas de acuerdo a los pesos obtenidos. Para determinar estas preferencias se hace uso de la asignación de pesos en cada nivel de jerarquía.

El AHP soporta su teoría en base a estos tres principios:

❖ Principio de Identidad y descomposición

Este principio hace referencia a estructurar el problema jerárquicamente a través de niveles intermedios (criterios sobre los cuales los siguientes niveles son dependientes). Existen varias clases de jerarquía, la más usual es la forma de árbol con el objetivo final en la parte superior del mismo. La jerarquía básica está conformada por: meta u objetivo general, criterios y alternativas.

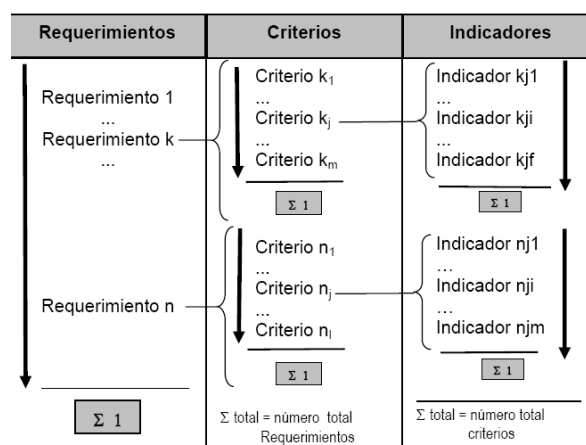


Figura 36: Árbol de jerarquía

❖ Principio de discriminación y juicios comparativos

En el AHP, los elementos de un problema son comparados en pares con respecto a su importancia relativa o a una propiedad en común. Saaty propone una escala para hacer recomendaciones. Esta escala se basa en estudios psicológicos.

❖ Principio de síntesis

Es la aproximación a través de la planeación multicriterio de problemas mediante la combinación de cada nivel de jerarquía con la escala de relativa importancia asignada. Las prioridades son sintetizadas para el segundo nivel multiplicando las prioridades locales por la prioridad de su correspondiente criterio en el nivel de arriba y adicionando ellos por cada elemento en un nivel acorde a los efectos.

Para asignar los pesos mediante este método, se deben realizar tres pasos principales:

I. DEFINICIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE DECISIÓN

La matriz de decisión define las preferencias entre los distintos elementos extremos comparándolos. Las preferencias se realizan a través de una comparación numérica por pares con el fin de establecer la importancia relativa entre unos requerimientos y otros. La asignación numérica que se ha empleado se muestra en la siguiente tabla.

ESCALA DE SAATY			
Hipótesis: i más importante que j		Hipótesis : i menos importante que j	
Escala General	Escala Verbal	Escala General	Escala Verbal
1	Igual importancia	1	Igual importancia
2	Preferencia intermedia entre 1-3	½	Preferencia intermedia entre 1 -1/1.3
3	Moderadamente más importante	1/3	Moderadamente mas importante
4	Preferencia Intermedia entre 1.3-1.5	¼	Preferencia intermedia entre 1/1.3-1/1.5
5	Más importante	1/5	Mas importante
6	Preferencia intermedia entre 1. 5-1.7	1/6	Preferencia intermedia entre 1/1.5-1/1.7
7	Mucho más importante	1/7	Mucho mas importante
8	Preferencia intermedia entre 1.7-1.9	1/8	Preferencia intermedia entre 1/1.7- 1/1.9
9	Extremadamente más importante	1/9	Extremadamente mas importante

Tabla 12: Escala de Saaty

Para la realización de las matrices se han tomado exclusivamente los siguientes índices, a fin de facilitar el proceso: 1, 3, 5, 7, 9, 1/3, 1/5, 1/7, 1/9.

La matriz de decisión es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas y criterios.

Sea A una matriz $n \times n$ donde n pertenece a Z^+ . Sea a_{ij} el elemento (i, j) de A , para $i=1, 2, 3, \dots, n$ y $j=1, 2, \dots, n$. Decimos que A es una matriz de comparaciones pareadas de n alternativas, si a_{ij} es la medida de la preferencia de la alternativa en la fila i cuando se

compara con la alternativa de la columna j . Cuando $i=j$, el valor de a_{ij} será igual a 1, pues se está comparando la alternativa consigo misma.

Además se cumple que $a_{ij} \times a_{ji} = 1$, es decir:

Criterio i	C1	C2	.....	Ci	.....	Cn
C1	1	a_{12}	.....	a_{1i}	.....	a_{1n}
C2	$1/a_{21}$	1	.....	a_{2i}	.....	a_{2n}
.....	.....	.....	1	.....	.....	.....
Ci	$1/a_{i1}$	$1/a_{i2}$	.....	1	.....	a_{in}
.....	.....	.....	.....	.....	1	.....
Cn	$1/a_{n1}$	$1/a_{n2}$	.....	$1/a_{ni}$	.....	1

Tabla 13: Ejemplo matriz de decisión de alternativas (nivel 3)

El AHP sustenta esto con los siguientes axiomas:

Axioma nº1: Referido a la condición de juicios recíprocos: Si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Axioma nº2: Referido a la condición de homogeneidad de los elementos. Los elementos que se comparan son del mismo orden de magnitud o jerarquía.

Axioma nº3: Referido a la condición de estructura jerárquica o estructura dependiente. Existe dependencia jerárquica en los elementos de dos niveles consecutivos.

Axioma nº4: Referido a la condición de expectativas de orden de rango. Las expectativas deben ser representadas en la estructura en términos de criterios y alternativas.

II. CÁLCULO DE PESOS

A. Cálculo exacto de pesos (valores y vectores propios)

Tras elaborar las matrices de comparación se calculan las prioridades o pesos de los criterios o alternativas. El proceso matemático preciso que se requiere para ello implica el cálculo de valores y vectores propios.

El vector propio se asocia al mayor valor propio de cada matriz de decisión y representa el ranking u orden de prioridades. Por otra parte, el valor propio es una medida de la consistencia del juicio, esto es, comprueba la correcta asignación de las preferencias.

Esta consistencia implica dos características: transitividad y proporcionalidad. La primera característica indica que deben respetarse las relaciones de orden entre los elemento si $A > C$ y $C > B$ por lógica $A > B$. La segunda característica representa las proporciones entre órdenes de magnitud de estas preferencias. Por ejemplo, si A es 3 veces mayor que C y C es 2 veces mayor que B , entonces A debe ser mayor que B 6 veces y éste será un juicio 100% consistente.

Debido a que nuestras estimaciones de las proporciones no son 100% consistentes (capacidad limitada de información), se admite un pequeño margen de inconsistencia. Este pequeño margen se traduce a un 10% de error.

Dicha inconsistencia viene dada por:

$$C. R. = \frac{C. I}{R. I} \leq 0,1$$

C.R: Relación de consistencia (Consistency Ratio)

C.I: Índice de consistencia (Consistency Index)

R.I: Índice de aleatoriedad (Random Index)

Se recomienda que esta relación de consistencia no exceda el 10% o el valor de 0,1 para poder calificar de muy buena la ponderación.

Para calcular la relación de consistencia se plantea como se dijo previamente un índice de consistencia que se define según la ecuación:

$$C. I. = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

Por otra parte, el índice de aleatoriedad depende del tamaño de la matriz empleada de la manera que se muestra en la Tabla 14.

Tamaño Matriz n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Índice aleatoriedad	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Tabla 14: Índice de aleatoriedad en función del tamaño de la matriz

Ahora bien, para calcular el vector y el valor propio de la matriz de decisión A, es necesario recurrir a nociones básicas de matemáticas y de algebra lineal y solucionar:

$$A \times \omega = \lambda_{\text{máx}} \times \omega$$

A= matriz de decisión

ω = vector propio de A

$\lambda_{\text{máx}}$ = máximo valor propio

Los valores propios pueden calcularse resolviendo:

$$\begin{aligned} A \times \omega - \lambda \times \omega &= 0 \\ (A - \lambda) \times \omega &= 0 \\ \det(A - \lambda I) &= 0 \end{aligned}$$

Por otra parte para calcular el vector propio, para cada valor propio λ_i , resolvemos la ecuación matricial:

$$(A - \lambda I) \times \omega = 0$$

Donde ω y 0 son vectores columna.

De esta manera quedan calculados los vectores y valores propios de la matriz de decisión. Por otra parte, si se cumple la consistencia perfecta para una matriz de tres por tres $\lambda_{máx}=3$.

B. Cálculo aproximado de pesos

Como se ha visto el proceso matemático para realizar la priorización implica el cálculo de valores y vectores propios. El siguiente procedimiento de tres pasos proporciona una buena aproximación de las prioridades de las matrices de decisión.

Paso 1: Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparaciones pareadas.

Paso 2: Dividir cada elemento de tal matriz entre el total de su columna; a la matriz resultante se le denomina matriz de comparaciones normalizada.

Paso 3: Calcular el promedio de los elementos de cada fila

III. SÍNTESIS

Una vez que se elaboran las matrices de comparación pareadas se puede calcular lo que se denomina prioridad de cada uno de los elementos que se comparan mediante el cálculo de los valores y vector propio o bien, con el procedimiento aproximado.

Para el nivel de jerarquía correspondiente a los criterios se obtiene un vector que expresa las prioridades de estos.

	Meta
	Global
Criterio 1	P'_1
Criterio 2	P'_2
...	...
Criterio m	P'_m

Del mismo modo se puede construir una nueva matriz que resume las prioridades de cada alternativa en función de cada criterio:

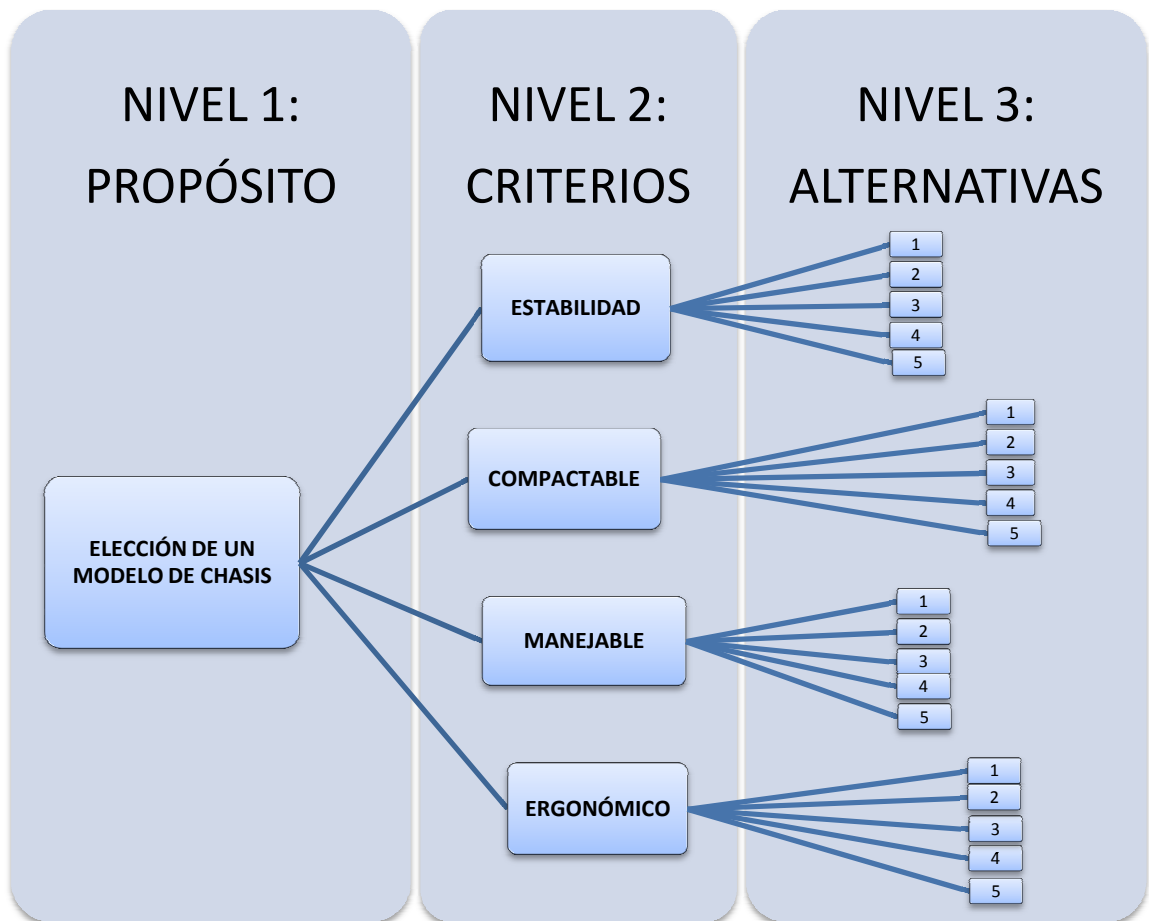
	Criterio 1	Criterio 2	...	Criterio m
Alternativa 1	P_{11}	P_{12}	...	P_{1m}
Alternativa 2	P_{21}	P_{22}	...	P_{2m}
...
Alternativa n	P_{n1}	P_{n2}	...	P_{nm}

Finalmente, la prioridad global para cada alternativa de decisión se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios:

$$\begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1m} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P'_{1} \\ P'_{2} \\ \dots \\ P'_{m} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Pg_1 \\ Pg_2 \\ \dots \\ Pg_n \end{pmatrix}$$

14.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP

I. SELECCIÓN DE CHASIS



Matriz nivel 2: criterios

	ESTABILIDAD	COMPACTABLE	MANEJABLE	ERGONÓMICO
ESTABILIDAD	1	7	3	5
COMPACTABLE	1/7	1	1/5	1/3
MANEJABLE	1/3	5	1	3
ERGONÓMICO	1/5	3	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 4,1170 \\ \lambda_2 &= -0,0037 + 0,6934i \\ \lambda_3 &= -0,0037 - 0,6934i \\ \lambda_4 &= 0,1095\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I.} = \frac{4,1170 - 4}{3 \times 0,9} = 0,0433 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de los criterios. Se ha calculado en Matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	
0.5650	0.5579	ESTABILIDAD
0.0553	0.0569	COMPACTABLE
0.2622	0.2633	MANEJABLE
0.1175	0.1219	ERGONÓMICO

Matrices nivel 3: alternativas

ESTABILIDAD	1	2	3	4	5
CHASIS 1	1	5	1/3	1/3	1/3

CHASIS 2	1/5	1	1/7	1/7	1/7
CHASIS 3	3	7	1	1	1
CHASIS 4	3	7	1	1	1
CHASIS 5	3	7	1	1	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 5.0711 \\ \lambda_2 &= -0.0356 + 0.5994i \\ \lambda_3 &= -0.0356 - 0.5994i \\ \lambda_4 &= 0 \\ \lambda_5 &= 0\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I.} = \frac{5.0711 - 5}{4 \times 1,12} = 0,0158 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de las alternativas en función de cada criterio. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	ESTABILIDAD
0.1132	0.1142	CHASIS 1
0.0354	0.0360	CHASIS 2
0.2838	0.2833	CHASIS 3
0.2838	0.2833	CHASIS 4
0.2838	0.2833	CHASIS 5

COMPACTABLE	1	2	3	4	5
CHASIS 1	1	5	9	7	3
CHASIS 2	1/5	1	5	3	1/3
CHASIS 3	1/9	1/5	1	1/3	1/7
CHASIS 4	1/7	1/3	3	1	1/5
CHASIS 5	1/3	3	7	5	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 5.2375 \\ \lambda_2 &= 0.0258 + 1.10; 04i \\ \lambda_3 &= 0.0258 - 1.1004i \\ \lambda_4 &= -0.1446 + 0.1623i \\ \lambda_5 &= -0.1446 - 0.1623i\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{5.2375 - 5}{4 \times 1,12} = 0,0530 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	COMPACTABLE
0.5128	0.5028	CHASIS 1
0.1290	0.1344	CHASIS 2
0.0333	0.0348	CHASIS 3
0.0634	0.0678	CHASIS 4
0.2615	0.2602	CHASIS 5

MANEJABLE	1	2	3	4	5
CHASIS 1	1	1/3	7	3	1
CHASIS 2	3	1	9	5	3
CHASIS 3	1/7	1/9	1	1/5	1/7
CHASIS 4	1/3	1/5	5	1	1/3
CHASIS 5	1	1/3	7	3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 5.1775 \\ \lambda_2 &= 0.0022 + 0.9592i \\ \lambda_3 &= 0.0022 - 0.9592i \\ \lambda_4 &= -0.1820 \\ \lambda_5 &= 0.0000\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{5.1775 - 5}{4 \times 1,12} = 0,0396 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	MANEJABLE
0.2039	0.2042	CHASIS 1
0.4694	0.4643	CHASIS 2
0.0308	0.0318	CHASIS 3
0.0919	0.0954	CHASIS 4
0.2039	0.2042	CHASIS 5

ERGONÓMICO	1	2	3	4	5
CHASIS 1	1	9	5	3	1
CHASIS 2	1/9	1	1/5	1/7	1/9
CHASIS 3	1/5	5	1	1/3	1/7
CHASIS 4	1/3	7	3	1	1/3
CHASIS 5	1	9	7	3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 5.2230 \\ \lambda_2 &= -0.0532 + 1.0654i \\ \lambda_3 &= -0.0532 - 1.0654i \\ \lambda_4 &= -0.0583 + 0.1060i \\ \lambda_5 &= -0.0583 - 0.1060i\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{5.2230 - 5}{4 \times 1,12} = 0,0498 < 0,1$$

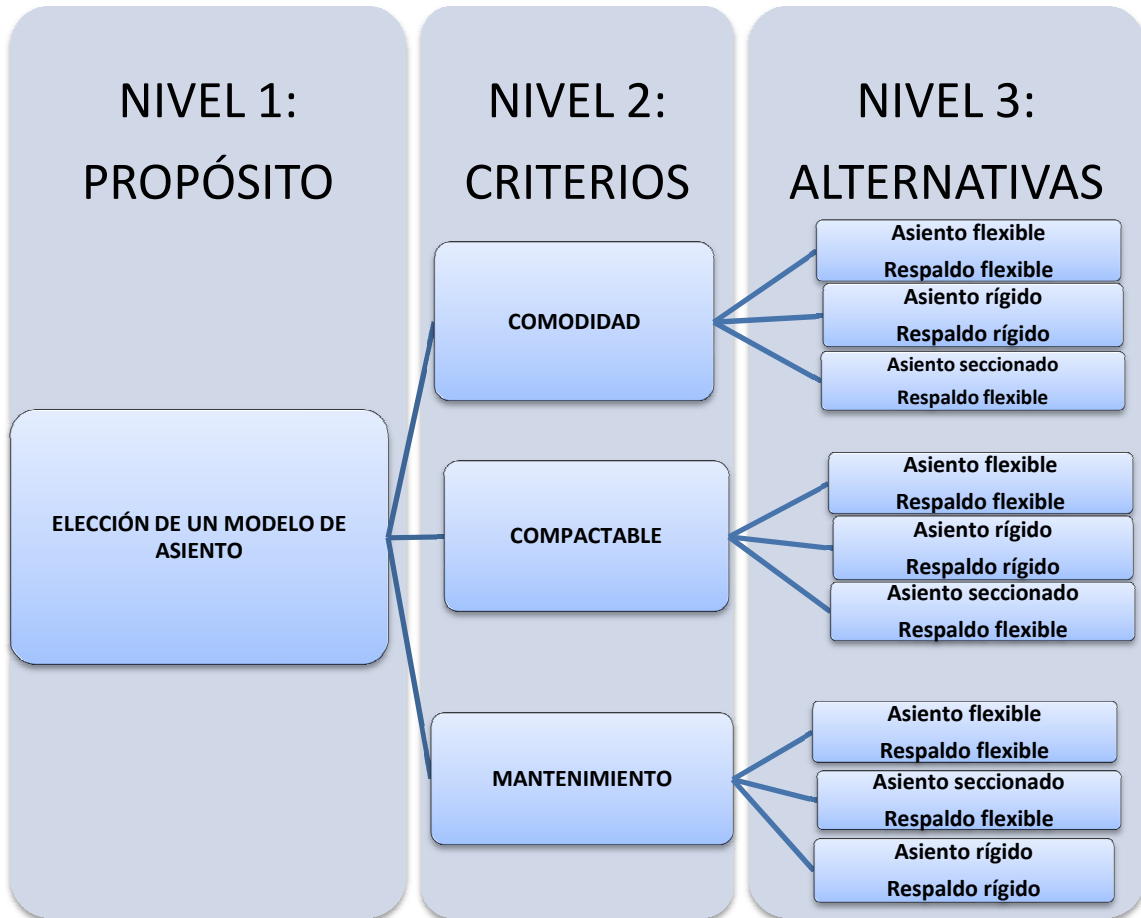
Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables

EXACTO	APROX.	ERGONÓMICO
0.3539	0.3530	CHASIS 1
0.0284	0.0297	CHASIS 2
0.0758	0.0797	CHASIS 3
0.1590	0.1599	CHASIS 4
0.3829	0.3777	CHASIS 5

Finalmente, la prioridad global para cada alternativa de diseño se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios:

$$\begin{pmatrix} 0.1132 & 0.5128 & 0.2039 & 0.3539 \\ 0.0354 & 0.1290 & 0.4694 & 0.0284 \\ 0.2838 & 0.0333 & 0.0308 & 0.0758 \\ 0.2838 & 0.0634 & 0.0919 & 0.1590 \\ 0.2838 & 0.2615 & 0.2039 & 0.3829 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.5650 \\ 0.0553 \\ 0.2622 \\ 0.1175 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.1874 \\ 0.1535 \\ 0.1792 \\ 0.2066 \\ 0.2733 \end{pmatrix} \begin{matrix} \mathbf{CHASIS 1} \\ \mathbf{CHASIS 2} \\ \mathbf{CHASIS 3} \\ \mathbf{CHASIS 4} \\ \mathbf{CHASIS 5} \end{matrix}$$

II. SELECCIÓN DE ASIENTO



Matriz nivel 2: criterios

	COMODIDAD	COMPACTABLE	MANTENIMIENTO
COMODIDAD	1	5	7
COMPACTABLE	1/5	1	3
MANTENIMIENTO	1/7	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\lambda_1 = 3.0649$$

$$\lambda_2 = -0.0324 + 0.4448i$$

$$\lambda_3 = -0.0324 - 0.4448i$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3.0649 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0559 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de los criterios. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	
0.7306	0.7235	COMODIDAD
0.1884	0.1932	COMPACTABLE
0.0810	0.0833	MANTENIMIENTO

Matrices nivel 3: alternativas

COMODIDAD	AF+RF	AF+RF	AF+RF
AF+RF	1	1/3	1/5
AR+RR	3	1	1/3
AS+RF	5	3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 3.0385 \\ \lambda_2 &= -0.0193 + 0.3415i \\ \lambda_3 &= -0.0193 - 0.3415i \end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3.0385 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0332 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de las alternativas en función de cada criterio. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades

Cristina Rebollo Mugueta

de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	COMODIDAD
0.1047	0.1062	AF+RF
0.2583	0.2605	AR+RR
0.6370	0.6333	AS+RF

COMPACTABLE	AF+R F	AF+R F	AF+R F
AF+RF	1	7	3
AR+RR	1/7	1	1/5
AS+RF	1/3	5	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 3.0649 \\ \lambda_2 &= -0.0324 + 0.4448i \\ \lambda_3 &= -0.0324 - 0.4448i\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3.0649 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0559 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	COMPACTABLE
0.6491	0.6434	AF+RF
0.0719	0.0738	AR+RR
0.2790	0.2828	AS+RF

MANTENIMIENTO	AF+RF	AF+RF	AF+RF
AF+RF	1	1/7	1/5
AR+RR	7	1	3
AS+RF	5	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 3.0649 \\ \lambda_2 &= -0.0324 + 0.4448i \\ \lambda_3 &= -0.0324 - 0.4448i\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I.} = \frac{3.0649 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0559 < 0,1$$

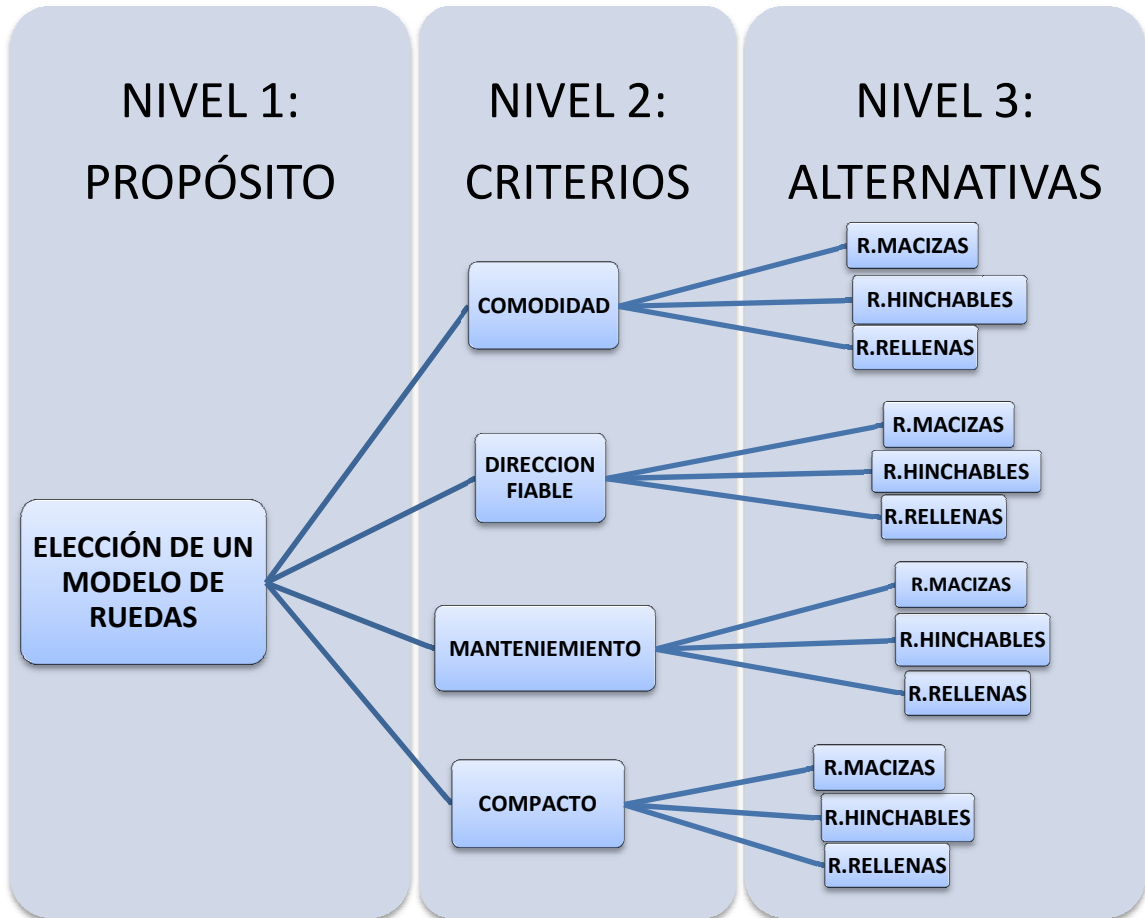
Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	MANTENIMIENTO
0.0719	0.0738	AF+RF
0.6491	0.6434	AR+RR
0.2790	0.2828	AS+RF

Finalmente, la prioridad global para cada alternativa de diseño se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios:

$$\begin{pmatrix} 0.1047 & 0.6491 & 0.0719 \\ 0.2583 & 0.0719 & 0.6491 \\ 0.6370 & 0.2790 & 0.2790 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.7306 \\ 0.1884 \\ 0.0810 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.2046 \\ 0.2548 \\ 0.5406 \end{pmatrix} \begin{matrix} \mathbf{AF+RF} \\ \mathbf{AR+RR} \\ \mathbf{AS+RF} \end{matrix}$$

III. SELECCIÓN DE RUEDAS



Matriz nivel 2: criterios

	COMODIDAD	DIR.FIABLE	MANTENIMIENTO	COMPACTO
COMODIDAD	1	1/5	3	5
DIR.FIABLE	5	1	7	9
MANTENIMIENTO	1/3	1/7	1	3
COMPACTO	1/5	1/9	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 4.1707 \\ \lambda_2 &= -0.0120 + 0.8415i \\ \lambda_3 &= -0.0120 - 0.8415i \\ \lambda_4 &= -0.1467 \end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{4.1707 - 4}{3 \times 0,9} = 0,0632 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de los criterios. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	
0.2027	0.2083	COMODIDAD
0.6574	0.6427	DIR.FIABLE
0.0942	0.1010	MANTENIMIENTO
0.0457	0.0480	COMPACTO

Matrices nivel 3: alternativas

COMODIDAD	R.MACIZAS	R.HINCHABLES	R.RELLENAS
R.MACIZAS	1	1/7	1/5
R.HINCHABLES	7	1	3
R.RELLENAS	5	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 3.0649 \\ \lambda_2 &= -0.0324 + 0.4448i \\ \lambda_3 &= -0.0324 - 0.4448i \end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3.0649 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0559 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de las alternativas. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	COMODIDAD
0.0719	0.0738	R.MACIZAS
0.6491	0.6434	R.HINCHABLES
0.2790	0.2828	R.RELLENAS

DIRECCIÓN FIABLE	R.MACIZAS	R.HINCHABLES	R.RELLENAS
R.MACIZAS	1	1/5	1/5
R.HINCHABLES	5	1	1
R.RELLENAS	5	1	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0.0000 \\ \lambda_2 &= 3.0000 \\ \lambda_3 &= 0.0000\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3 - 3}{2 \times 0,58} = 0 \Rightarrow \text{consistencia perfecta}$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	DIR.FIABLE
0.1667	0.0909	R.MACIZAS
0.4167	0.4545	R.HINCHABLES
0.4167	0.4545	R.RELLENAS

MANTENIMIENTO	R.MACIZAS	R.HINCHABLES	R.RELLENAS
R.MACIZAS	1	7	1
R.HINCHABLES	1/7	1	1/7
R.RELLENAS	1	7	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0.0000 \\ \lambda_2 &= 3.0000 \\ \lambda_3 &= 0.0000\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C. R. = \frac{C. I}{R. I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R. I} = \frac{3 - 3}{2 \times 0,58} = 0 \Rightarrow \text{consistencia perfecta}$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	MANTENIMIENTO
0.6364	0.4667	R.MACIZAS
0.0455	0.0667	R.HINCHABLES
0.3182	0.4667	R.RELLENAS

COMPACTO	R.MACIZAS	R.HINCHABLES	R.RELLENAS
R.MACIZAS	1	3	3
R.HINCHABLES	1/3	1	1
R.RELLENAS	1/3	1	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= 0.0000 \\ \lambda_2 &= 3.0000 \\ \lambda_3 &= 0.0000\end{aligned}$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C. R. = \frac{C. I}{R. I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R. I} = \frac{3 - 3}{2 \times 0,58} = 0 \Rightarrow \text{consistencia perfecta}$$

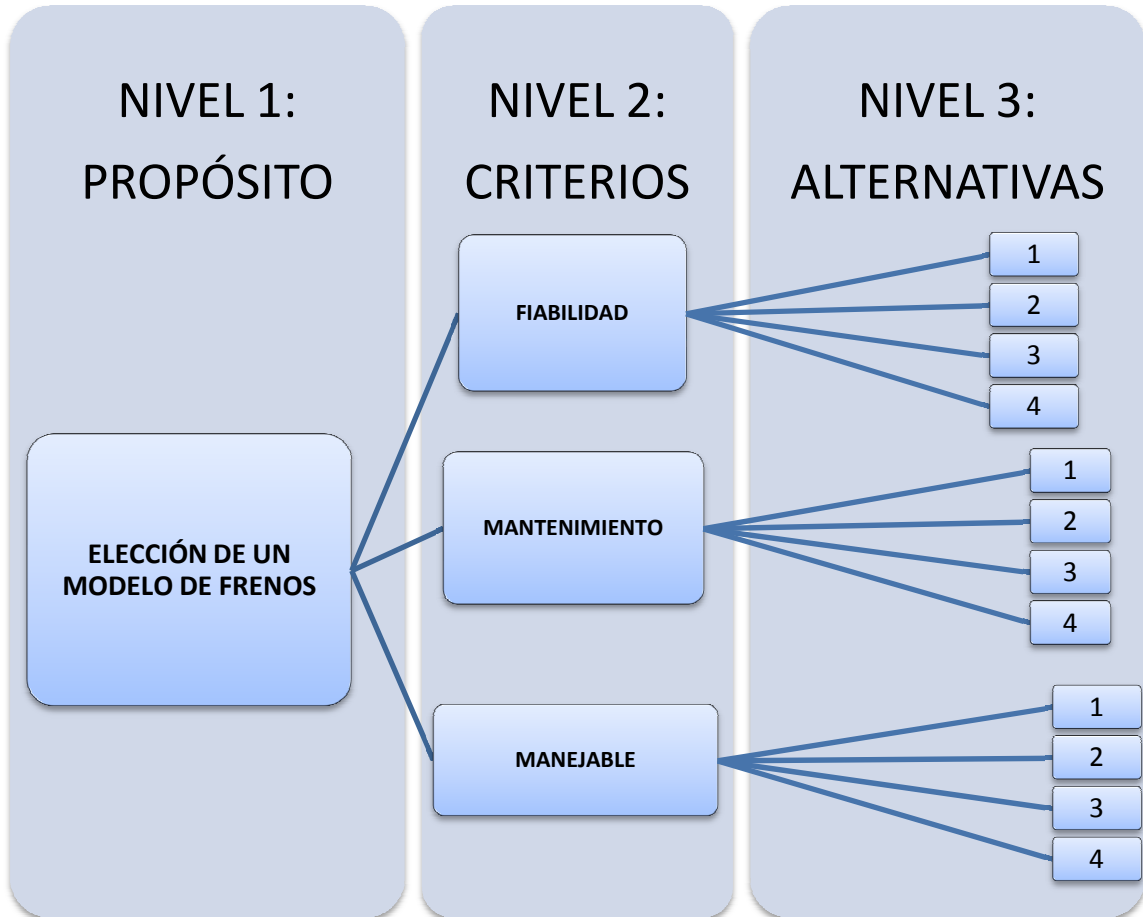
Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

EXACTO	APROX.	COMPACTO
0.7500	0.6000	R.MACIZAS
0.1250	0.2000	R.HINCHABLES
0.1250	0.2000	R.RELLENAS

Finalmente, la prioridad global para cada alternativa de diseño se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios:

$$\begin{Bmatrix} 0.0719 & 0.1667 & 0.6364 & 0.7500 \\ 0.6491 & 0.4167 & 0.0455 & 0.1250 \\ 0.2790 & 0.4167 & 0.3182 & 0.1250 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.2027 \\ 0.6574 \\ 0.0942 \\ 0.0457 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.1892 \\ 0.4155 \\ 0.3662 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \mathbf{R.MACIZAS} \\ \mathbf{R.HINCHABLES} \\ \mathbf{R.RELLENAS} \end{matrix}$$

IV. SELECCIÓN DE FRENOS



Matriz nivel 2: criterios

	FIABILIDAD	MANEJABLE	MANTENIMIENTO
FIABILIDAD	1	3	7
MANEJABLE	1/3	1	5
MANTENIMIENTO	1/7	1/5	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\lambda_1 = 3.0649$$

$$\lambda_2 = -0.0324 + 0.4448i$$

$$\lambda_3 = -0.0324 - 0.4448i$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{3.0649 - 3}{2 \times 0,58} = 0,0559 < 0,1$$

Como la C.R. obtenida es menor que 0,1 los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de los criterios. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	
0.6491	0.6434	FIABILIDAD
0.2790	0.2828	MANEJABLE
0.0719	0.0738	MANTENIMIENTO

Matrices nivel 3: alternativas

FIABILIDAD	F. DE DISCO	F. DE BICI
F. DE DISCO	1	5
F. TIPO BICI	1/5	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\lambda_1 = 2$$

$$\lambda_2 = 0$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C.R. = \frac{C.I}{R.I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R.I} = \frac{2 - 2}{1 \times 0}$$

Aunque matemáticamente ablando esto se considera una indeterminación, en este caso, se determina que los juicios realizados en la matriz se consideran aceptables ya que esto se da en un caso en el que la matriz es de tamaño mínimo y la inconsistencia es practicante nula.

A continuación, se realiza el cálculo de los pesos o prioridades de las alternativas en función de cada criterio. Se ha calculado en matlab el vector propio o vector de prioridades

Cristina Rebollo Mugueta

de la matriz según el procedimiento exacto (primera columna) y también se ha obtenido el vector de prioridades según el procedimiento aproximado (segunda columna).

EXACTO	APROX.	FIABILIDAD
0.8333	0.8333	F. DE DISCO
0.1667	0.1667	F. TIPO BICI

MANEJABLE	F. DE DISCO	F. DE BICI
F. DE DISCO	1	3
F. TIPO BICI	1/3	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\lambda_1 = 2$$

$$\lambda_2 = 0$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C. R. = \frac{C. I}{R. I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n - 1) \times R. I} = \frac{2 - 2}{1 \times 0}$$

Como en el caso anterior resulta aceptable.

EXACTO	APROX.	MANEJABLE
0.7500	0.7500	F. DE DISCO
0.2500	0.2500	F. TIPO BICI

MANTENIMIENTO	F. DE DISCO	F. DE BICI
F. DE DISCO	1	1/7
F. TIPO BICI	7	1

Del cálculo de los valores propios se obtiene:

$$\lambda_1 = 2$$

$$\lambda_2 = 0$$

La relación de consistencia de la matriz resulta:

$$C. R. = \frac{C. I}{R. I} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{(n - 1) \times R. I} = \frac{2 - 2}{1 \times 0}$$

Como en el caso anterior resulta aceptable.

EXACTO	APROX.	MANTENIMIENTO
0.1250	0.1250	F. DE DISCO
0.8750	0.8750	F. TIPO BICI

Finalmente, la prioridad global para cada alternativa de diseño se resume en el vector columna que resulta del producto de la matriz de prioridades con el vector de prioridades de los criterios:






$$\begin{Bmatrix} 0.8333 & 0.7500 & 0.1250 \\ 0.1667 & 0.2500 & 0.8750 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.6491 \\ 0.2790 \\ 0.0719 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.7591 \\ 0.2409 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \mathbf{F. DE DISCO} \\ \mathbf{F. TIPO BICI} \end{matrix}$$

En este caso, la mejor solución de freno resulta ser el freno de disco. Sin embargo, esta opción va a quedar descartada ya que este andador es un producto de gama básica y el freno de disco encarecería el producto considerablemente, con respecto al freno tipo bici.

Una vez que se han seleccionado las mejores posibilidades de diseño para cada módulo básico del producto, se combinan todas las posibilidades para así obtener todos los modelos a analizar de forma global y de esta forma tener en cuenta la relación entre componentes y el efecto que ésta tiene sobre el grado de consecución de los requerimientos funcionales que se tienen como principal objetivo.

De entre todas las posibilidades de diseño, se escogerá el modelo obtenido en la selección realizada por el método AHP o en caso de no ser posible, (por incongruencias del diseño), la que más se ajuste a dicho modelo.

Por tanto, presentando las distintas posibles combinaciones de diseño en función de las alternativas de cada módulo se obtiene la siguiente tabla. De este modo, se aprecia como el modelo seleccionado es el constituido por el chasis 5, ruedas hinchables, frenos tipo bici y asiento seccionado con respaldo flexible.

CHASIS 1 			CHASIS 2 			CHASIS 3 			CHASIS 4 			CHASIS 5 		
R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H
F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F
R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H	R.H
F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F
R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R
F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F
R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R	R.R
F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F
R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M
F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D	F.D
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F
R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M	R.M
F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B	F.B
A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE	A.R+RE	A.S+RE	A.F+RE
.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F	.R	.F	.F

R.M: ruedas macizas **R.R:** ruedas rellenas **R.H:** ruedas hinchables

F.D: frenos de disco **F.B:** frenos tipo bici **A.R+RE.R:** asiento rígido y respaldo rígido **A.F+RE.F:** asiento flexible y respaldo flexible

A.S+RE.F: asiento seccionado y respaldo flexible

15. DISEÑO PRELIMINAR

Ésta fase del proceso de diseño es en la cual, por lo general, se desarrolla el diseño estético, ergonómico, medio ambiental y de elección de materiales. En este caso se parte del diseño conceptual que ha sido desarrollado con anterioridad.

Para comenzar con el siguiente apartado es necesario tener bien fijadas y finalizadas las fases anteriores de diseño ya que todas las tareas llevadas a cabo hasta ahora constituyen conjuntamente un proceso. Todo lo que se desarrolle a continuación será una interpretación y comprobación de la información y los resultados obtenidos en apartados anteriores, es decir, todo el proceso debe ser coherente.

En este apartado del proceso de diseño, el producto adquiere su forma definitiva en un nivel de detalle absoluto. Por tanto, todos los componentes del producto quedan totalmente definidos, bien sea por sus dimensiones, así como por su composición material. Debido a la importancia y complejidad de esta fase del proceso de diseño, es evidente que, ésta precisará de gran parte de tiempo y dedicación.

En el diseño del producto es importante tener en cuenta tanto los componentes individualmente como las relaciones existentes entre ellos, ya que la unión de estos conformará el producto final. Para seguir un orden coherente se partirá de las restricciones más generales y de los componentes más relevantes, para después adentrarse en aquellos de menor importancia.

15.1. RESTRICCIONES GENERALES

En el proceso a seguir se deben establecer unos límites para acotar el producto y definir todos los componentes y características del conjunto que se va a comercializar. Por tanto, primeramente se fijan algunas restricciones.

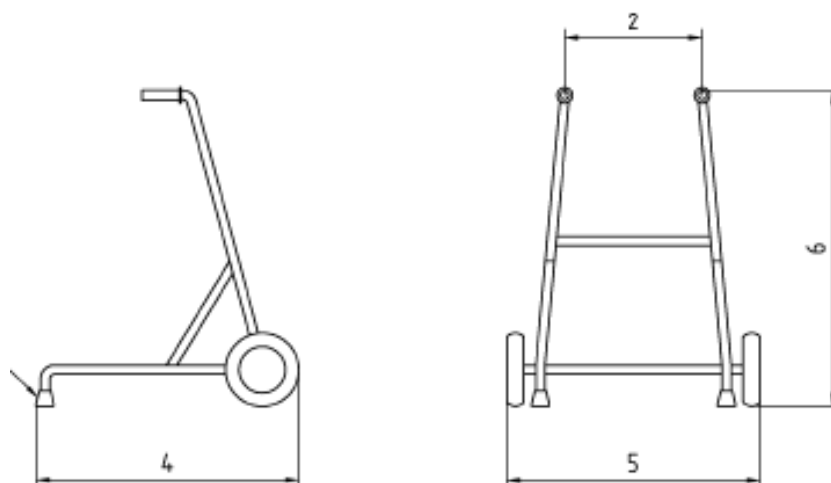
15.1.1. Envoltentes y altura de usuario

La talla o altura del andador viene determinada en función de la altura del usuario según la siguiente tabla de la norma ISO 11199-1:1999. Por tanto, para una altura de usuario de entre 1,60-1,90 m el rango de altura del andador queda determinado entre 750-1100mm.

Talla del andador (en función de su altura máxima)	Altura máxima del usuario mm	Altura del andador mm	
		mín.	máx.
1	900	350	550
2	1 100	450	650
3	1 300	550	750
4	1 550	650	850
5	1 800	750	950
6	2 050	850	1 100

Tabla 15: Altura del andador en función de la talla del usuario

Además, analizando los productos existentes en el mercado se pueden establecer los siguientes rangos de valores.



DIMENSIÓN	RANGO (mm)
2	390-450
4	670-730
5	580-610
6	750-1100

15.1.2. Edad y peso del usuario

Se debe establecer el abanico de edades para las que está destinado el andador, ya que en función de ésta se basa la capacidad de movilidad del usuario. En este caso, el producto estará destinado principalmente a personas mayores de 64 años de ambos sexos y cuyo peso no supere los 100 Kg. Sin embargo, mientras el usuario se encuentre dentro de las restricciones físicas impuestas por el producto, su edad no será especialmente excluyente. Como este producto es de características básicas y destinado a un amplio mercado de compradores se destina a la mayoría de la población con una capacidad de movilidad media, que en este caso no suele superar los 100 Kg.

15.1.3. Estética

Las líneas generales del andador deben ser suaves y de aspecto dinámico, y en conjunto debe resultar discreto. Debido a las restricciones impuestas por la naturaleza del producto se tienen ciertos componentes que pueden no favorecer el aspecto del producto, sin embargo, esto no debe conllevar el descuido de la estética. En este caso, el diseño debe combinar la practicidad y facilidad de uso del producto con una forma moderna, discreta y elegante.

15.1.4. Cargas y Coeficiente de Seguridad

En el cálculo de solicitaciones de la estructura básica del andador se aplicaran las cargas establecidas por la normativa en los métodos de ensayo del producto. Debido a que, por lo general, este producto no se verá sometido a condiciones extremas y que la velocidad

máxima será la correspondiente al paso del usuario y la masa del usuario se ha establecido en 100 Kg, se establecerá un coeficiente de seguridad de valor 2,5. La elección se basa en que se considera de agresividad media-baja al medio en el que se va a mover el producto y a la incertidumbre en los datos y las hipótesis o aproximaciones empleadas en la realización de los cálculos.

15.2. CÁLCULOS

Una vez establecidas las condiciones generales que delimitan a grandes rasgos el andador, llega el momento de dimensionar los elementos del producto. Para ello habrá que tener en cuenta tanto los elementos en sí, como las relaciones existentes entre ellos y la forma de unirse unos a otros. En este apartado se tratarán principalmente las medidas y los materiales, para dar lugar más adelante a la estética.

Esta fase del diseño se realiza de forma pareja conjunto el AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) ya que se realizarán los cálculos necesarios para dimensionar los elementos que han obtenido un NPR mayor que 100 en el AMFE, puesto que estos son los elementos que en caso de fallo tienen una consecuencia de fallo más grave. Dichos elementos son las barras que componen el chasis en su forma más general.

Por tanto, asegurando el correcto funcionamiento y duración de las anteriores piezas, se garantiza la ausencia de fallos más perjudiciales tanto para el usuario como para la imagen proyectada por el producto.

15.2.1. Chasis

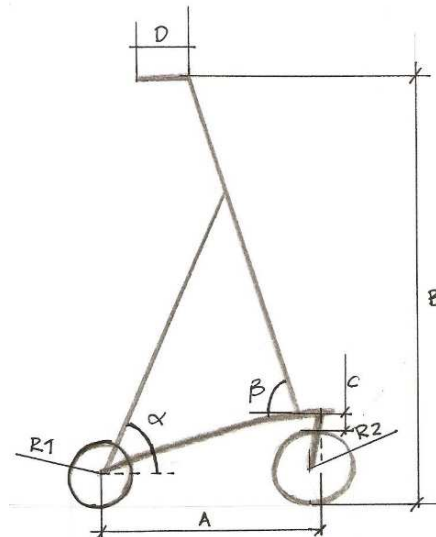
En la elaboración de todos los elementos es necesario encontrar un compromiso entre la ligereza y la resistencia, ya que la ligereza favorece la manejabilidad y la resistencia la seguridad, ambos factores muy importantes en el presente producto. Además, es de importancia considerable el coste. Mediante la ayuda de gráficos orientativos que pueden observarse en el ANEXO B, se concluye que el material más interesante es el aluminio. Debido al mecanismo de plegado, resulta mejor el aluminio para la elaboración en general del chasis y los brazos, a excepción de algunas piezas. Esto se debe a que habrá superficies en continuo rozamiento entre sí, y tanto para ello como para fomentar la ligereza del producto las características de este metal son las mejores.

Por tanto, se empleará la aleación 6063-T5, de uso extendido y de fácil adquisición en el mercado. Las propiedades de dicho metal son:

- Resistencia a la tracción: $S_{ut} = 175 \text{ MPa}$
- Límite elástico: $S_y = 130 \text{ MPa}$
- Límite teórico de resistencia a fatiga: $S'_e = 165 \text{ MPa}$

Las fuerzas que actúan sobre el andador vienen determinadas por la normativa. Para que los modelos no sean complejos, se dividirá el conjunto en dos partes, obviando los brazos transversales, asumiendo que cada estructura lateral absorbe la mitad de las cargas.

Al realizar una sencilla simplificación, la estructura que queda para analizar esta contenida en un plano, lo que implica que los cálculos a realizar sean más sencillos. Por tanto, los valores de los parámetros geométricos representados son:



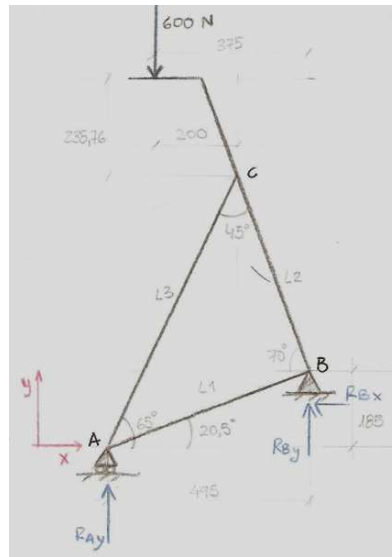
Parámetro	Magnitud	Parámetro	Magnitud
A	495 mm	R1	100 mm
B	1000 mm	R2	125 mm
C	35 mm	α	65°
D	177 mm	β	70°
Ancho	600 mm		

Para dimensionar los elementos estructurales, primero se realizara un análisis de solicitaciones bajo cargas estáticas, para identificar las secciones más solicitadas de las barras. Y posteriormente, se realizara un análisis de la estructura a fatiga para finalmente dimensionar los elementos.

15.2.1.1. Análisis estático

Antes de realizar los cálculos es necesario realizar la distribución de cargas sobre la estructura. Por tanto, se tendrá en cuenta la norma *ISO 11199-2:2005 Ayudas para caminar manejadas por ambos brazos. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Andadores con ruedas*. Ésta establece que en el ensayo para la carga estática para un usuario de 100Kg se debe aplicar una fuerza de 1200 N \pm 2% durante un tiempo de 5 segundos.

Por tanto se aplicara una carga de 600 N en cada estructura lateral. Finalmente, se tendrá el siguiente sistema isoestatico a resolver:



Siendo F las fuerzas, M los momentos respecto de un punto, el eje x el horizontal y el y el vertical, se calculan las reacciones en los apoyos:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x=0 & \quad -R_{Bx}=0 \\ \Sigma F_y=0 & \quad R_{Ay}+R_{By}-600=0 \\ \Sigma M_B=0 & \quad 600 \times 0,375 - R_{Ay} \times 0,495 = 0 \end{aligned}$$

$$R_{Ay} = 454,54 \text{ N} \quad R_{By} = 145,45 \text{ N}$$

Posteriormente, se analizará cada barra de manera individual:

- ❖ **Barra BC:** Tomando como origen B, el eje z positivo el perpendicular que sale del papel y siendo N la componente normal de solicitaciones, V el esfuerzo cortante y M el momento flector que soporta la barra:

$$\Sigma F_x=0 \quad -600 \sin 70^\circ + F_{AC} \cos 45^\circ - F_{AB} \cos 89,5^\circ + 145,45 \cos 20^\circ = 0$$

$$\Sigma F_y=0 \quad 600 \cos 70^\circ - F_{AC} \sin 45^\circ + F_{AB} \sin 89,5^\circ - 145,45 \sin 20^\circ = 0$$

$$F_{AB} = 274,07 \text{ N} \quad F_{AC} = 607,44 \text{ N}$$

De $0 < x < 0,510 \text{ m}$

$$N = -134,29 \text{ N} \quad V = -224,31 \text{ N} \quad M_z \text{ máx} = 5,60 \text{ Nm}$$

- ❖ **Barra AC:** Se toma como origen A

$$\Sigma F_x=0 \quad 454,54 \cos 25^\circ + 274,07 \cos 44,5^\circ + F_{BC} \cos 45^\circ - 600 \sin 65^\circ = 0$$

$$F_{BC} = 90,01 \text{ N}$$

De $0 < x < 0,740 \text{ m}$

$$N = -480,13 \text{ N} \quad V = -189,92 \text{ N} \quad M_z \text{ máx} = -20,54 \text{ Nm}$$

❖ **Barra AB:** Se toma como origen A

$$F_{BC} = 90,01 \text{ N} \quad F_{AC} = 607,44 \text{ N} \quad R_{Ay} = 454,54 \text{ N} \quad R_{By} = 145,45 \text{ N}$$

De $0 < x < 0,528 \text{ m}$

$$N = 48,54 \text{ N} \quad V = -137,82 \text{ N} \quad M_z \text{ máx} = -72,83 \text{ Nm}$$

De este modo se observan las solicitaciones a las cuales se ven afectadas cada elemento pero para un dimensionado adecuado se tendrá también en cuenta un análisis a fatiga mas detallado.

15.2.1.2. Análisis a fatiga

Antes de realizar los cálculos es necesario realizar la distribución de cargas sobre la estructura. Por tanto, se tendrá en cuenta la norma *ISO 11199-2:2005 Ayudas para caminar manejadas por ambos brazos. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Andadores con ruedas*. Ésta establece que en el ensayo a fatiga debe aplicarse una fuerza cíclica de $800 \text{ N} \pm 2\%$ para una masa de usuario de 100 Kg . La frecuencia de la carga cíclica no debe ser superior a 1 Hz y el número de ciclos debe ser 200.000 .

Por tanto se aplicará una carga de $400 \pm 8 \text{ N}$ en cada estructura lateral que compone el producto. Resolviendo el equilibrio general de la estructura lateral, se obtienen las reacciones en los apoyos:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & \quad -R_{Bx} = 0 \\ \Sigma F_y = 0 & \quad R_{Ay} + R_{By} - (400 \pm 8) = 0 \\ \Sigma M_B = 0 & \quad -R_{Ay} \times 0,495 + (400 \pm 8) \times 0,375 = 0 \end{aligned}$$

$$R_{Ay} = 303,03 \pm 6,06 \text{ N} \quad R_{By} = 96,97 \pm 1,94 \text{ N}$$

Posteriormente, se analiza cada barra de forma individual:

❖ **Barra BC:** Considerando las mismas condiciones que en el análisis estático pero con las nuevas cargas se obtiene:

$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 & \quad -(400 \pm 8) \sin 70^\circ + F_{AC} \cos 45^\circ - F_{AB} \cos 89,5^\circ + (96,97 \pm 1,94) \cos 20^\circ = 0 \\ \Sigma F_y = 0 & \quad (400 \pm 8) \cos 70^\circ - F_{AC} \sin 45^\circ + F_{AB} \sin 89,5^\circ - (96,97 \pm 1,94) \sin 20^\circ = 0 \end{aligned}$$

$$F_{AB} = 182,83 \pm 1,79 \text{ N} \quad F_{AC} = 405,11 \pm 8,10 \text{ N}$$

De $0 < x < 0,510 \text{ m}$

$$N = 89,42 \pm 1,79 \text{ N} \quad V = 149,65 \pm 2,99 \text{ N} \quad M_z \text{ máx} = 3,68 \pm 0,07 \text{ Nm}$$

Por tanto, la barra está sometida a tensiones debidas a esfuerzo normal, cortante y a momento flector. Considerando un perfil de tubo cuadrado de 20x20 y $e=1,5\text{mm}$ con las siguientes propiedades: $\text{Peso}=0,522\text{ Kg/m}$, $I_x=0,637\text{ cm}^4$, $W_x=0,637\text{ cm}^3$, $A=57,75\text{ mm}^2$

Para esfuerzo normal: $\sigma = \frac{N}{A}$

$$\sigma_m = \frac{89,42}{57,75} = 1,55\text{MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{1,79}{57,75} = 0,031\text{MPa}$$

Para esfuerzo cortante: $\tau = \frac{V}{A}$

$$\tau_m = \frac{149,65}{57,75} = 2,59\text{MPa}$$

$$\tau_a = \frac{2,99}{57,75} = 0,052\text{MPa}$$

Para momento flector: $\sigma = \frac{Mf}{W_{Bcz}} = \frac{Mf}{W_x}$

$$\sigma_m = \frac{3,68}{0,637} = 5,78\text{MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{0,07}{0,637} = 0,11\text{MPa}$$

Finalmente, en total tendremos:

$$\sigma_{xm} = \sigma(N) + \sigma(Mf) = 1,55 + 5,78 = 7,33\text{MPa}$$

Calculando la tensión equivalente de Von Misses:

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2} = 8,59\text{MPa}$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{[\sigma_a(Mf) + \sigma_a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau_a \times \alpha_2]^2}$$

Para realizar el cálculo a fatiga, es necesario recurrir a graficas que relacionan la resistencia a fatiga(S) con el número de ciclos(N). Para elaborar dichas graficas se establece la resistencia a fatiga para un numero bajo de ciclos (10^3 ciclos) y el límite de resistencia a fatiga a 10^6 ciclos. Finalmente si las tensiones a las que se ve sometido un elemento están por debajo del límite a fatiga (S_e), se considera que estas no acortan la vida del elemento, es decir, éste tendrá vida infinita.

Tomando como referencia $S_{200.000}$ del momento flector ($\alpha_1=1$) se calcula $\alpha_2 = \frac{S_{flexion}}{S_{cortante}}$
y $\alpha_3 = \frac{S_{flexion}}{S_{axial}}$

Comenzando por el **esfuerzo cortante** calculamos la resistencia a fatiga para 200.000 ciclos ($S_{200.000(V)}$). Para esfuerzo cortante la resistencia a fatiga para 10^3 ciclos viene dado por:

$$S(10^3) = 0,72 \times S_{ut} = 126 \text{ MPa}$$

Para obtener el límite de resistencia a fatiga (S_e) es necesario multiplicar el límite teórico a fatiga (S'_e) por una serie de factores que tienen en cuenta distintos aspectos que condicionan la resistencia del elemento:

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_q \cdot K_d \cdot K_e \cdot K_g \cdot K_c \cdot S'_e$$

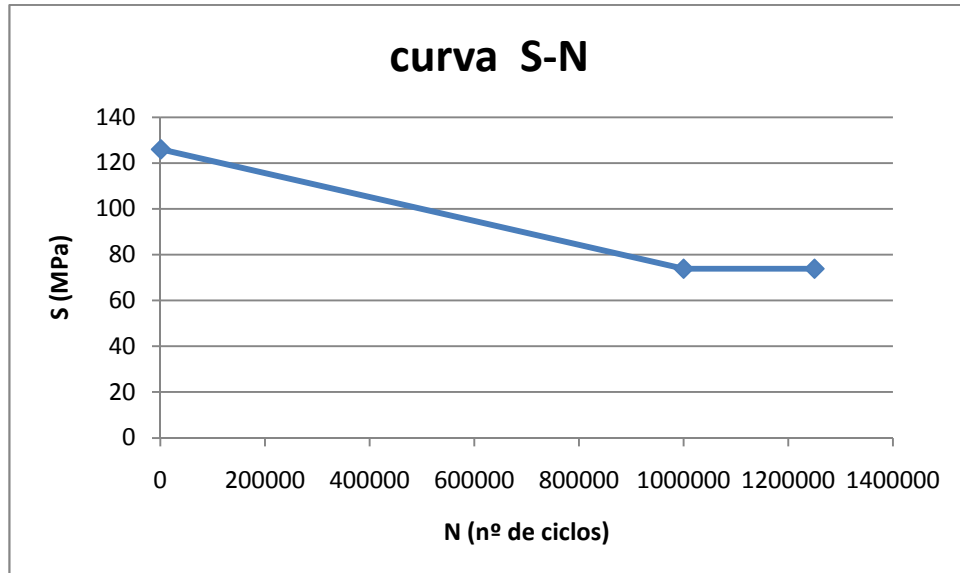
- K_a (factor de superficie)
 $K_a = a \cdot S_{ut}^b$ Donde a y b dependen del acabado superficial
- K_b (factor de tamaño): Es variable en función del esfuerzo y del tipo de sección
- K_q (factor de carga): Es variable en función del esfuerzo
- K_d (factor de temperatura): Considera la diferencia de temperatura entre el ensayo y la temperatura de operación
- K_e (factor de concentrador de tensiones): Aplicable si se considera la existencia de entalla
- K_g (factor de efectos diversos): Considera modificaciones por tipos de acabados o condiciones varias
- K_c (factor de confiabilidad)
 $K_c = 1 - \sigma \cdot D$ Asociado a la naturaleza estadística del fenómeno de fatiga, donde σ es la desviación estándar de la distribución normal del fenómeno de fatiga, y D el factor de multiplicación de la desviación relacionado con la probabilidad de vida.

Para este caso en concreto se calculan los siguientes valores:

- K_a : considerando acabado de maquinado o estirado en frío
 $a = 4,51 \text{ MPa}^{-b}$, $b = -0,265 \rightarrow K_a = 1,15$
- $K_b=1$ para esfuerzo cortante
- $K_q=0,577$ para esfuerzo cortante
- $K_d = \frac{S_{ut}}{S_u} = 1$ para una temperatura de 20°C
- $K_e=1$ No se considera ninguna entalla
- $K_g=1$ No se considera ningún tipo de efecto diverso
- $K_c=0,675$ Siendo el $S'_e=165 \text{ MPa}$ para el aluminio 6063-T5 y por tanto $\sigma=25\%$ para una probabilidad de vida del 90% y $D=1,3$

Finalmente, se obtiene el límite de resistencia a fatiga:

$$S_e = 1,15 \cdot 1 \cdot 0,577 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \cdot 165 = 73,90 \text{ MPa}$$



A continuación, se calcula $S_{200.200}$ para este caso. Este cálculo se puede realizar por semejanza de triángulos, teniendo en cuenta la escala logarítmica de la grafica:

$$\frac{\log 126 - \log 73,90}{\log 10^6 - \log 10^3} = \frac{\log 126 - \log S_{200.000}}{\log 200.000 - \log 10^3}$$

$$S_{200.000(V)} = 83,68 \text{ MPa}$$

Para el **esfuerzo axial** se obtiene:

$$S(10^3) = 0,75 \times S_{ut} = 131,25 \text{ MPa}$$

$$S_e = 1,15 \cdot 0,6 \cdot 0,923 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \cdot 165 = 70,93 \text{ MPa}$$

Por tanto, aplicando la semejanza de triángulos de la escala logarítmica en su respectiva grafica, se obtiene:

$$S_{200.000(N)} = 81,86 \text{ MPa}$$

Para el **momento flector** se obtiene:

$$S(10^3) = 0,9 \times S_{ut} = 157,5 \text{ MPa}$$

$$S_e = 1,15 \cdot 0,918 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \cdot 165 = 117,58 \text{ MPa}$$

Aplicando la semejanza de triángulos de la escala logarítmica en su respectiva grafica, se obtiene:

$$S_{200.000(Mf)} = 125,86 \text{ MPa}$$

Ahora sí, se calculan los factores y la tensión alterna equivalente de Von Misses:

$$\alpha_2 = \frac{S \text{ flexion}}{S \text{ cortante}} = \frac{125,86}{83,68} = 1,50$$

$$\alpha_3 = \frac{S \text{ flexion}}{S \text{ axial}} = \frac{125,86}{81,86} = 1,54$$

$$\begin{aligned} \sigma_{eqa} &= \sqrt{[\sigma a(Mf) + \sigma a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau a \times \alpha_2]^2} \\ &= \sqrt{[0,11 + 0,031 \cdot 1,54]^2 + 3[0,052 \cdot 1,50]^2} = 0,21 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma m^2 + 3\tau m^2} = 8,59 \text{ MPa}$$

Como en este caso se están calculando los elementos para vida infinita, la resistencia a fatiga que se requiere debe ser menor que el límite de resistencia a fatiga (S_e). Para realizar la comprobación se utiliza el criterio de Goodman y se considera la fluencia como un modo de fallo.

Línea de Goodman:

$$\frac{\sigma_{eqm}}{\frac{S_{ut}}{cs}} + \frac{\sigma_{eqa}}{\frac{S}{cs}} = 1 \rightarrow S = 0,60 \text{ MPa} < S_e$$

Comprobación a fluencia:

$$\sigma_{\text{máx}} = \sigma_{eqm} + \sigma_{eqa} = 8,80 \text{ MPa} < \frac{S_y}{cs} = 52 \text{ MPa}$$

Por lo que, el perfil de 20x20 y e=1,5 mm es suficiente.

❖ **Barra AC:** Considerando $F_{AB} = 182,83 \pm 1,79$ N y planteando equilibrio de fuerzas por ejemplo, en el eje x:

$$\Sigma F_x = 0 \quad -(400 \pm 8) \text{ sen} 65^\circ + F_{BC} \text{ cos} 45^\circ + F_{AB} \text{ cos} 44,5^\circ + (303,03 \pm 6,06) \text{ sen} 65^\circ = 0$$

$$F_{BC} = 60,13 \pm 0,68 \text{ N}$$

De $0 < x < 0,740$ m

$$N = -(405,04 \pm 7,73) \text{ N} \quad V = -(211,56 \pm 3,86) \text{ N} \quad M_z \text{ máx} = -(76,55 \pm 1,26) \text{ Nm}$$

Por tanto, la barra está sometida a tensiones debidas a esfuerzo normal, cortante y a momento flector. Considerando un perfil igual al anterior de tubo cuadrado de 20x20 y e=

Cristina Rebollo Mugueta

1,5mm con las siguientes propiedades: Peso=0,522 Kg/m, $I_x=0,637 \text{ cm}^4$, $W_x=0,637 \text{ cm}^3$, $A=57,75 \text{ mm}^2$

Para esfuerzo normal: $\sigma = \frac{N}{A}$

$$\sigma_m = \frac{405,04}{57,75} = 7,01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{7,73}{57,75} = 0,13 \text{ MPa}$$

Para esfuerzo cortante: $\tau = \frac{V}{A}$

$$\tau_m = \frac{211,56}{57,75} = 3,66 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \frac{3,86}{57,75} = 0,06 \text{ MPa}$$

Para momento flector: $\sigma = \frac{Mf}{W_{ACz}} = \frac{Mf}{W_x}$

$$\sigma_m = \frac{76,55}{0,637} = 120,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{1,26}{0,637} = 1,98 \text{ MPa}$$

Finalmente, en total tendremos:

$$\sigma_{xm} = \sigma(N) + \sigma(Mf) = 7,01 + 120,17 = 127,18 \text{ MPa}$$

Calculando la tensión equivalente de Von Misses:

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2} = 127,34 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{[\sigma_a(Mf) + \sigma_a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau_a \times \alpha_2]^2}$$

Tomando como referencia $S_{200.000}$ del momento flector ($\alpha_1=1$) se calcula $\alpha_2 = \frac{S_{flexion}}{S_{cortante}}$
 y $\alpha_3 = \frac{S_{flexion}}{S_{axial}}$

Como el perfil utilizado es el mismo que en la barra anterior y el material también es el mismo los valores de los factores α_1 , α_2 y α_3 coincidirán con el caso anterior.

Ahora sí, se calculan los factores y la tensión alterna equivalente de Von Misses:

$$\alpha_2 = \frac{S_{flexion}}{S_{cortante}} = 1,60$$

$$\alpha_3 = \frac{S_{flexion}}{S_{axial}} = 1,54$$

$$\begin{aligned} \sigma_{eqa} &= \sqrt{[\sigma_a(Mf) + \sigma_a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau_a \times \alpha_2]^2} \\ &= \sqrt{[1,98 + 0,13 \cdot 1,54]^2 + 3[0,06 \cdot 1,50]^2} = 2,19 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2} = 127,54 \text{ MPa}$$

Como la tensión máxima equivalente va a ser mayor que el límite a fluencia $\frac{S_y}{CS} = 52 \text{ MPa}$, no es necesario continuar calculando el análisis a fatiga ya que antes fallará a fluencia y por tanto, este perfil no sirve.

Ahora se comprobará el perfil de 25x25, e=3 mm con las siguientes propiedades: Peso=0,748 Kg/m, $I_x = 2,169 \text{ cm}^4$, $W_x = 1,735 \text{ cm}^3$, $A = 141 \text{ mm}^2$

Para esfuerzo normal: $\sigma = \frac{N}{A}$

$$\sigma_m = \frac{405,04}{141} = 2,87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{7,73}{141} = 0,05 \text{ MPa}$$

Para esfuerzo cortante: $\tau = \frac{V}{A}$

$$\tau_m = \frac{211,56}{141} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \frac{3,86}{141} = 0,03 \text{ MPa}$$

Para momento flector: $\sigma = \frac{Mf}{W_{ACz}} = \frac{Mf}{W_x}$

$$\sigma_m = \frac{76,55}{1,735} = 44,12 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{1,26}{1,735} = 0,73 \text{ MPa}$$

Finalmente, en total tendremos:

$$\sigma_{xm} = \sigma(N) + \sigma(Mf) = 2,87 + 44,12 = 46,99 \text{ MPa}$$

Calculando la tensión equivalente de Von Misses:

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 47,06 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{eqa} = \sqrt{[\sigma a(Mf) + \sigma a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau a \times \alpha_2]^2}$$

Para el esfuerzo axial y cortante tendremos los mismos valores anteriores de S_e y por tanto, los mismos valores de $S_{200.000(N)} = 81,86 \text{ MPa}$ y $S_{200.000(V)} = 83,68 \text{ MPa}$. Sin embargo para la flexión el valor de S_e cambia porque cambia el valor de K_b :

$$d_e = 0,808 \cdot (25 \cdot 25)^{0,5} = 20,2 \rightarrow K_b = \left(\frac{d_e}{7,62}\right)^{-0,1133} = 0,89$$

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_q \cdot K_d \cdot K_e \cdot K_g \cdot K_c \cdot S'_e = 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \cdot 165$$

$$S_e = 113,99 \text{ MPa}$$

$$S(10^3) = 0,9 \times S_{ut} = 157,5 \text{ MPa}$$

Mediante semejanza de triángulos se obtiene:

$$S_{200.000(Mf)} = 122,91 \text{ MPa}$$

Ahora sí, se calculan los factores y la tensión alterna equivalente de Von Misses:

$$\alpha_2 = \frac{S_{flexion}}{S_{cortante}} = \frac{122,91}{83,68} = 1,47$$

$$\alpha_3 = \frac{S_{flexion}}{S_{axial}} = \frac{122,91}{81,86} = 1,50$$

$$\begin{aligned} \sigma_{eqa} &= \sqrt{[\sigma a(Mf) + \sigma a(N) \times \alpha_3]^2 + 3[\tau a \times \alpha_2]^2} \\ &= \sqrt{[0,73 + 0,05 \cdot 1,50]^2 + 3[0,03 \cdot 1,47]^2} = 0,81 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\sigma_{eqm} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 47,06 \text{ MPa}$$

Para realizar la comprobación se utiliza el criterio de Goodman y se considera la fluencia como un modo de fallo:

$$\frac{\sigma_{eqm}}{\frac{S_{ut}}{cs}} + \frac{\sigma_{eqa}}{\frac{S}{cs}} = 1 \rightarrow S = 6,53 \text{ MPa} < S_e$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \sigma_{eqm} + \sigma_{eqa} = 47,92 \text{ MPa} < \frac{Sy}{cs} = 52 \text{ MPa}$$

Por lo que, el perfil de 25x25 y e=3 mm es suficiente.

❖ **Barra AB:** Considerando $F_{BC} = 60,13 \pm 0,68 \text{ N}$ y $F_{AC} = 405,11 \pm 8,10 \text{ N}$

De $0 < x < 0,528 \text{ m}$

$$N = 34,48 \pm 0,009 \text{ N}$$

$$V = 150,96 \pm 2,50 \text{ N}$$

$$M_z \text{ máx} = 79,77 \pm 1,32 \text{ Nm}$$

Por tanto, la barra está sometida a tensiones debidas a esfuerzo normal, cortante y a momento flector. Puesto que sobre esta barra van a ir apoyadas las otras dos, es necesario que esta sea un poco mas ancha. Considerando un perfil de tubo cuadrado de 25x40 y e= 2 mm con las siguientes propiedades: Peso=0,748 Kg/m, $I_x = 3,727 \text{ cm}^4$, $I_y = 5,169 \text{ cm}^4$, $W_x = 1,944 \text{ cm}^3$, $W_y = 2,584 \text{ cm}^3$, $A = 126 \text{ mm}^2$

Para esfuerzo normal: $\sigma = \frac{N}{A}$

$$\sigma_m = \frac{34,48}{126} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{0,01}{126} = 0 \text{ MPa}$$

Para esfuerzo cortante: $\tau = \frac{V}{A}$

$$\tau_m = \frac{150,96}{126} = 1,20 \text{ MPa}$$

$$\tau_a = \frac{2,50}{126} = 0,02 \text{ MPa}$$

Para momento flector: $\sigma = \frac{Mf}{W_{ACz}} = \frac{Mf}{W_x}$

$$\sigma_m = \frac{79,77}{1,944} = 41,03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{1,32}{1,944} = 0,68 \text{ MPa}$$

Debido a que las tensiones causadas por el esfuerzo cortante y el esfuerzo normal son despreciables en comparación con la tensión creada por el momento flector, solo se empleara ésta última en los cálculos.

Por tanto, para flexión tendremos:

$$de = 0,808 \cdot (25 \cdot 40)^{0,5} = 25,55 \rightarrow K_b = \left(\frac{de}{7,62}\right)^{-0,1133} = 0,87$$

$$S_e = K_a \cdot K_b \cdot K_q \cdot K_d \cdot K_e \cdot K_g \cdot K_c \cdot S'_e = 1,15 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,675 \cdot 165$$

$$S_e = 111,43 \text{ MPa}$$

$$S(10^3) = 0,9 \times S_{ut} = 157,5 \text{ MPa}$$

En este caso, la barra va a tener unos orificios para el alojamiento y apoyo de las otras dos barras superiores, y por ello, se tendrá en cuenta otro factor más, K_f (factor de concentración de esfuerzo por fatiga). Al estar tratando con un material dúctil y con un efecto concentrador de tensiones este factor solo afectara a la tensión alterna. Se considera de forma aproximada que el orificio es de 25mm de diámetro.

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

Observando la graficas adjuntadas en el ANEXO B se determina:

$$\frac{d}{w} = 0,625 \quad \frac{d}{h} = 1 \rightarrow K_t = 1,5$$

$$q = 0,85$$

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1,42$$

Finalmente, las tensiones resultantes son:

$$\sigma_m = \frac{19,77}{1,944} = 10,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{1,32}{1,944} \cdot 1,42 = 0,96 \text{ MPa}$$

Para realizar la comprobación se utiliza el criterio de Goodman y se considera la fluencia como un modo de fallo:

$$\frac{\sigma_{eqm}}{\frac{S_{ut}}{cs}} + \frac{\sigma_{eqa}}{\frac{S}{cs}} = 1 \rightarrow S = 5,85 \text{ MPa} < S_e$$

$$\sigma_{\text{máx}} = \sigma_{eqm} + \sigma_{eqa} = 11,13 \text{ MPa} < \frac{S_y}{cs} = 52 \text{ MPa}$$

Por lo que, el perfil de 25x40 y e=2 mm es suficiente.

Sin embargo, como las barras van ensambladas de tal manera que las dos primeras se apoyan sobre esta última, no es posible utilizar una barra AB de tan solo 25mm de ancho y

por tanto, ésta se va a sustituir por una de 30x30 mm que permite una mejor conexión entre barras y resiste igualmente las cargas.

15.2.2. Empuñadura

El usuario manipula el producto principalmente a través de la empuñadura de este, por ello, ésta debe tener las propiedades adecuadas para que la interacción usuario-producto se desarrolle en perfectas condiciones.

La norma *UNE-EN 894-3:2001+A1:2009 Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos* determina las dimensiones de los mandos en función del tipo de interacción usuario-mando de la siguiente manera:

Método de prensión	Parte de la mano que aplica la fuerza	Anchura o diámetro del mando manual, r (mm)	Longitud del mando manual según el eje de desplazamiento o rotación, s (mm)
1	2	3	4
Contacto	Dedo Pulgar Mano (plana)	$r \geq 7$ $r \geq 20$ $r \geq 40$	$s \geq 7$ $s \geq 20$ $s \geq 40$
Pinza	Dedo / pulgar Mano / pulgar	$7 \leq r \leq 80$ $15 \leq r \leq 60$	$7 \leq s \leq 80$ $60 \leq s \leq 100$
Agarre	Dedo / mano	$15 \leq r \leq 35$	$s \geq 100$

Tabla 16: Dimensiones mínimas recomendadas para los mandos manuales

Se ha determinado que en este producto el modo de uso es de agarre y por tanto, se considera un diámetro de 30mm y una longitud del mando de 177mm. Está compuesta por material termoplástico como puede ser el polipropileno y para una mayor comodidad se puede añadir una funda de goma espuma. Se pueden observar las cualidades de dicho material en el ANEXO B.

15.2.3. Ruedas

El andador está diseñado para uso tanto en interiores como en exteriores, por tanto, las cuatro ruedas deben presentar una adherencia adecuada a este tipo de terrenos y deben proporcionar una mínima amortiguación para la comodidad del usuario.

Según la norma *UNE-EN1985:1999 Ayudas para caminar. Requisitos generales y métodos de ensayo*, para andadores de uso extendido a exteriores:

- El diámetro de la rueda delantera debe ser mayor o igual que 180mm
- El ancho de la rueda mayor o igual que 28mm

En este caso, se escoge un diámetro de rueda delantera de 250mm, diámetro rueda trasera de 200mm y un ancho de rueda de 40mm. Este diseño de ruedas favorece el uso del producto en terrenos con pequeños obstáculos o de peor adherencia.

En el apartado 14.2. Aplicación del método AHP se ha establecido que el modelo de rueda a aplicar es el compuesto por ruedas hinchables que aunque requieren un mínimo de mantenimiento, éste se ve postizamente superado por la mayor comodidad y adaptación a distintos terrenos que pueden proporcionar. Están compuestas por una cubierta y cámara especificadas en el ANEXO B.

15.2.4. Asiento

El asiento contribuye al reforzamiento de la estructura y permite el descanso del usuario independientemente de la estatura de éste ya que se puede variar de altura al ir guiado sobre las barras del chasis. En este caso y debido a que la anchura del andador es de 600mm resultan unas dimensiones del asiento de 200x435,6x25 mm.

Debido al tipo de plegado del andador, plegado tipo paraguas, es necesario que se pueda plegar el asiento. Por tanto, la tabla esta seccionada en dos partes y estas giran respectos a los ejes que tienen las dos guías del asiento. Se realizará en resina plástica que permita el pliegue del elemento.

15.2.5. Frenos

En la norma mencionada en el apartado 15.2.3 también se establece para un andador de uso extendido a exteriores:

- La ayuda para caminar debe tener frenos en dos ruedas. El usuario debe poder accionarlos mientras camina. Los tacos de goma pueden considerarse como frenos
- La ayuda para caminar debe tener frenos de estacionamiento en dos ruedas. Los tacos de goma pueden considerarse como frenos

Como ya se estableció en el apartado 14.2. Aplicación del método AHP el mecanismo de frenado se hará efectivo con la utilización de una pequeña zapata de goma, es decir un freno tipo bici. Este dispositivo se aplica en las dos ruedas traseras y se activa mediante una manecilla colocada en la empuñadura.

El desarrollo y aplicación del dispositivo de frenado no será incluido en el presente proyecto al no ser éste parte del objetivo establecido.

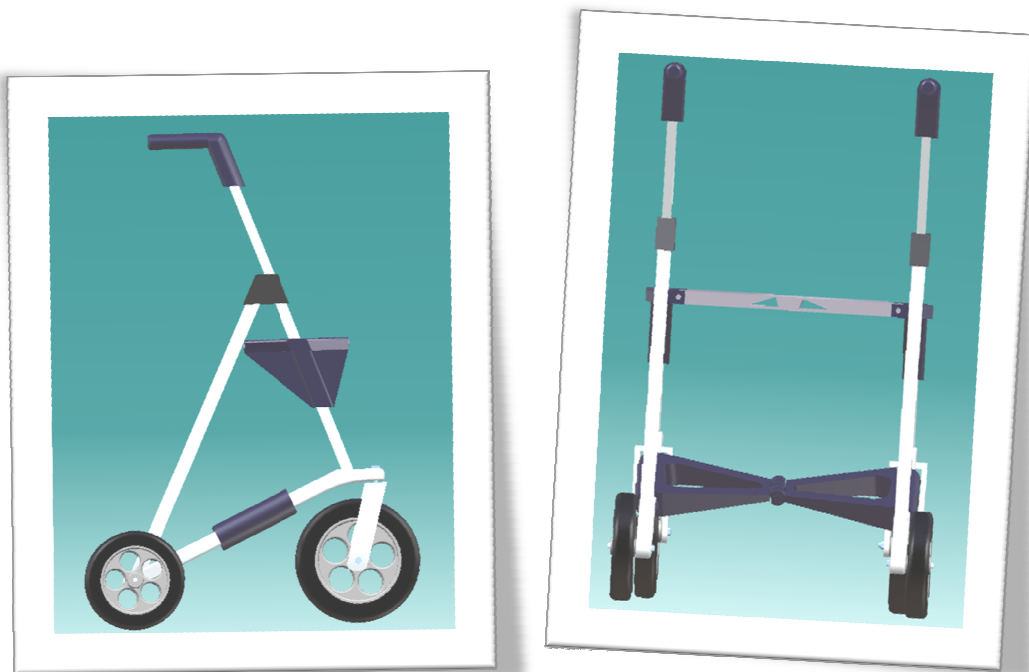
15.3. RESULTADO

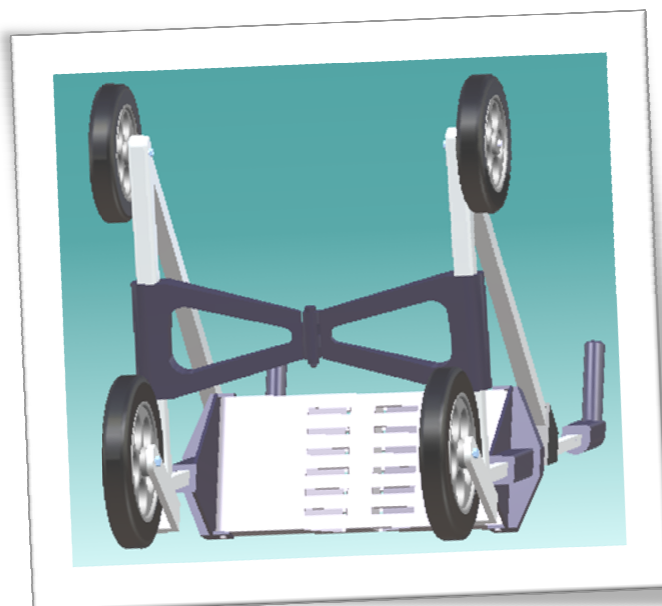
Todos los cálculos efectuados hasta ahora nos sirven para validar los componentes realmente y ver que otro tipo de ensayo podría ser necesario.

Tras realizar todos esos ensayos se procede a fabricar un prototipo, es decir, una representación física del producto, con mayor o menor parecido con nuestro producto final, con este se pretende comprobar y contrastar toda o parte de la información que tenemos hasta ese momento. En este caso se utilizará un modelo de prototipo Prototype, ya que estos permiten ensayos y pruebas, permiten simular procesos de fabricación y además son modelos que representan muy bien aspectos ergonómicos.

La técnica elegida es el sinterizado selectivo pro laser (SLS). Esta técnica utiliza polvos de diferentes materiales que son sinterizados mediante el laser, produciendo una fusión y solidificación de las partículas. Concretamente esta técnica ha sido seleccionada porque permite la utilización de gran variedad de materiales, dota a los modelos de características mecánicas, se obtiene una precisión bastante buena y son modelos que permiten diseñar en cierta medida el proceso de fabricación.

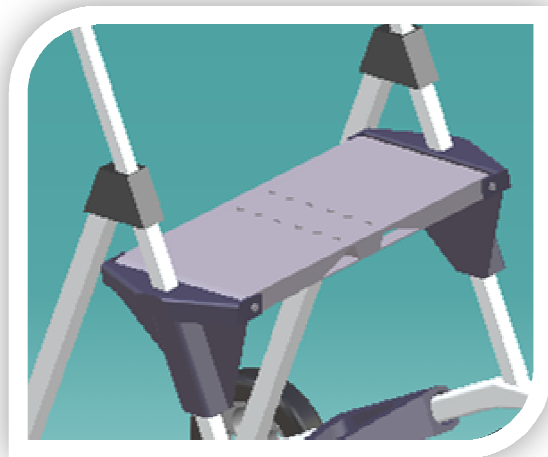
Finalmente, se puede presentar la idea general que tiene el andador una vez dibujado en CATIA. La ayuda del software informático en esta parte del trabajo se hace indispensable como iremos viendo a continuación. Por tanto se muestran las siguientes imágenes del producto a modo de presentación.





Cristina Rebollo Mugueta

Detalle del asiento:



Detalle de la rueda delantera:



16. AMFE

Antes de sacar al mercado el nuevo producto, resulta necesario anticiparse a los posibles fallos que este pueda tener. Con este objetivo, se realiza el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE).

En términos de diseño de producto, un fallo supone que un componente o un sistema no satisfacen o no funciona de acuerdo con la especificación. Los parámetros de la especificación pueden representarse en duración completa/ciclos, dimensiones lineales/tolerancias, carga o flexión, espesores de pintura, etc. Un fallo de especificación también puede incluir aspectos estáticos tales como cantos vivos, acabado demasiado brillante, etc. Un fallo no debe ser evidente para el cliente.

El modo fallo, por otra parte, es el modo en que se produce el fallo de un componente o sistema. Es la manera en que un sistema no satisface la especificación dada. Responde a la pregunta: ¿Cómo ha podido fallar el componente o sistema? El modo de fallo potencial se expresa en términos “físicos”, y no como síntomas que pudiera experimentar el cliente. Un Modo Fallo se produce entre una Causa y un Efecto. La mayoría de los sistemas reales no siguen el modelo Causa-Efecto simple. Una única causa puede tener efectos múltiples. Una combinación de causas puede conducir a un efecto, o ellos mismo pueden conducir a efectos múltiples. Las causas pueden tener causas, y los efectos pueden tener efectos subsecuentes posteriormente. El Modo de Fallo también debe ser considerado en todos estos modelos.

El AMFE se lleva a cabo al final de la fase de diseño para encontrar los potenciales fallos del producto antes de que este sea producido, evitando que dichos fallos repercutan en el usuario. El AMFE es una técnica iterativa que promueve el pensamiento sistemático al desarrollar un producto, centrando su atención en las siguientes cuestiones:

¿Qué puede salir mal en el proceso de fabricación y durante la vida de servicios del producto?

¿En qué grado puede salir mal?

¿Qué hay que hacer para evitarlo?

Estas preguntas pueden tener respuesta si se analiza adecuadamente el producto por parte del equipo de diseño que lo está desarrollando.

Aunque existan dos tipos de AMFE's como son el AMFE de diseño y el AMFE de proceso, en el presente proyecto únicamente se desarrollará el AMFE de diseño, ya que no se pasará a fabricación por no ser este el objetivo final del mencionado proyecto.

Esto es importante aclararlo ya que las causas potenciales de fallos pueden estar en deficiencias del diseño (el diseño se fabrica como esta especificado, pero falla desde su concepción), en deficiencias de fabricación (el producto no se fabrica según las especificaciones del diseño) o en deficiencias de proceso de ensamblaje (similar a la anterior).

Por tanto, se realizará un AMFE de diseño, de tal forma que el grupo de diseño pueda rediseñar y recalcular los componentes del producto que puedan dar lugar a futuros problemas antes de realizar la importante inversión que supone la fabricación en serie del producto.

A través del AMFE, se determinan no solo los modos de fallo del diseño, sino también los posibles efectos de estos fallos, su gravedad y consecuencias. Una vez analizados estos datos se podrán tomar las acciones de diseño necesarias para prevenirlos.

Del estudio de AMFE realizado, habrá que mejorar aquellos aspectos en los que el NRP (Número de Prioridad de Riesgo) resulte mayor que 100 o bien la frecuencia, gravedad o detección tengan un valor de 10.

Éste análisis se presenta por módulos del andador: chasis, ruedas, frenos y asiento.

	Componentes	Modo de fallo	Causa	Efecto	F	G	D	NPR		
CHASIS	GENERAL	Vuelco	Inestabilidad del sistema/mala posición del CG	Caída del andador. posible accidente	2	8	2	32		
		Tambaleo		Caída del andador. posible accidente	3	6	5	90		
	MANILLAR	Bloqueo del mecanismo telescópico	Dilatación del manillar	Incomodidad del usuario	3	5	6	90		
	SISTEMA PLEGADO DE	Bloqueo del sist. de plegado	Lubricación insuficiente	Material defectuoso	Posible inutilización o pérdida de la capacidad de plegado	2	6	6	72	
			Material defectuoso			2	6	4	48	
			Proceso de fabricación			4	6	3	72	
		Rotura de un brazo del sistema de plegado	Material defectuoso	Dimensionamiento erróneo	Inutilización del andador	2	9	4	72	
			Dimensionamiento erróneo			2	9	3	54	
			Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado			2	8	6	96	
		Separación del sist. de plegado	Material de unión defectuoso		Inutilización del andador	2	7	5	70	
		Plegado no intencionado	Sistema accionado involuntariamente		Disminución de la seguridad y dificultades en el uso	2	7	7	98	
	BARRAS ESTRUCTURALES	Rotura del chasis	Dimensionamiento erróneo	Material defectuoso	Inutilización del andador	2	9	3	54	
			Material defectuoso			2	9	4	72	
			Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado			2	9	7	126	
		Aparición de grietas en la estructura	Dimensionamiento erróneo	Material defectuoso	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	Disminución de la seguridad	2	8	3	48
			Material defectuoso				2	8	4	64
			Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado				2	8	7	112
			Proceso de fabricación				4	8	2	64
		Deformación del chasis	Dimensionamiento erróneo	Material defectuoso	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	Disminución de la seguridad y dificultades en el uso	2	7	3	42
			Material defectuoso				2	7	4	56
			Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado				2	7	7	98
			Proceso de fabricación				4	7	2	70

RUEDAS	Componentes	Modo de fallo	Causa	Efecto	F	G	D	NPR
	LLANTAS/EJES	Chirrido	Excesivo rozamiento de rueda y eje	Molesto para el usuario	2	3	3	18
		Falta de apoyo de una rueda	Montaje erróneo	Inestabilidad y desgaste excesivo del resto	3	5	2	30
			Pieza defectuosa		2	5	2	20
		Bloqueo de una rueda	Oxidación del eje/inclusión de partículas en el rodamiento	Serias dificultades en el uso del andador	4	6	2	48
	NEUMATICOS	Rueda patina	Mal diseño de neumáticos	Mala manejabilidad	6	4	4	96
	RUEDAS DELANTERAS	Ruedas delanteras atascadas	Rodamiento defectuoso/Acumulación de residuos	Perdida de direccionalidad	2	6	2	24
	LLANTA	Perdida de una rueda	Montaje erróneo	accidente	2	8	3	48
		Rotura de la llanta	Dimensionamiento erróneo	Dificultades de uso del andador	2	7	3	42
			Material defectuoso		2	7	4	56
Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado			2		7	7	98	
GENERAL	Excesivo tamaño plegado	Ruedas demasiado grandes	Incomodo para el usuario	10	4	1	40	

	Componentes	Modo de fallo	Causa	Efecto	F	G	D	NPR
FRENOS	CAJA FRENOS	Excesiva dureza	Tensión del cable elevada	Incomodo para el usuario	6	4	3	72
	ZAPATAS	No actuación de los frenos	Pinzas mal ajustadas	Posible accidente	3	8	4	96
		Desgaste de las zapatas	Mala elección del tratamiento térmico	Mayor dificultad de accionamiento	4	6	3	72
ASIENTO	ACOLCHADO	Incomodidad del usuario	Poco acolchado	Incomodidad del usuario	1	6	6	36
		Rotura del acolchado	Material poco resistente	Incomodidad del usuario	6	3	3	54
	RESPALDO	Incomodidad del usuario	Muy rígido	Incomodidad del usuario	2	6	6	72
		Desprendimiento del respaldo	Montaje erróneo	accidente	2	9	5	90
	ASIENTO	Bloqueo del mecanismo de variación de altura	Dilatación del sistema	Incomodidad del usuario	3	4	6	72
			Material defectuoso	Inutilización del asiento	2	9	4	72
		Dimensionamiento erróneo	2		9	3	54	
		Rotura del asiento	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	2	9	6	108	
			Proceso de fabricación	Disminución de la seguridad y puede que de la comodidad del usuario	4	7	3	84
		Material defectuoso	2		7	4	56	
		Dimensionamiento erróneo	2		7	3	42	
		Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	2		7	7	98	

La combinación de elementos, modos de fallo y causas potenciales a las que hay que prestar especial atención por su índice NPR son:

COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	NPR
Chasis	Rotura del chasis	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	126
Chasis	Aparición de grietas en la estructura	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	112
Asiento	Rotura del asiento	Condiciones de uso excepcionales o fuera del rango esperado	108

Como se aprecia en la tabla la principal causa que se prevé de los fallos más graves es el uso incorrecto del producto o las solicitudes extremas a las que es sometido por accidente. Estas causas son incontrolables pero se deben tener en cuenta en el diseño, especialmente el uso incorrecto, buscando el compromiso entre el diseño de un producto razonable y cubrir el abuso sobre el andador.

Resulta destacable que el elemento que supera en mayor medida el NPR de umbral es el mecanismo de plegado que da estabilidad y conforma el chasis. Esto es debido, a que el fallo de dicho elemento en el momento de uso del producto tiene como consecuencia casi segura un grave accidente que pone en peligro al usuario. También, el chasis, como conjunto de barras ensambladas, es de gran importancia ya que del mismo modo que en el caso del mecanismo de plegado el fallo de este módulo puede conllevar a un accidente. Por ello, el cálculo de estos elementos se debe realizar minuciosamente.

17. DISEÑO EN DETALLE

Finalmente, y tras realizar un estudio exhaustivo para el diseño del andador que mejor se ajusta a los requerimientos se presenta la idea general del producto, es decir, la forma definitiva que tiene el andador una vez dibujado en CATIA. Ver ANEXO A.

18. VALORACIÓN ECONÓMICA

El lanzamiento de un bien al mercado debe realizarse bajo las expectativas de recuperar el dinero invertido y obtener un beneficio satisfactorio para la empresa. Para estimar los resultados que cabe esperar de la comercialización del diseño, se lleva a cabo una fase de valoración económica. Tras la realización de una evaluación económica, ésta puede ayudar a elegir la alternativa de diseño más beneficiosa para la empresa, mediante la aplicación de técnicas de decisión, considerando la incertidumbre debida a la imprevisibilidad del mercado. Sin embargo, en este caso ya se ha realizado la elección de una alternativa de diseño mediante la jerarquización de los requerimientos funcionales establecidos por el cliente.

Al realizar este análisis económico se puede conocer la viabilidad de desarrollo y fabricación del producto, independientemente del momento del proceso de producción en el cual se aplique.

18.1. COSTES

Uno de los aspectos más importantes de la evaluación económica es el conocimiento previo de los costes, especialmente difícil en el caso de estimación de los costes de fabricación. El precio que paga el consumidor por un producto, debe cubrir los costes del mismo, el margen de beneficios del fabricante, el margen del intermediario y los impuestos. Para deducir los costes de un producto hay que tener en cuenta que estos se dividen en dos grupos principales: los costes fijos y los costes variables.

Los *costes fijos* comprenden: mano de obra indirecta (no depende del volumen de fabricación), gastos generales (administración, seguros, alquileres...) y costes de amortización de la maquinaria, instalaciones y obra civil. Estos últimos, aunque se consideran fijos ya que no dependen del número de elementos fabricados, tienen una repercusión variable en el precio por unidad que si depende del volumen de fabricación desarrollado.

Los *costes variables* comprenden: materias primas (consumidas y desperdicios), productos semi-elaborados incluidos en el bien diseñado (dependen del precio fijado por el proveedor) y la mano de obra directa (interviene directamente en la fabricación, y es proporcional al volumen de producción)

Teniendo en cuenta cada uno de los puntos de los costes fijos y variables se establecen los costes unitarios del producto. Una de las técnicas más empleadas para el cálculo de costes es la estimación mediante el uso de ratios. Estos representan una relación entre dos parámetros, por ejemplo: inversión necesaria en función del volumen de producción. Si la relación es constante o aproximada a una constante, y se conoce su valor, puede obtenerse el valor estimado de uno de los parámetros si se conoce el otro. En este caso se van a emplear los ratios propuestos en “*Cost Engineering Analysis*, W.R. Park Wiley, New York

1973”, adaptados al entorno español. El carácter de estos ratios es general y orientativo, siendo por tanto el resultado obtenido una referencia y no un dato exacto. Los ratios quedan recogidos en las siguientes tablas:

<i>Grupo Industrial</i>	<i>Vida media) V_m (años)</i>	<i>Capital total / ventas anuales a := CT/VA</i>
Productos alimenticios	13	0.50
Tabaco	16	0.71
Industria Textil	16	1.06
Confección	10	1.64
Madera y derivados	12	1.01
Mueble	12	0.65
Papel	15	1.01
Imprenta y publicaciones	13	0.86
Industria Química	14	0.91
Derivados del Petróleo	17	1.20
Caucho y plásticos	13	0.86
Cuero	12	0.58
Piedra, cerámica y vidrio	16	1.02
Metales primarios	17	1.17
Transformados metálicos	14	0.74
Maquinaria no eléctrica	15	0.92
Equipos eléctricos	12	0.71
Equipamiento de Transporte	14	0.65
Instrumentos	14	0.87
Fabricaciones diversas	13	0.72
<i>Valor Promedio General</i>	<i>14</i>	<i>0.87</i>

Tabla 17: Características financieras por grupos industriales

Grupo Industrial	Porcentaje de ventas anuales (tanto por uno)			
	Mano de obra indirecta $b:= MOI/VA$	Mano de obra directa $c:= MOD/VA$	Materiales directos $d:=MVA$	Resto
Productos alimenticios	0.05	0.08	0,65	0,22
Tabaco	0.02	0.07	0,55	0,36
Industria Textil	0.05	0.20	0,56	0,19
Confección	0.07	0.23	0,48	0,22
Madera y derivados	0.05	0.21	0,52	0,22
Mueble	0.09	0.24	0,45	0,22
Papel	0.07	0.17	0,51	0,25
Imprenta y publicaciones	0.15	0.20	0,33	0,31
Industria Química	0.07	0.09	0,43	0,41
Derivados del Petróleo	0.02	0.04	0,75	0,19
Caucho y plásticos	0.08	0.20	0,45	0,27
Cuero	0.07	0.25	0,46	0,22
Piedra, cerámica y vidrio	0.08	0.21	0,41	0,30
Metales primarios	0.05	0.17	0,56	0,21
Transformados metálicos	0.09	0.21	0,45	0,24
Maquinaria no eléctrica	0.12	0.21	0,42	0,25
Equipos eléctricos	0.14	0.19	0,42	0,25
Equipamiento de Transporte	0.08	0.15	0,57	0,20
Instrumentos	0.14	0.17	0,34	0,35
Fabricaciones diversas	0.10	0.21	0,44	0,25
Valor Promedio General	0.15	0.51	0.10	0.23

Tabla 18: Valores de explotación por grupos industriales

18.2. ESTIMACIÓN DE COSTES Y BENEFICIOS

Con los valores de los ratios puede realizarse una estimación de los costes del producto y de los beneficios esperados, evaluando así la viabilidad de su desarrollo y fabricación.

La metodología empleada para la estimación realizada comprende los siguientes pasos a seguir:

18.2.1. Estimación del nivel de producción (n_{prod})

Es necesario realizar una estimación lo más objetiva y razonable posible, para evitar que los cálculos actúen en nuestra contra. Una visión demasiado optimista puede suponer que los resultados económicos previstos sean imposibles de alcanzar, y que debido al lanzamiento del producto se termine con un balance negativo. El volumen previsto deber estar basado en la situación del mercado en el que se va a mover el producto, el tipo de bien comercializado, el grado de innovación y en cuantos factores se considere necesario.

En el caso del andador para adultos, se sabe que la ventas no van a ser excesivamente altas en España, ya que aún existe cierto recelo en el uso de estos elementos, sin embargo, año tras año se van aumentando sus ventas al comprobar la ayuda obtenida en el desarrollo de las actividades cotidianas y su mejora de calidad de vida. Pero además, hay que tener en cuenta que B&B Medizin es una empresa que comercializa a nivel europeo.

Por tanto, teniendo en cuenta que la empresa vendió 18000 andadores el año de su comienzo (1998) y que su volumen de ventas anual es de 14 millones de euros para sus tres categorías de: sillas de ruedas, scooters/andadores y elementos de wc/colchones, las ventas a las que se aspira llegar en un periodo corto de tiempo es de un volumen de producción de 21.500 unidades.

$$n_{prod} = 21.500 \text{ unidades}$$

18.2.2. Prefijar el Precio de Venta al Público (PVP)

El precio del producto debe ser competitivo, teniendo en cuenta las prestaciones del producto, y el nivel de precios de aquellos con los que va a competir de forma más o menos directa. En el caso de andadores para adultos, el precio oscila entre los 65 y los 400 euros, la gama media ronda los 150 euros. Es decir, como mínimo, para cubrir las necesidades que satisface el producto son necesarios alrededor de 70 euros y es fácil superar los 100 euros en gama básica. Por tanto, como este andador es un producto de gama básica pero con un diseño que cubre las necesidades del cliente, con una estética renovada y debido a las infraestructuras de la empresa ya disponibles, el precio de venta al público será de 150 euros.

$$PVP = 150 \text{ euros}$$

18.2.3. Obtención del Precio de Venta Directa (PVD)

Este es el precio al cual se vende el producto a los intermediarios. Para su cálculo hay que tener en cuenta el margen de beneficio que se lleva del mismo. Este margen suele ser característico de cada producto, pero de forma orientativa, siendo el producto un bien de consumo último, se considera que el margen será del 40%

$$PVP - \text{Margen} = PVD \rightarrow PVD = 150(1 - 0,4) = 90 \text{ euros}$$

18.2.4. Obtención del Total de los Ingresos por Ventas Anuales (VA)

Los ingresos anuales resultan ser el precio de venta directo por el volumen de la producción:

$$VA = PVD \times n_{prod} = 90 \times 21.500 = 1.935.000 \text{ euros}$$

18.2.5. Cálculo de la inversión necesaria o Capital Total (CT)

Para el cálculo de la inversión necesaria se emplea el ratio “a” de las tablas anteriores, una vez calculadas las ventas anuales. Como ya se ha dicho, el grupo industrial es el de fabricaciones diversas, por tanto:

$$a = 0,72$$

$$\frac{CT}{VA} = a \rightarrow CT = a \times VA = 0,72 \times 1.935.000 = 1.393.200 \text{ euros}$$

18.2.6. Cálculo de los Costes Fijos Anuales (Cf)

Los distintos aspectos que componen los costes fijos anuales se calculan por separado:

- Mano de Obra Indirecta(MOI): se calcula en función del ratio “b”

$$b = 0,10$$

$$b = \frac{MOI}{VA} \rightarrow MOI = b \times VA = 0,10 \times 1.935.000 = 193.500 \text{ euros}$$

- Amortización Anual: se calcula en función de Vm(vida media) y CT(capital total). Se supone que la amortización de los equipos, obras e instalaciones es lineal y se emplea el ratio Vm.

$$Vm = 13 \text{ años}$$

$$\text{Amortización} = \frac{CT}{Vm} = \frac{1.393.200}{13} = 107.169 \text{ euros } \cdot \text{ año}$$

- Otros(gastos financieros, seguros, etc.): se estima como un 7% del VA(ventas anuales)

$$\text{Otros} = 0,07 \times VA = 0,07 \times 1.935.000 = 135.450 \text{ euros}$$

Los costes fijos son el resultado de la suma los anteriores componentes:

$$Cf = MOI + \text{Amortización Anual} + \text{Otros} = 436.119 \text{ euros}$$

18.2.7. Cálculo de los Costes Variables (Cv)

- Mano de Obra Directa (MOD): se calcula en función del ratio “c”:

$$c = 0,21$$

$$c = \frac{MOD}{VA} \rightarrow MOD = c \times VA = 0,21 \times 1.935.000 = 406.350 \text{ euros}$$

$$MOD = 406.350 \text{ euros}$$

- Materias Primas (MP): se calcula en función del ratio “d”:
 $d = 0,44$

$$d = \frac{MP}{VA} \rightarrow MP = d \times VA = 0,44 \times 1.935.000 = 851.400 \text{ euros}$$

$$MP = 851.400 \text{ euros}$$

Por tanto, los costes variables (Cv) resultan:

$$Cv = MOD + MP = 1.257.750 \text{ euros}$$

18.2.8. Construcción del Diagrama de Equilibrio

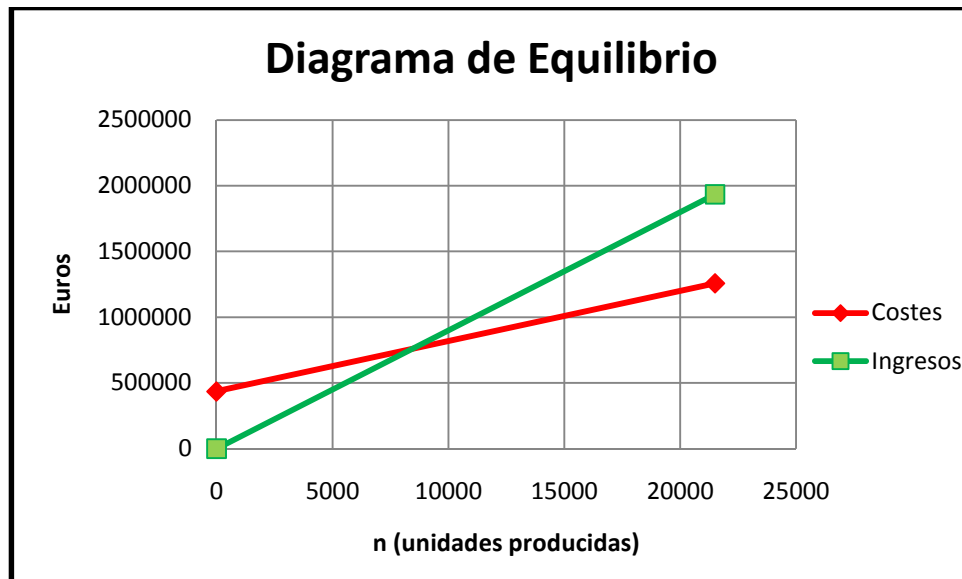
En el siguiente diagrama se relacionan costes e ingresos en función de las unidades del producto producidas y de los euros invertidos u obtenidos.

En el anterior apartado, se han obtenido los valores de costes fijos y variables para el valor prefijado de ventas anuales (VA). Además, suponiendo que se venden todas las unidades que se producen, los ingresos en función de estas son:

$$I = PVD \times n_{prod}$$

Para la realización del diagrama se realizan los siguientes pasos:

- En primer lugar, se sitúan los valores de Cf y Cv en el diagrama de costes e ingresos medidos en función de n_{prod} (estimación del nivel de producción)
- En segundo lugar, se establece la recta de costes. Para ello, hay que tener en cuenta que los costes fijos no dependen de n_{prod} , por lo que la recta cortará al eje de coordenadas en ese punto. Dado que se supone una variación lineal de los costes totales, la recta de costes se obtiene uniendo ambos puntos.
- Finalmente, se añade la recta de ingresos, ésta pasa por el origen y el valor de su pendiente es el PVD (precio de venta directa).



Al observar el diagrama de equilibrio se puede analizar de forma rápida la situación esperada. Para obtener el punto de equilibrio para el cual los ingresos se equiparan a los costes, se expresan ambas rectas en función de “n”.

$$\text{Recta de costes: } y_1 = 38,215 n + 436119$$

$$\text{Recta de ingresos: } y_2 = 90 n$$

$$\text{Resolviendo el sistema } y_1 = y_2 \rightarrow n = 8.421 \text{ unidades}$$

Por tanto, el número de unidades a vender para las cuales los ingresos serán mayores que los costes es de 13.079 unidades, es decir el margen de viabilidad es de 13.079 unidades.

Hay que tener en cuenta que el número de unidades vendidas es una estimación, basada en la tendencia de ventas de la empresa, y que por tanto está sujeta a variaciones. Por ello, es necesario expresar los beneficios en función de las unidades producidas (n_{prod}) y vendidas (n_v). Considerando que si se venden menos unidades que las producidas éstas se venderán a un precio reducido denominado precio de venta residual (PVR).

Por tanto, los beneficios brutos vienen expresados por:

$$B^{\circ} = n_v \times PVD + (n_{\text{prod}} - n_v) \times PVR - CT$$

Sin embargo, si se considera que todas las unidades producidas son vendidas, el término del PVR es nulo, por lo que el beneficio se obtiene restando al máximo valor de ingresos el valor máximo de la recta de costes:

$$B^{\circ} = \text{Beneficios Brutos} = 1.935.000 - 1.257.750 = 677.250 \text{ euros}$$

19. CONCLUSIONES

Finalmente, en este apartado se comentarán las conclusiones a las que se ha llegado con la consecución del proyecto. De esta forma, se identificaran las aéreas o apartados que pueden ser susceptibles de errores bien sea en el diseño o en la ejecución de las distintas etapas del proyecto.

Observando el proyecto en una forma general y teniendo en cuenta que la ejecución del diseño debe ser coherente en la consecución de las fases y en el cual intervienen diferentes agentes, se plantea un primer problema, ya que el presente proyecto ha sido desarrollado únicamente por una persona. Es decir, gran parte de este trabajo queda sujeto a perspectivas, ideas y opiniones de un único individuo, el cual a su vez, difícilmente identifica sus errores.

Del mismo modo, este hecho puede influir en la ejecución del diseño preliminar, es decir, en la representación y estética de las soluciones presentadas, ya que esta fase queda determinada en función de la habilidad de la persona en este ámbito.

Otro apartado susceptible de mejora o revisión es la aplicación del método RED ya que en este se identifican los requerimientos funcionales a los cuales debe dar uso el objeto y al no llevarse a cabo en grupo puede verse reducido en el análisis.

Ante todo se ha realizado un trabajo lineal, con un principio y un fin concretos, además de una consecución coherente. Sin embargo el diseño de un objeto debe ser un proceso vivo, es decir, en ciertos puntos del proceso se debe volver atrás, actualizar ciertos aspectos, corregir los errores encontrados y buscar posibles mejoras de los elementos que ya cumplan con lo establecido. Por ejemplo, tras realizar el primer QFD se ha realizado un reajuste de lo concretado hasta ese punto.

En el proceso de elección del diseño conceptual mediante el método AHP de jerarquización de las alternativas se ha obtenido un modelo de diseño óptimo en función de los pesos de los criterios evaluados. En este caso la combinación de los componentes resultantes era físicamente posible, y por tanto, la única modificación realizada respecto al resultado obtenido ha sido en beneficio de obtener un producto mas económico correspondiéndose así con el producto de gama básica previamente planteado. Los cálculos de este proceso se han realizado de manera exacta y aproximada para así comprobar la validez de los resultados y del propio fundamento matemático del proceso.

En la realización del AMFE (Análisis modal de fallos y efectos) se han obtenido componentes un NPR mayor que 100, y por tanto, estos mismos han sido los analizados en los cálculos. Por lo general, tras esta primera obtención de modos de fallos y efectos se establecen acciones correctoras para disminuir el NPR de esos componentes y así prevenir modos de fallo o el encarecimiento posterior del producto. Si bien es cierto, que debido a que se esta realizando un proyecto de diseño con sus limitaciones formales y temporales, finalmente, se mantiene como resultado un díselo preliminar del producto.

Hacer de un diseño algo vivo es la única forma de que el producto no quede obsoleto en un corto plazo de tiempo y por tanto quede fuera del mercado, con las pérdidas que eso conlleva. No es lo mismo actualizar un diseño bueno con aceptación en el mercado, que diseñar un producto desde cero y conseguir que se haga un hueco.

En referencia al diseño preliminar, los cálculos estáticos y a fatiga se han realizado manualmente considerando ciertas aproximaciones pero el dimensionamiento de los elementos siempre quedará del lado de la seguridad. Si bien es cierto que las uniones entre los elementos no se han determinado en todos los casos, sino a un nivel general ya que la presentación del diseño en CATIA supone una visualización del producto final que se corresponde con el resultado obtenido en la fase de diseño.

Centrándonos en el producto en sí, en este caso se comercializa por una empresa alemana con alcance del mercado europeo y por lo que se prevé buen resultado en ventas. En este país y en otros como Suecia o Suiza el uso de estos productos está más extendido que en el territorio nacional. Sin embargo, la venta de este producto poco a poco va ir asentándose debido a la independencia generada en el usuario que claramente contrarresta el primer rechazo a la utilización de cualquier elemento para la ayuda en la marcha.

Finalmente, comentar que la realización de este proyecto me ha permitido conocer las diversas herramientas y metodologías que llevan un proyecto de diseño a buen puerto, obteniendo una solución que puede ser mejor o peor, pero que será válida. Además, me he podido percatar de la importancia que deben tener los distintos departamentos dentro de una empresa. Aunque sean los ingenieros quienes desarrollen la mayor parte de un proyecto de estas características, se observa cómo hay partes relacionadas con el marketing, compras, producción, ventas...Es decir, se necesita que todos los departamentos de una misma empresa naveguen en una misma dirección para llevar el barco a buen puerto.

En referencia al software CATIA, las horas de trabajo empleadas me han servido para conocer este programa tan útil en el ámbito del diseño. Esta herramienta ayuda a crear el modelo en 3D y visualizar las ideas, aunque sea en soporte informático.

19.2. POSIBLES FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Del modo del que ha sido planteado este producto para que cumpla los requerimientos funcionales detectados en los posibles compradores ha llevado a la creación de un producto básico sin grandes aportaciones suplementarias. Es decir, se puede evolucionar este diseño aumentándolo de gama añadiendo accesorios complementarios como por ejemplo: almohadilla para el asiento, fundas ergonómicas para las empuñaduras, respaldo, porta bastones, etc.

Debido al sistema de plegado establecido (plegado tipo paraguas) el tablero del asiento debe doblarse por la mitad y aunque se ha establecido como material la resina plástica, se

debe realizar un estudio mas detallado de este elemento tanto del tipo de material como del modo de plegado del mismo.

Sin embargo, aunque esto último sean aportaciones extras, si que viene estipulado por normativa que los andadores de uso extendido a exteriores deben tener frenos en dos de las ruedas y además, deben disponer también de frenos de estacionamiento. Como el estudio de este dispositivo no ha entrado dentro de los objetivos del presente proyecto, si bien, podría establecerse como una futura línea de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- EL PRODUCTO ADECUADO. PRÁCTICA DEL ANÁLISIS FUNCIONAL. Tassinari, R. Ed Marcombo 1994
- GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD. Lluís Cuatrecasas. Ed Gestión 2000. 2005
- DISEÑO DE PRODUCTOS. MÉTODOS Y TÉCNICAS. Alcaide Marzal, J., Diego Más, J. A., & Artacho Ramírez, M A. Ed Universidad Politécnica de Valencia 2001
- DISEÑO DE PRODUCTO. EL PROCESO DE DISEÑO. Alcaide Marzal, J., Diego Más, J. A., & Artacho Ramírez, M A. Ed Universidad Politécnica de Valencia 2001
- MODELO INTEGRADO DE VALOR PARA ESTRUCTURAS SOSTENIBLES. Tesis Doctoral Deissy Bibiana Alarcón Nuñez. Universidad Politécnica Cataluña. 2005
- THE ANALYTIC PROCESS. Thomas L Saaty. Ed J Wiley, New York 1980
- EL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP) COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES. Tesis Doctoral Toskano Hurtado, Gerard Bruno.
- EL GRAN LIBRO DE CATIA. Eduardo Torrecilla Insagurbe. Ed Marcombo.2010
- ANÁLISIS Y DISEÑO DE PIEZAS DE MAQUINAS CON CATIA V5. Jose Antonio Vásquez Angulo. Ed Marcombo.2009
- APUNTES DE LA ASIGNATURA: INGENIERIA DE DISEÑO. Pedro María Villanueva Roldán.
- APUNTES DE LA ASIGNATURA: DISEÑO DE MAQUINAS. Virginia Badiola Urquiola. 2004
- APUNTES DE LA ASIGNATURADE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. Pedro María Gravalos Falces
- METODOLOGÍA DEL DISEÑO INDUSTRIAL. Mónica García Melón. Ed U.P.V. 2001
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). www.ine.es
- PORTAL DE ESTADISTICAS DE LA UNIÓN EUROPEA (EUROSTAT). ec.europa.eu/eurostat
- www.axesor.es
- www.einforma.es

Cristina Rebollo Mugueta

-www.andadoresadultos.com

-www.ortosoluciones.com

-www.ortosan.es

-www.quirumed.com

-NORMA ISO 11199-2:2005: Ayudas para caminar manejadas por ambos brazos. Requisitos y métodos de ensayo. Parte 2: Andadores con ruedas.

-CATÁLOGO ALU-STOCK S.L. Perfiles de formas regulares de aluminio

-CATÁLOGO PLASTICBAGES S.L. Propileno

-CATÁLOGO B&B MEDIZIN 2009/2010

-CATÁLOGO VOLARIS SWEDEN AB.2010

-CATÁLOGO INVACARE.2010

-CATÁLOGO FORTA S.L.2010

Cristina Rebollo Mugueta
Ingeniero Técnico Industrial M.

Pamplona, 30 de junio de 2011

ANEXOS

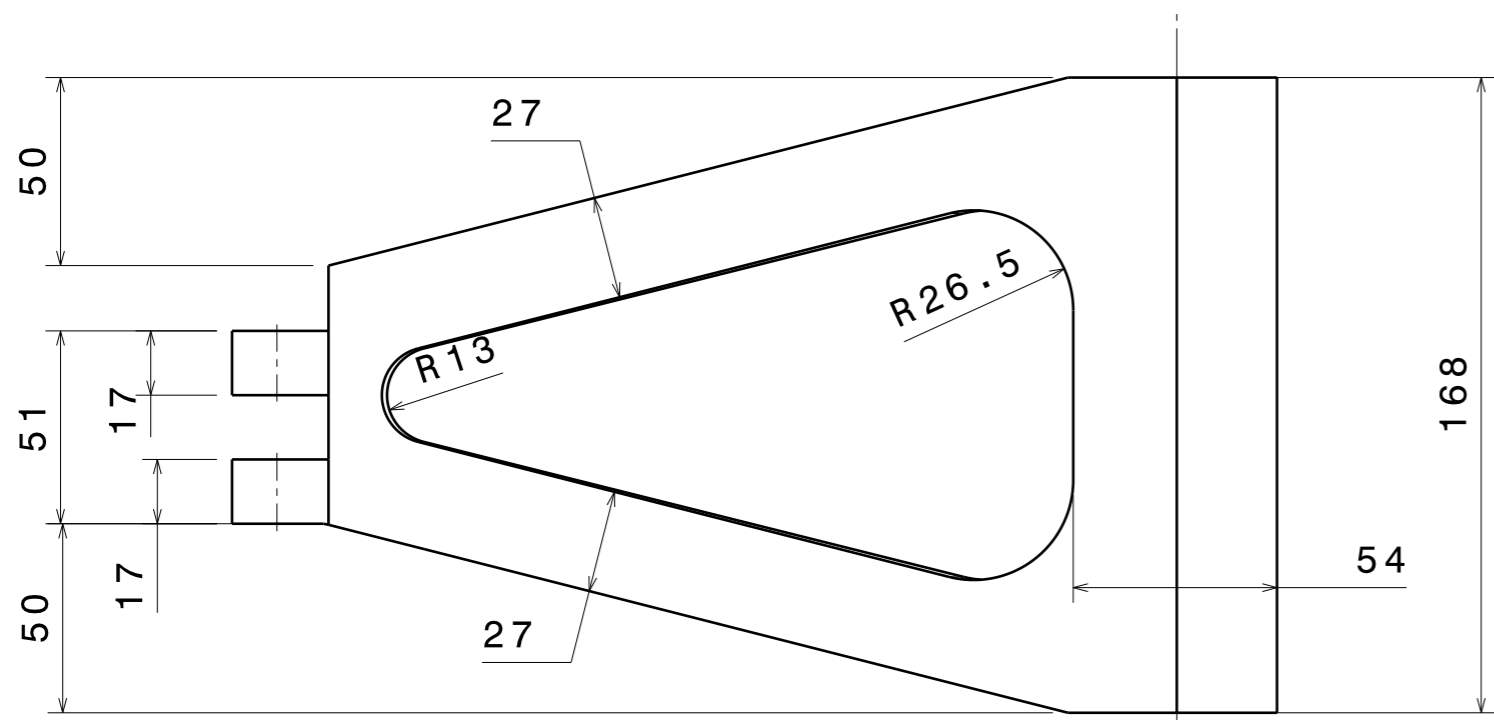
ANEXO A

ÍNDICE DE PLANOS

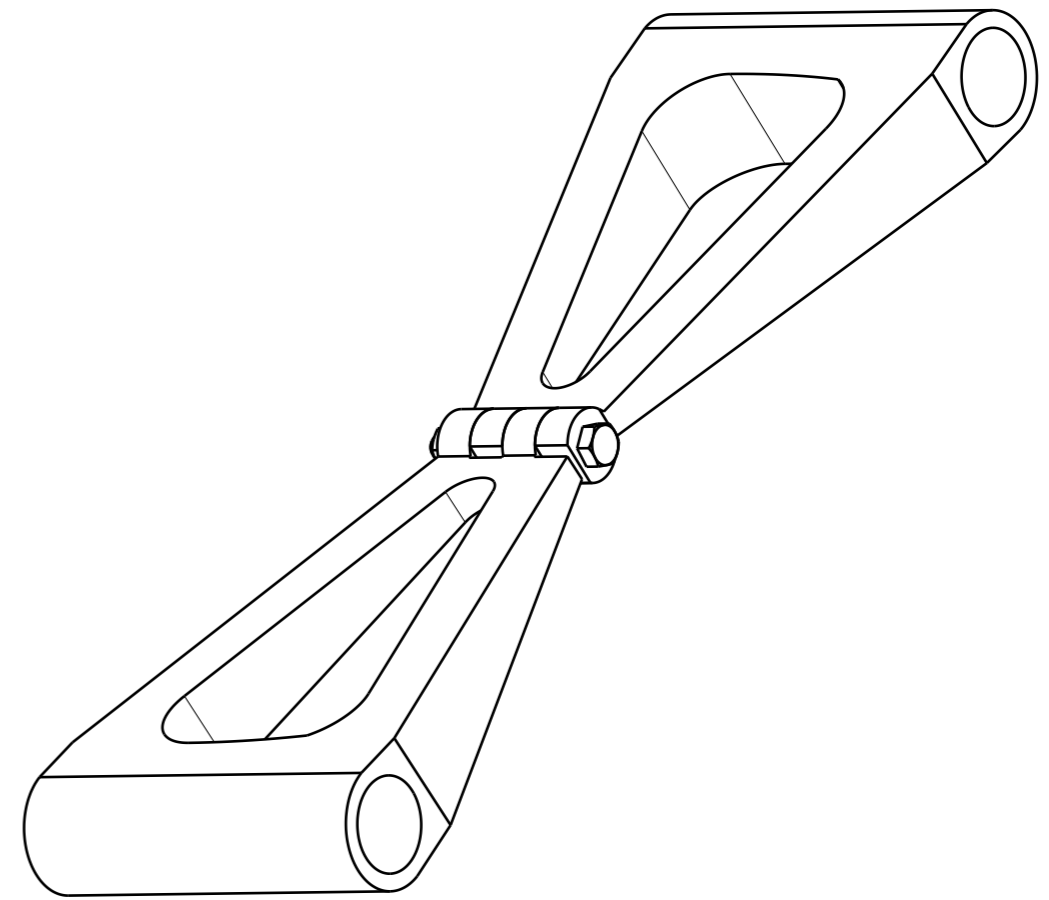
Nº PLANO	DENOMINACION	MARCA
1	Conjunto andador	
2	Andador	
3	Chasis	1,2
4	Barra chasis	3
5	Pieza unión	4
6	Manillar	5,6
7	Llanta rueda delantera	7
8	Neumático y guía rueda delantera	8,9
9	Rueda trasera	10,11
10	Tablero asiento	12
11	Guía asiento	13
12	Sistema de plegado	14

H G F E D C B A

4



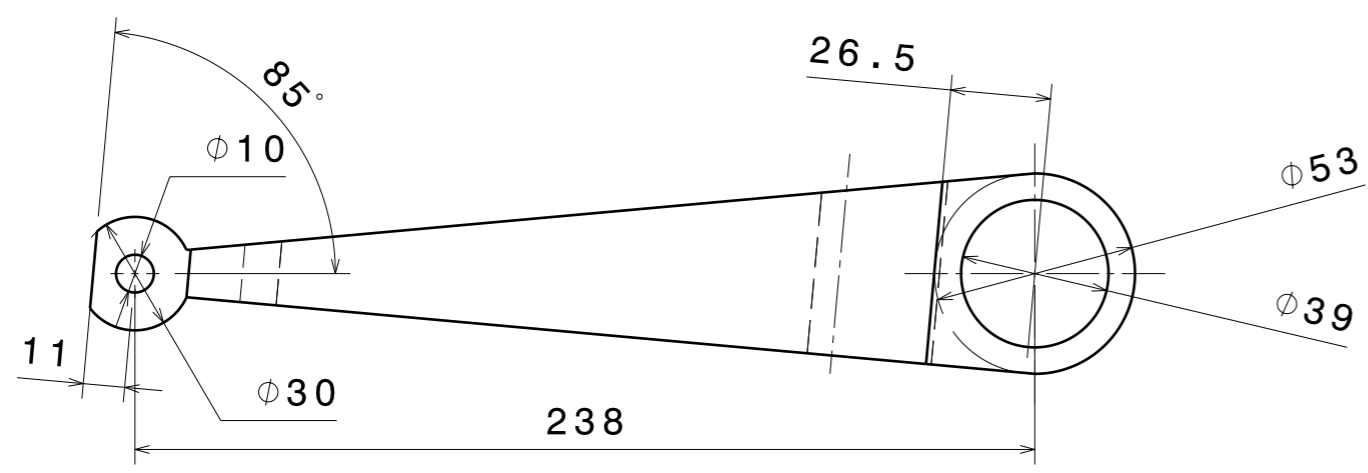
Front view



Pieza simétrica

3

2



Top view

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA		
	FIRMA:		
PLANO: SISTEMA DE PLEGADO	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:2 1:3	Nº PLANO: 12

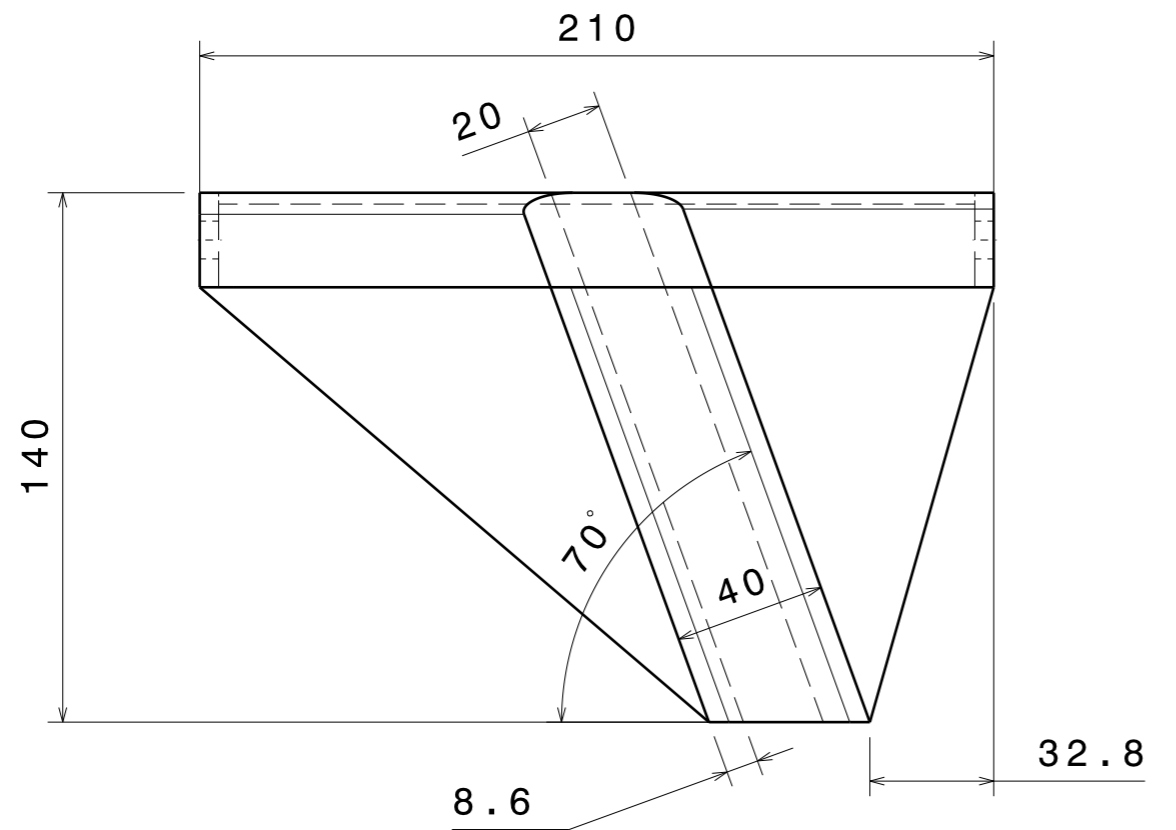
H G F E D C B A

4

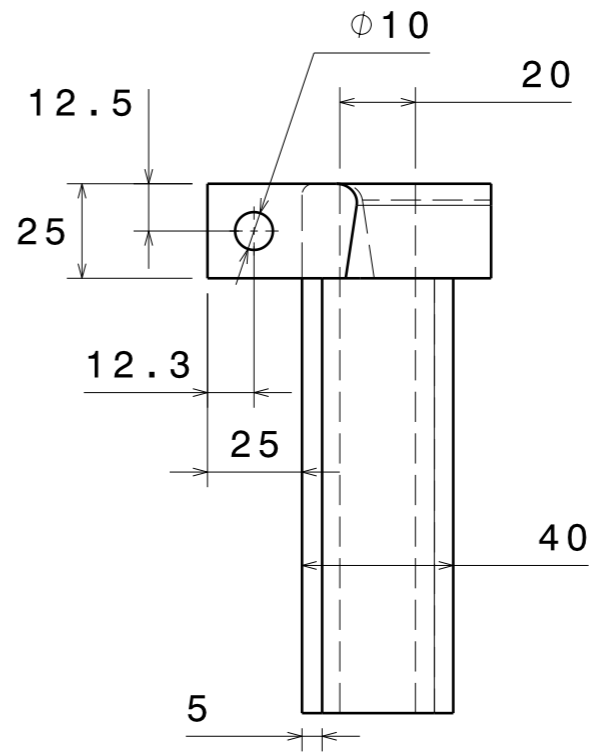
3

2

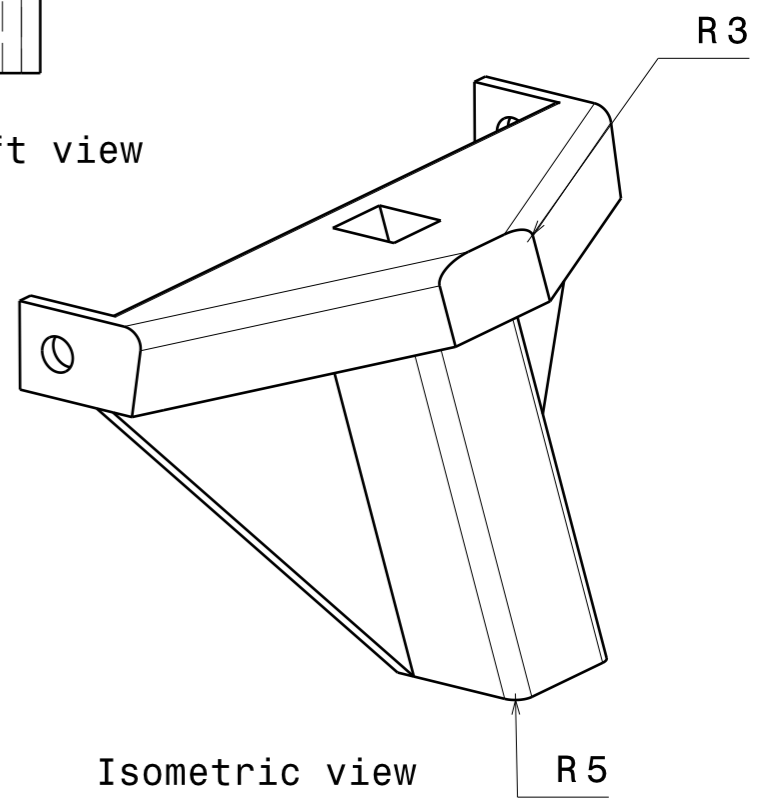
1



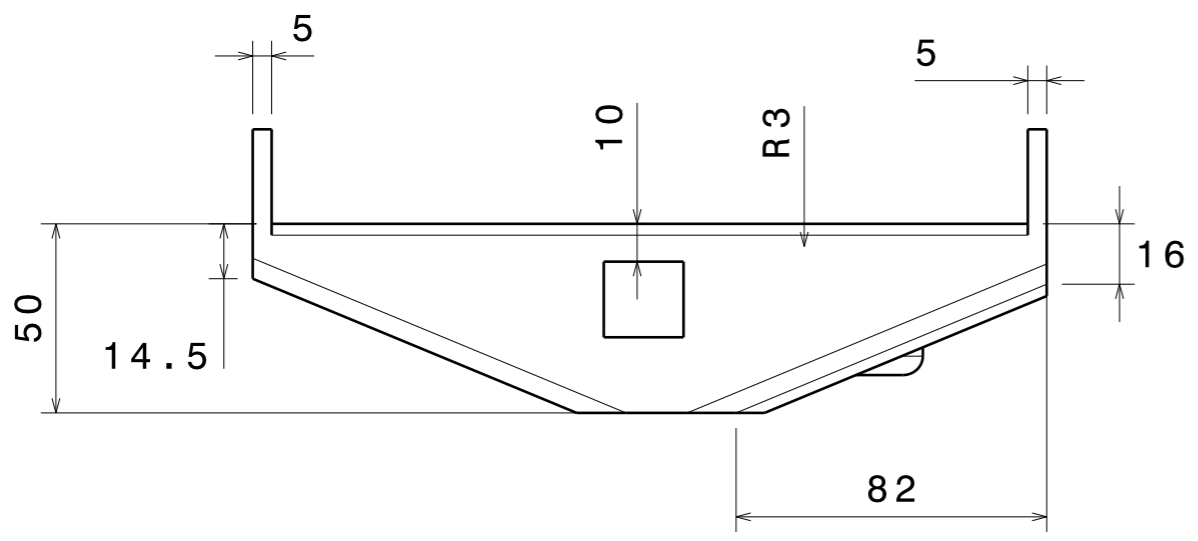
Front view



Left view

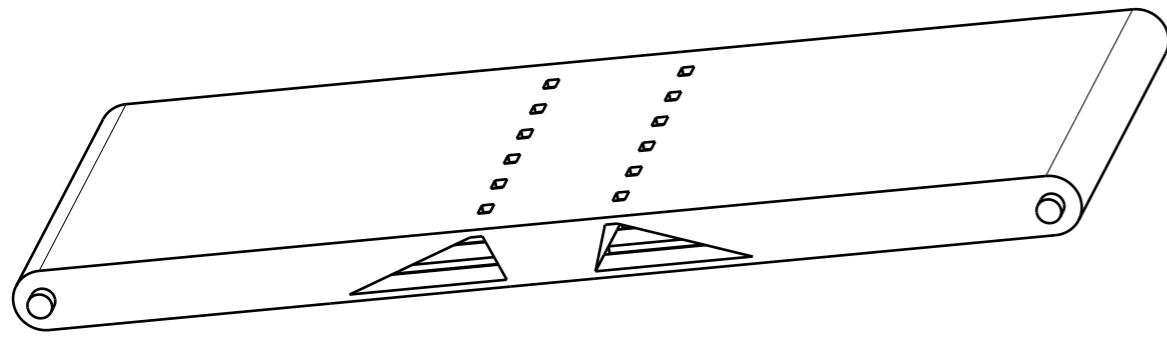


Isometric view

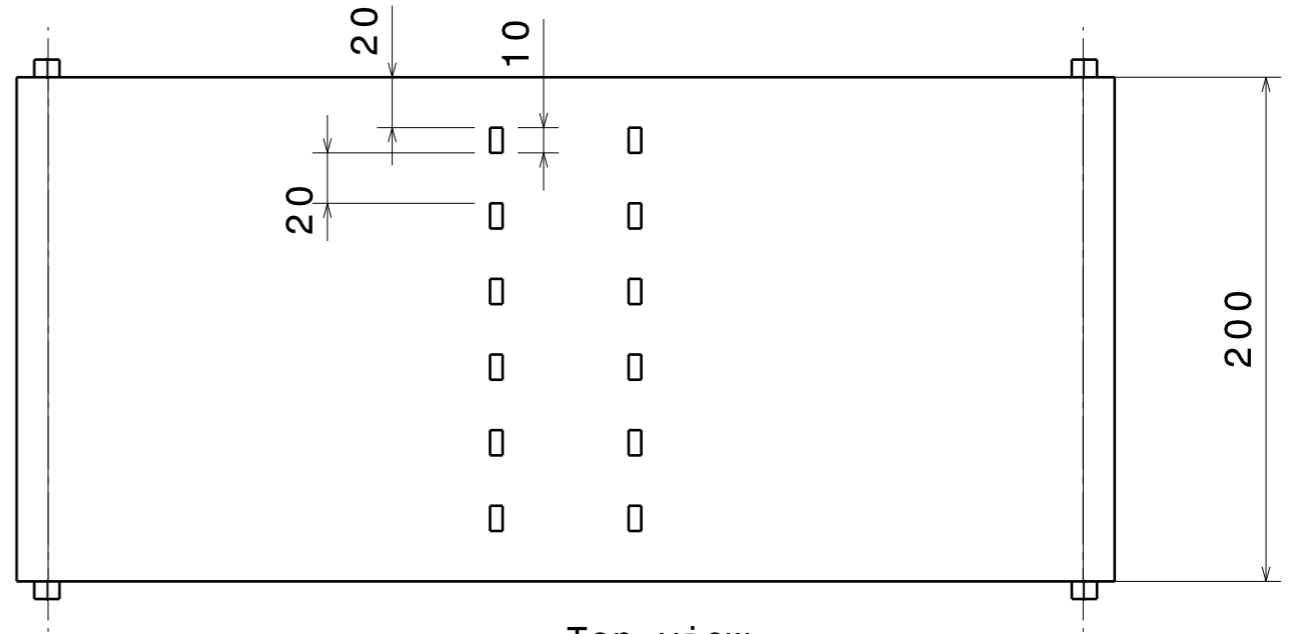


Top view

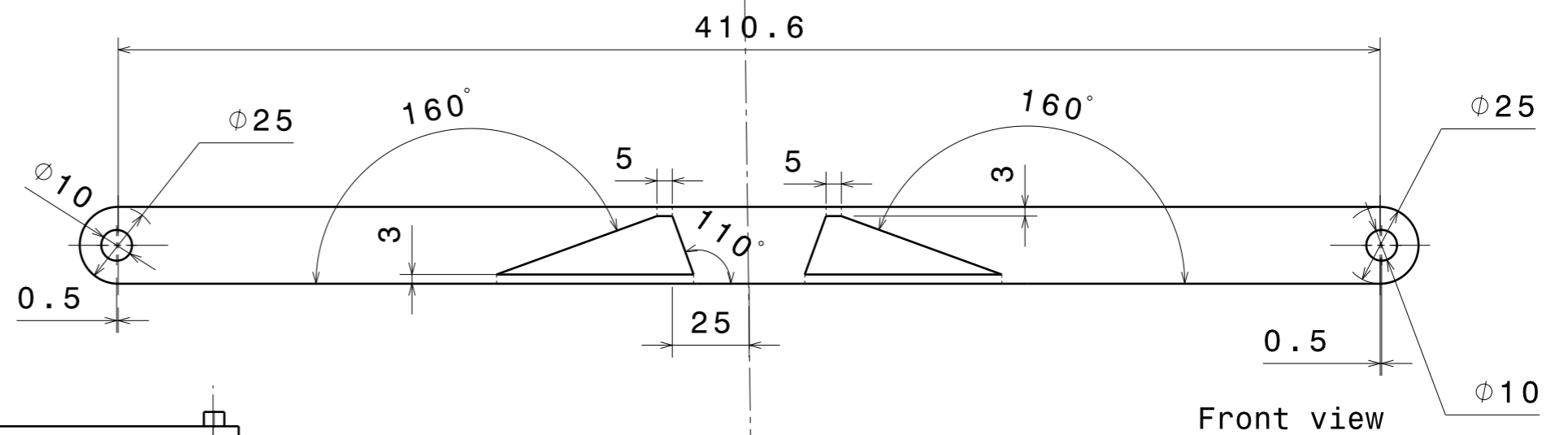
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA		
	FIRMA:		
PLANO: GUÍA ASIENTO	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:2	Nº PLANO: 11



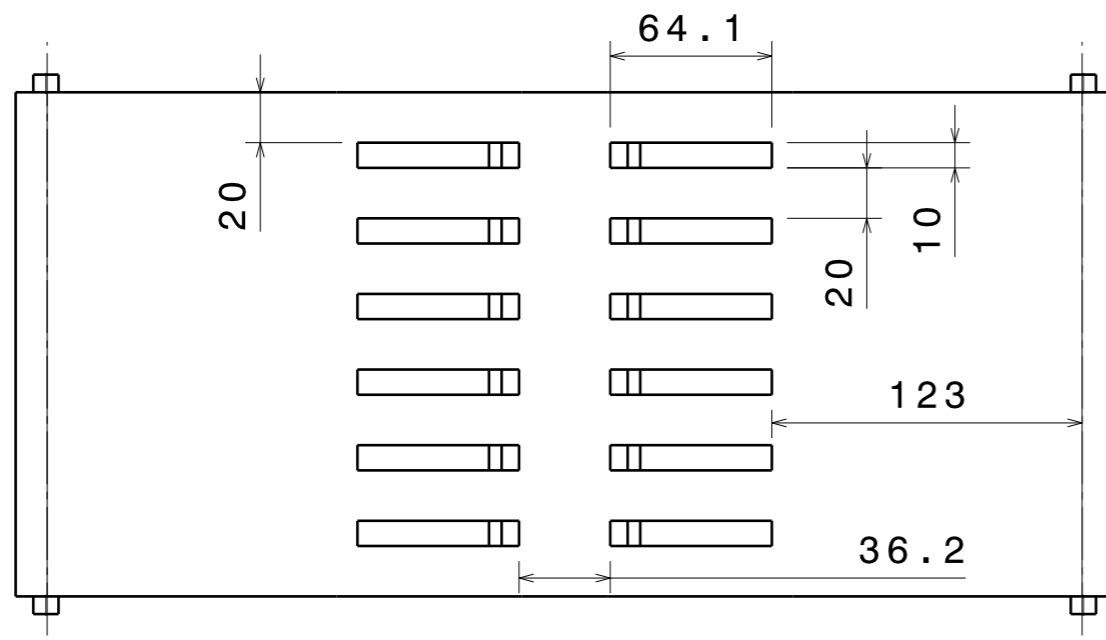
Isometric view



Top view

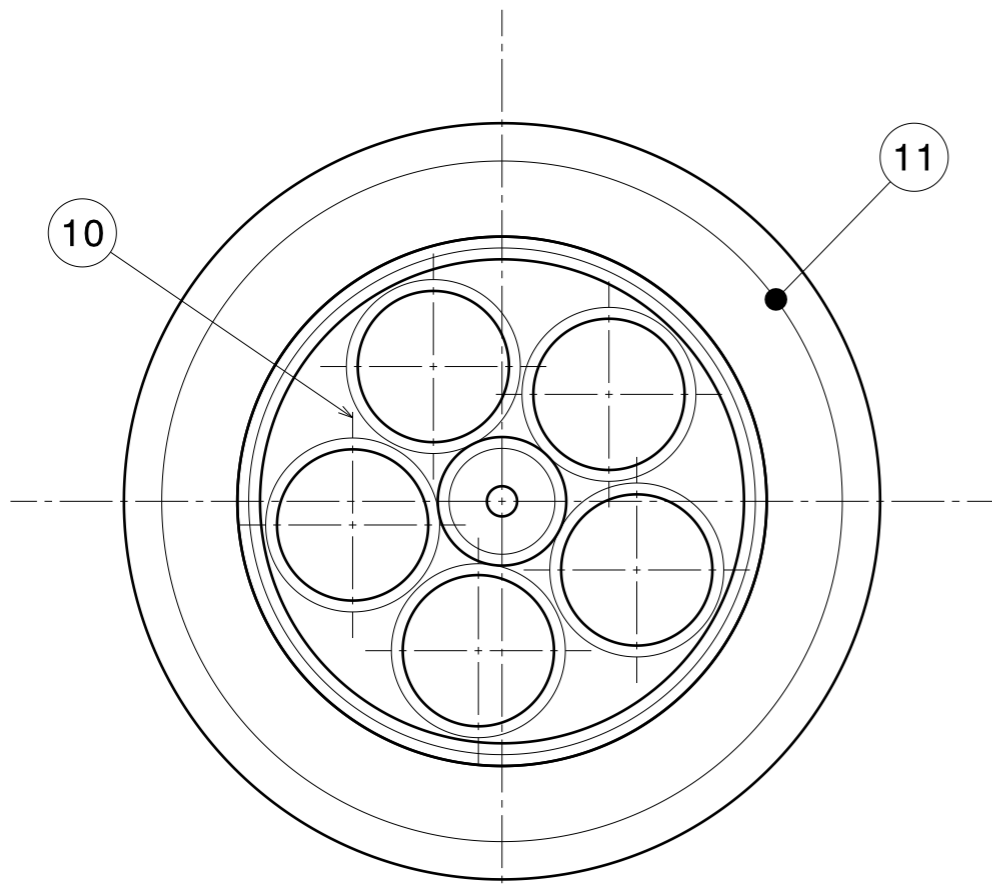


Front view

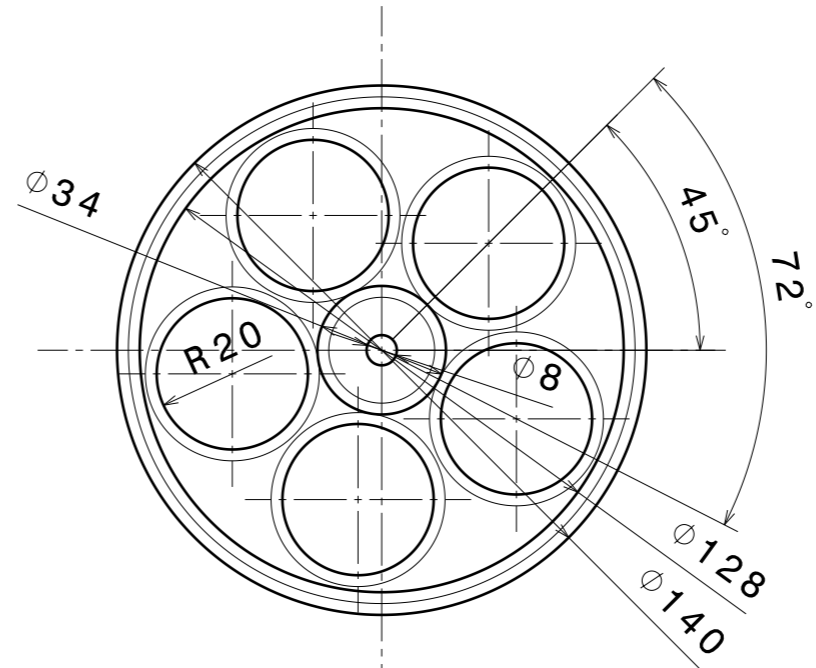


Bottom view

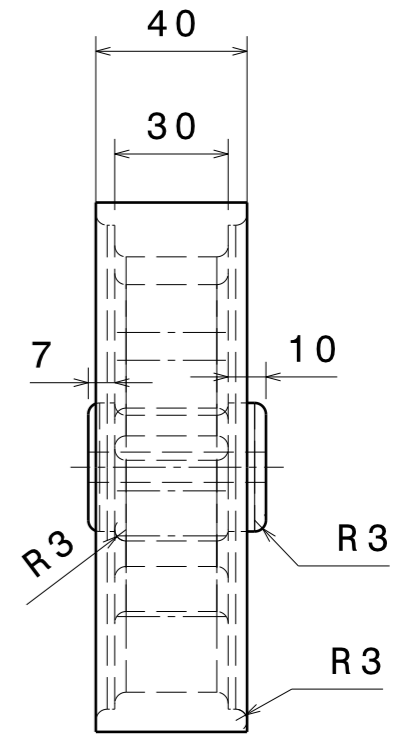
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA		
PLANO: TABLERO ASIEN TO	FIRMA:	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:3 1:2
		Nº PLANO: 10	



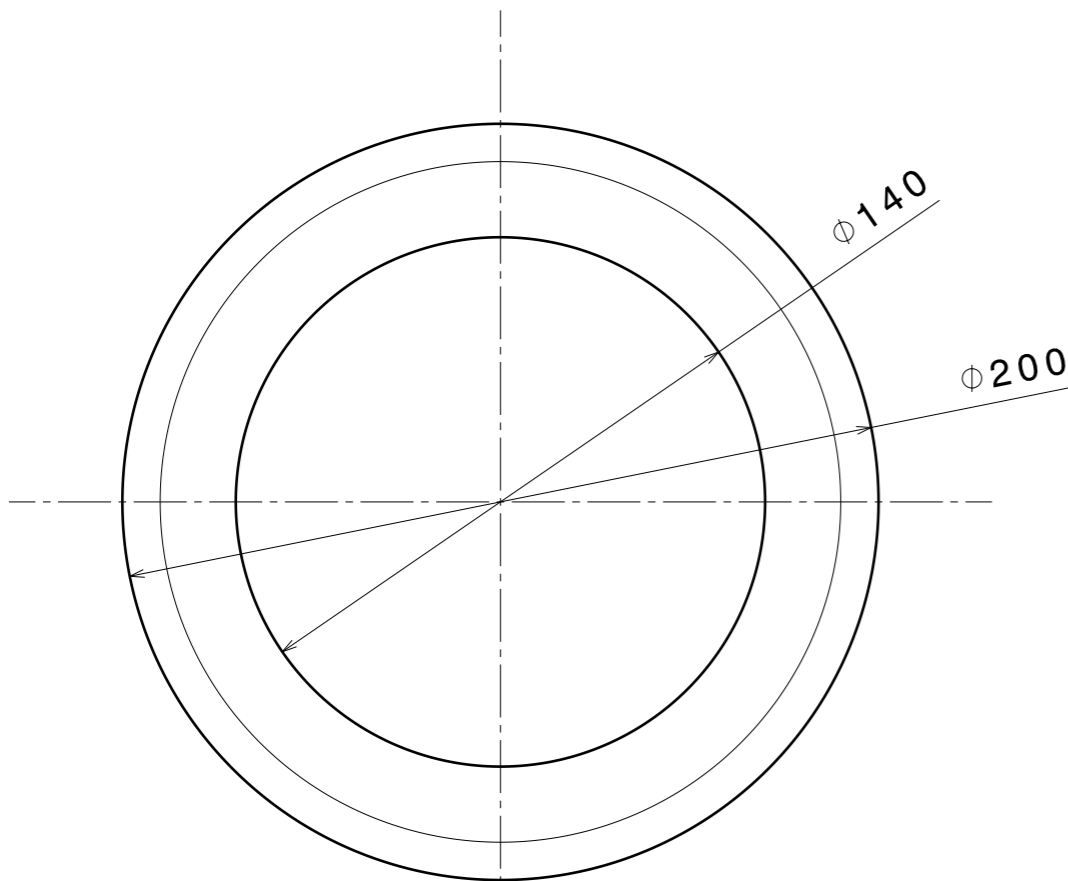
Front view



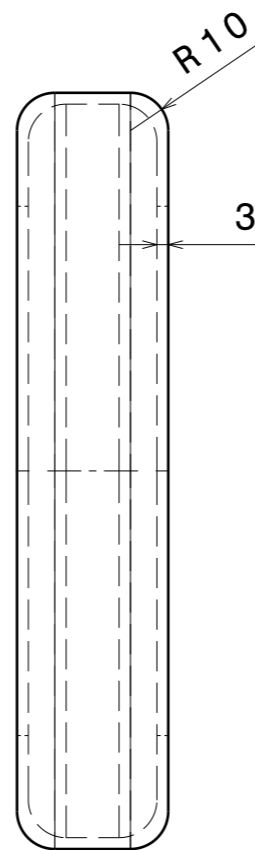
Llanta rueda trasera



Left view



Neumático rueda trasera



Left view

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA	
	FIRMA:	
PLANO: RUEDA TRASERA	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:2
		Nº PLANO: 9

H G F E D C B A

4

3

2

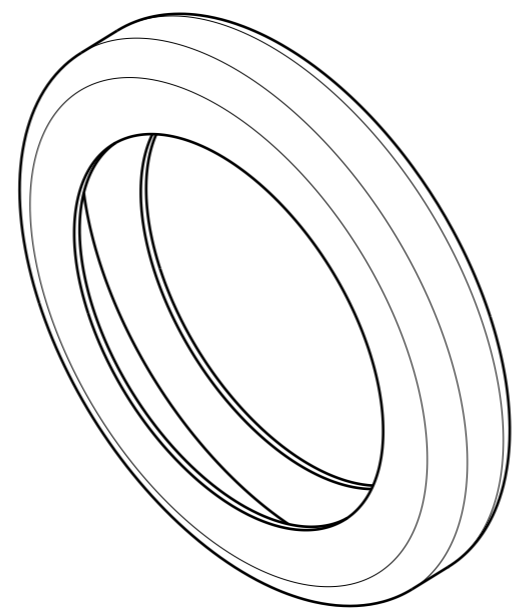
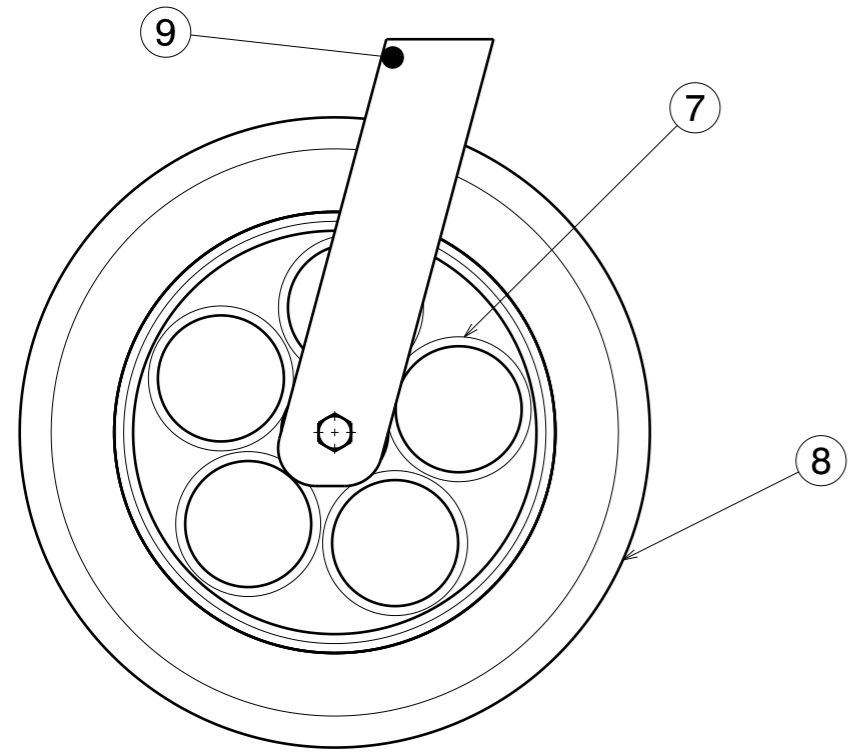
1

4

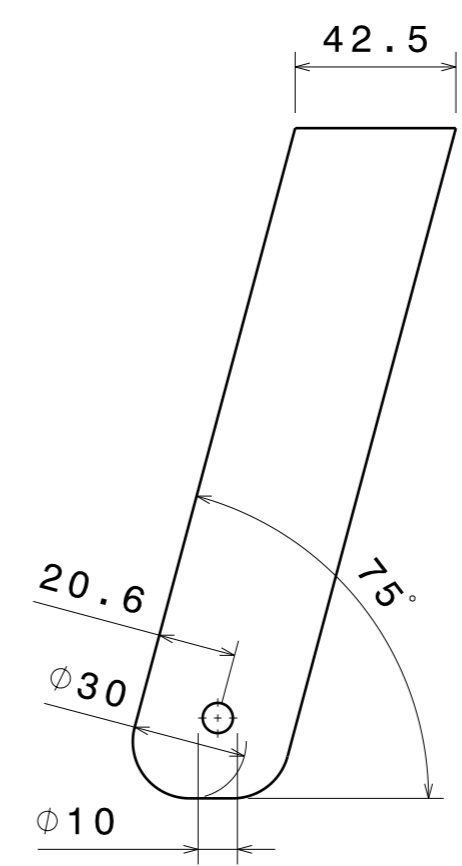
3

2

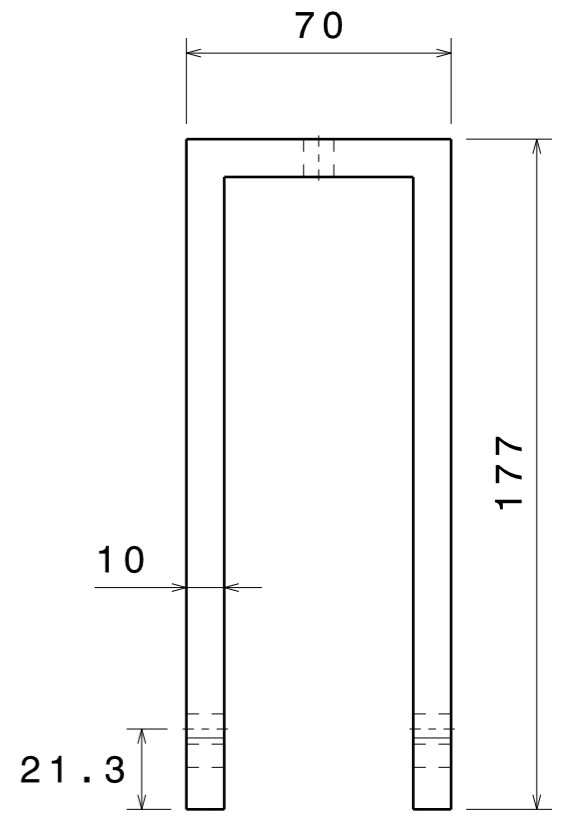
1



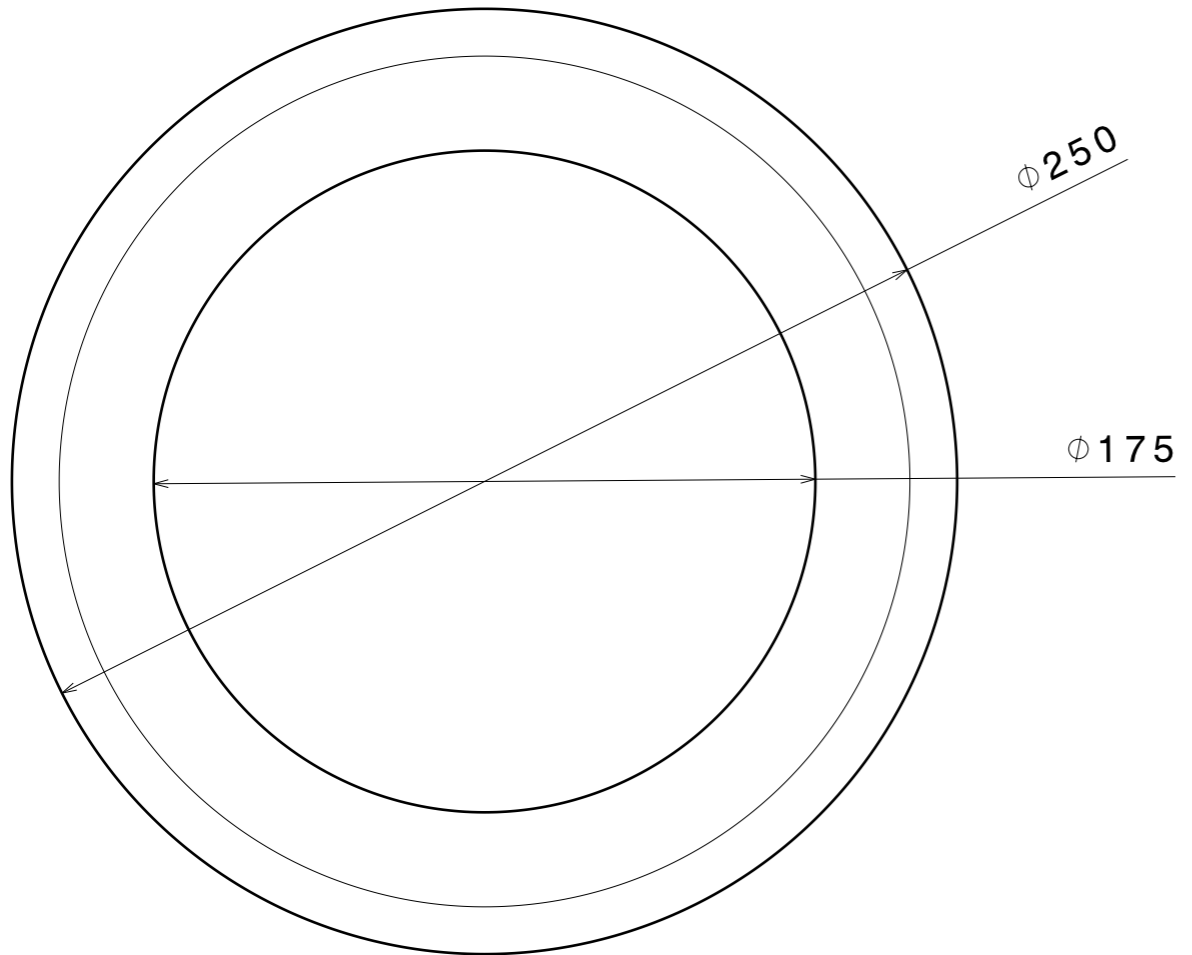
Isometric view



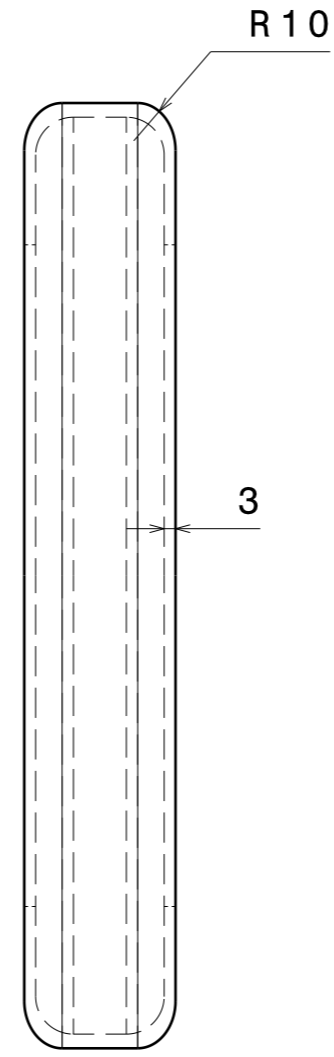
Guía



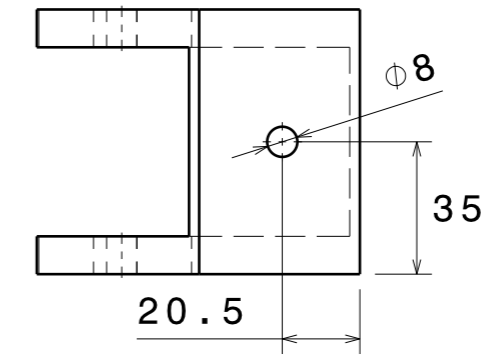
Left view



Neumático



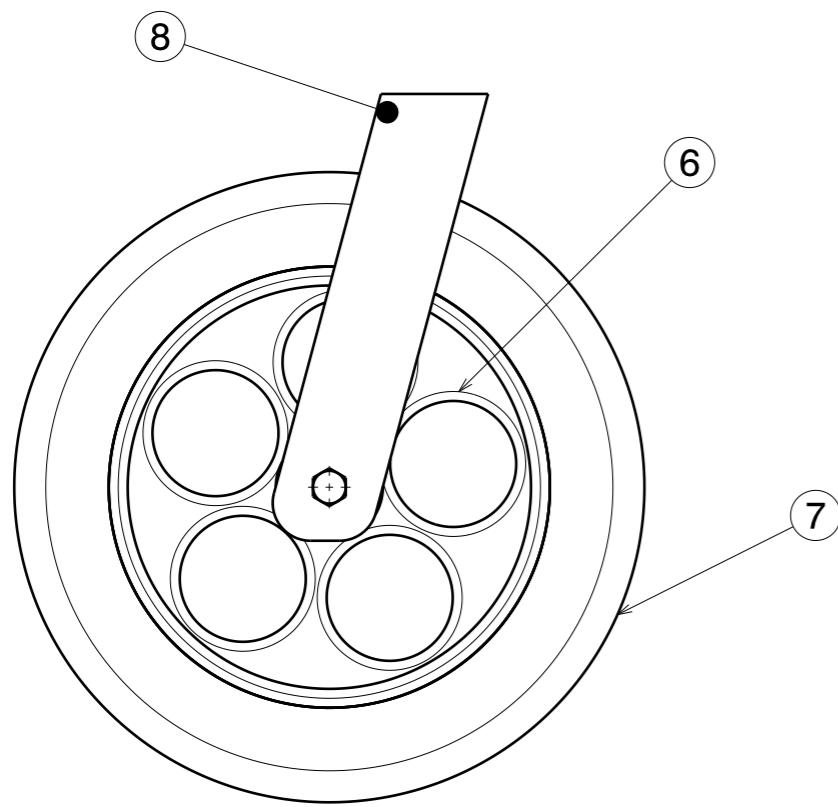
Front view



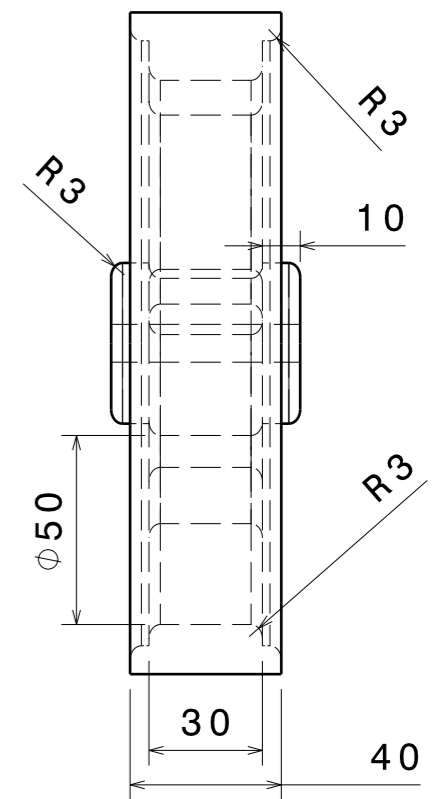
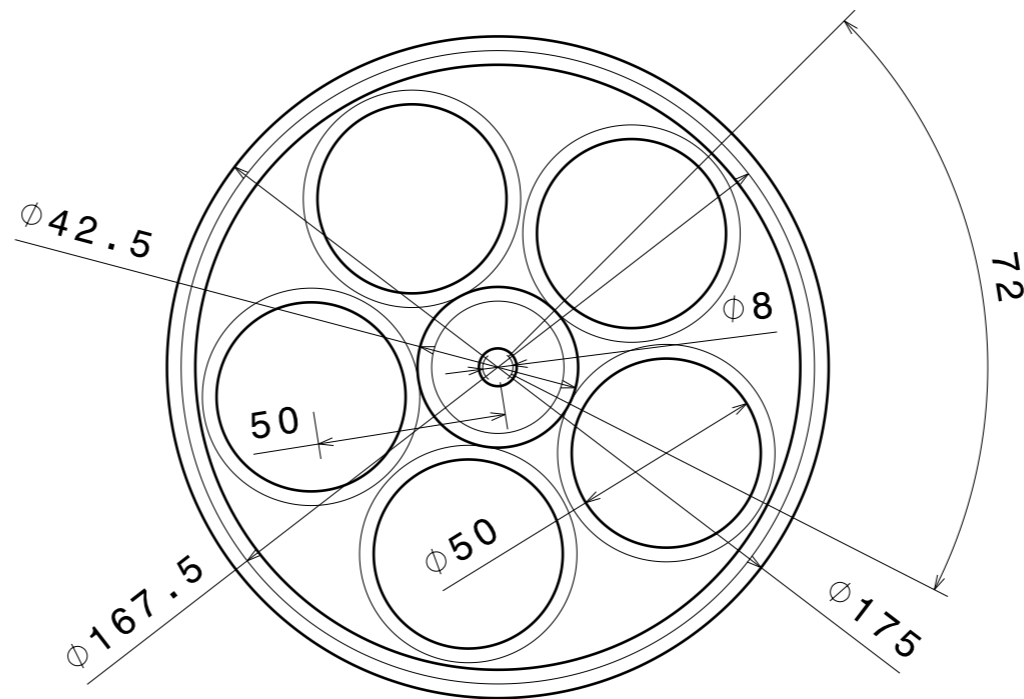
Top view

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA		
	FIRMA:		
PLANO: NEUMÁTICO Y GUÍA RUEDA DELANTERA	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:3 1:2	Nº PLANO: 8

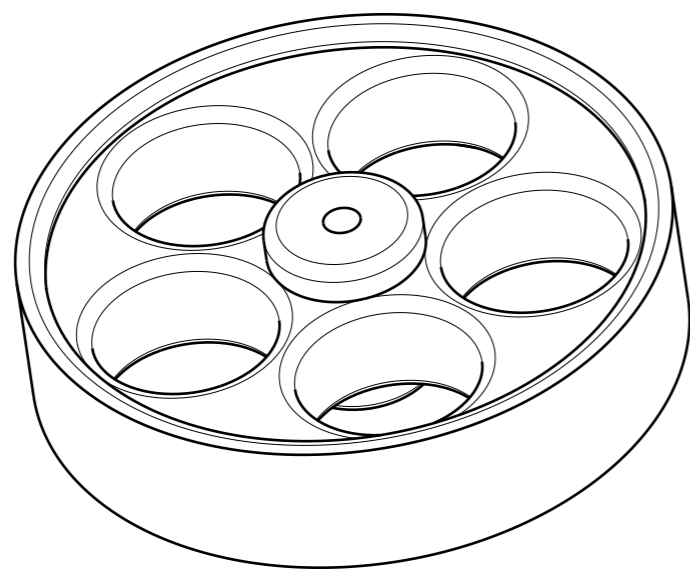
H G F E D C B A



Front view



Left view



Isometric view



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

TOLERANCIAS SEGÚN
NORMA ISO 2762-M

INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO
DE PROYECTOS
E ING.RURAL

PROYECTO:

DISEÑO DE UN ANDADOR
PARA ADULTOS

REALIZADO:

REBOLLO MUGUETA, CRISTINA

FIRMA:

PLANO:

LLANTA RUEDA DELANTERA

FECHA:

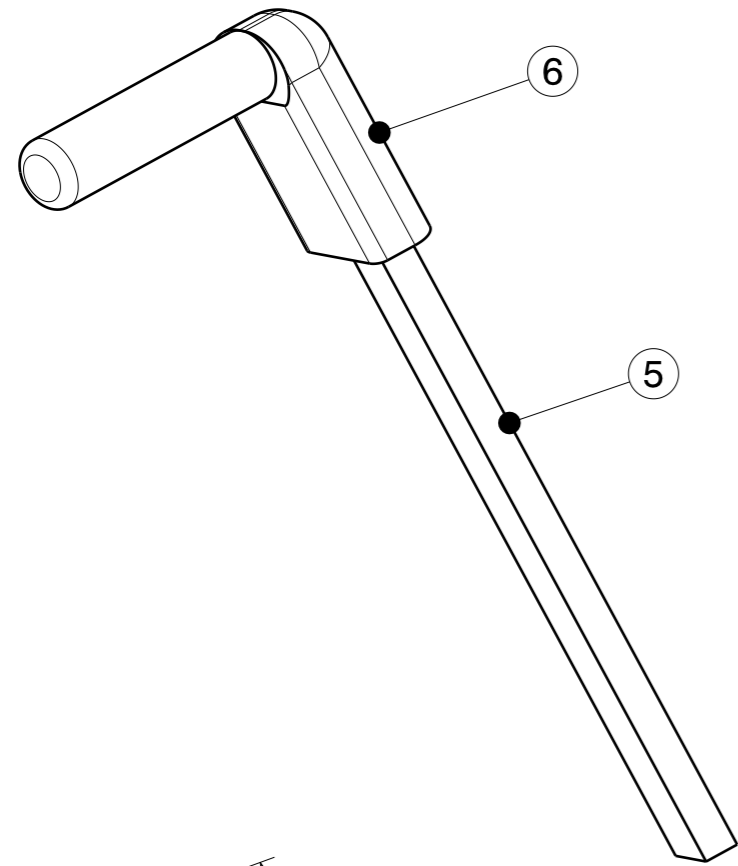
30/06/2011

ESCALA:

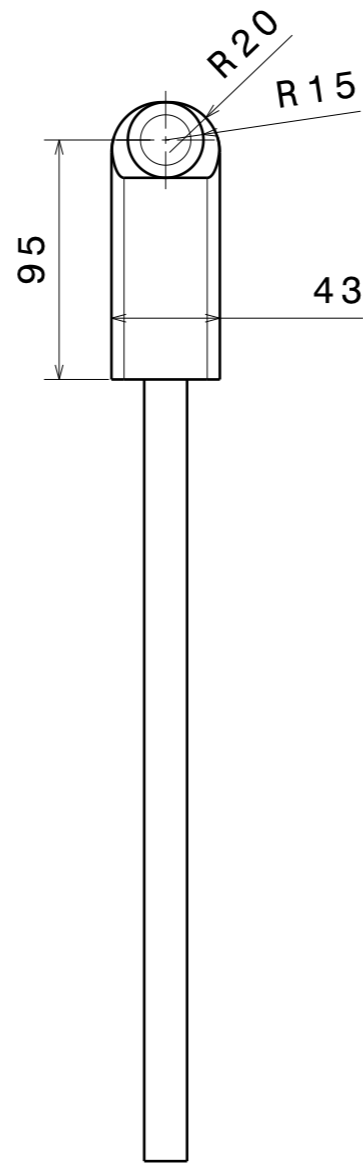
1:3
1:2

Nº PLANO:

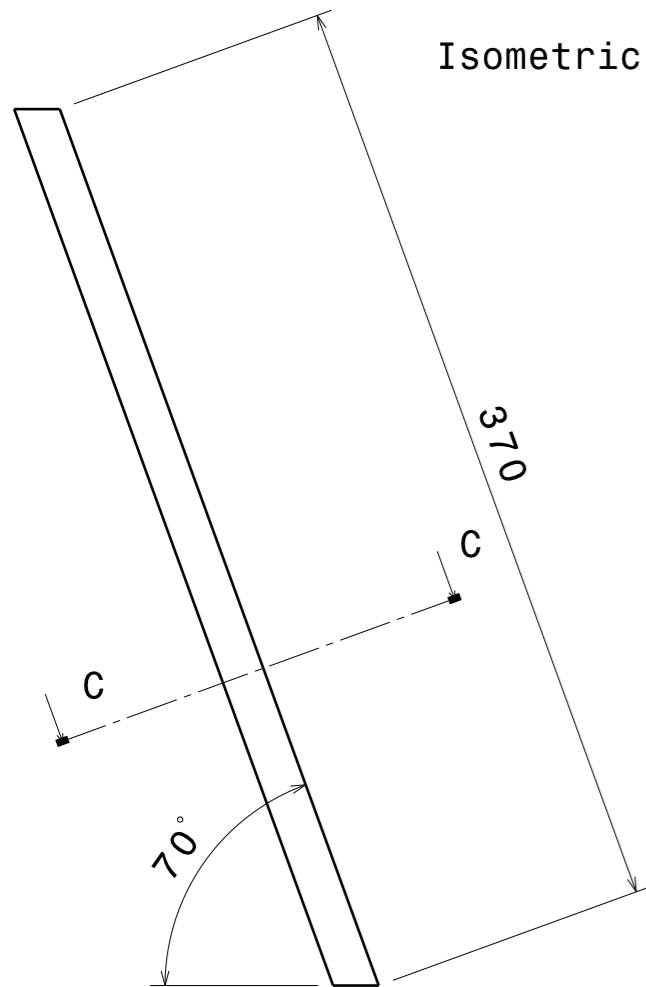
7



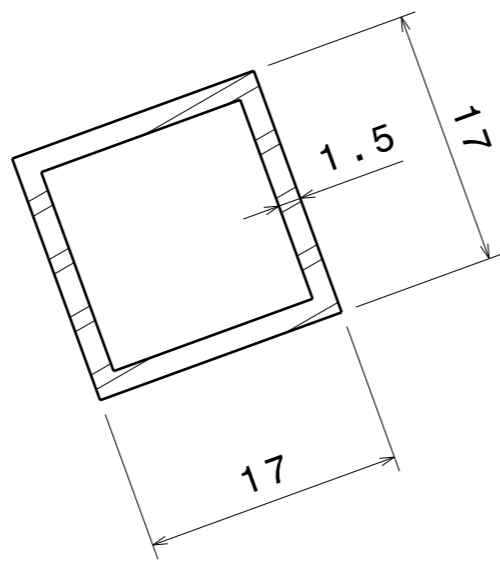
Isometric view



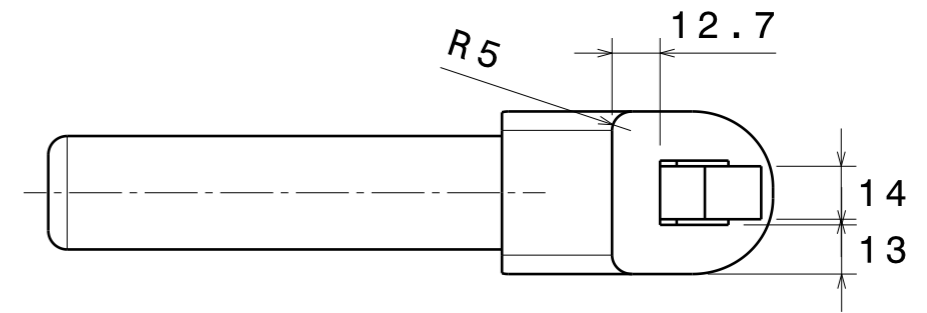
Left view



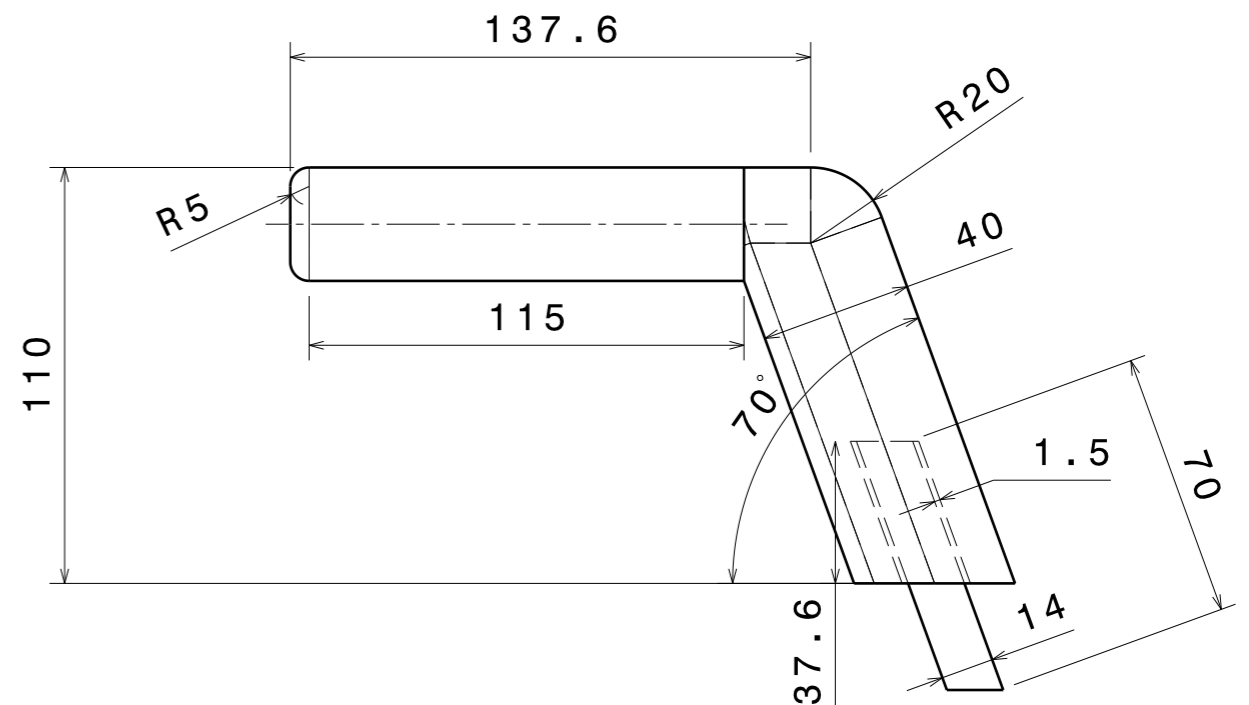
Barra



Section cut C-C



Bottom view



Empuñadura



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL M.

TOLERANCIAS SEGÚN
NORMA ISO 2762-M

DEPARTAMENTO
DE PROYECTOS
E ING.RURAL

PROYECTO:
**DISEÑO DE UN ANDADOR
PARA ADULTOS**

REALIZADO:
REBOLLO MUGUETA, CRISTINA

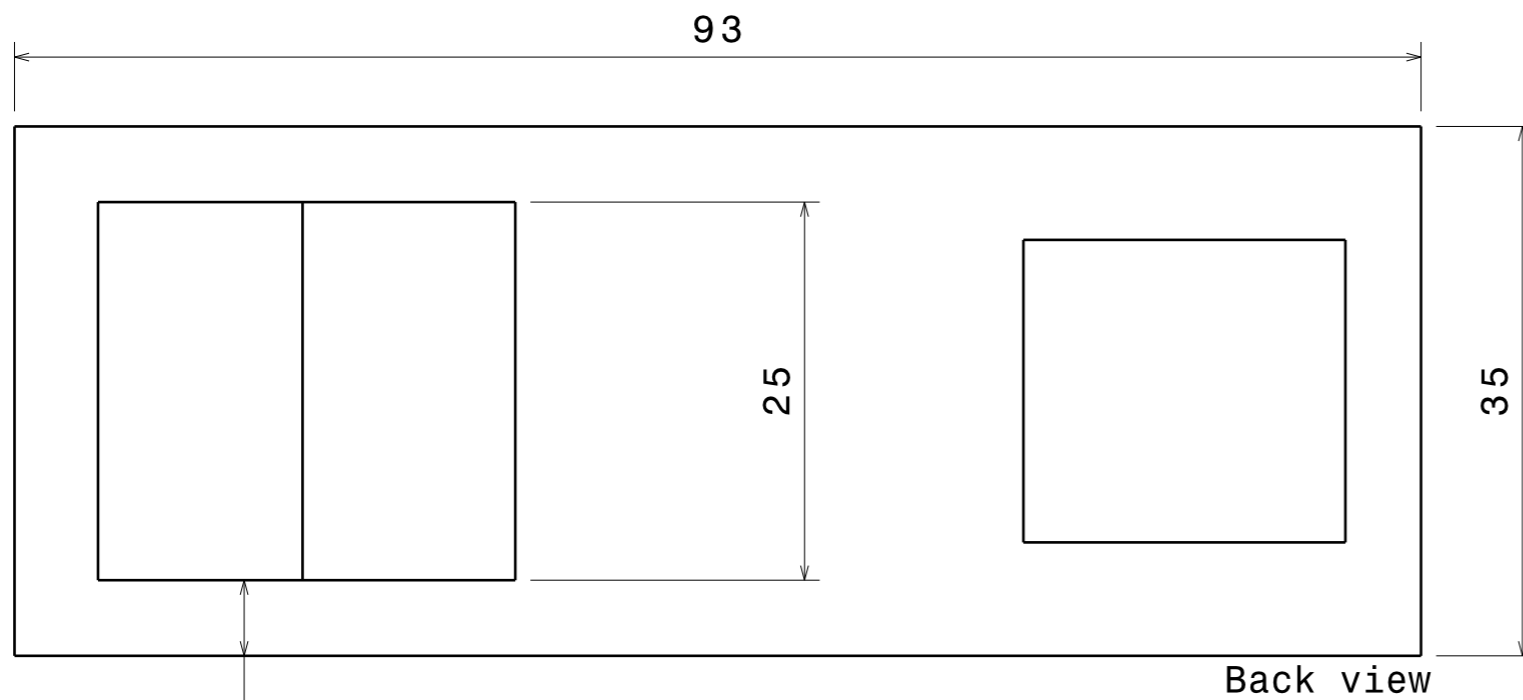
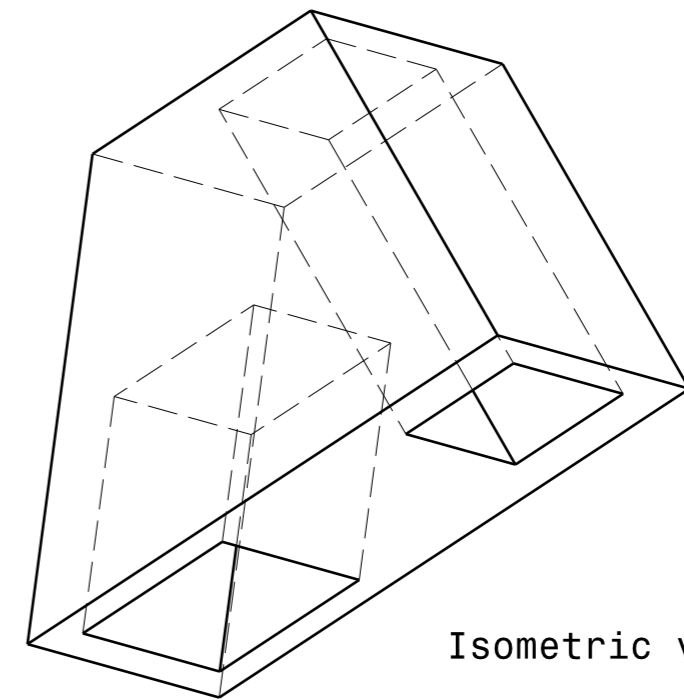
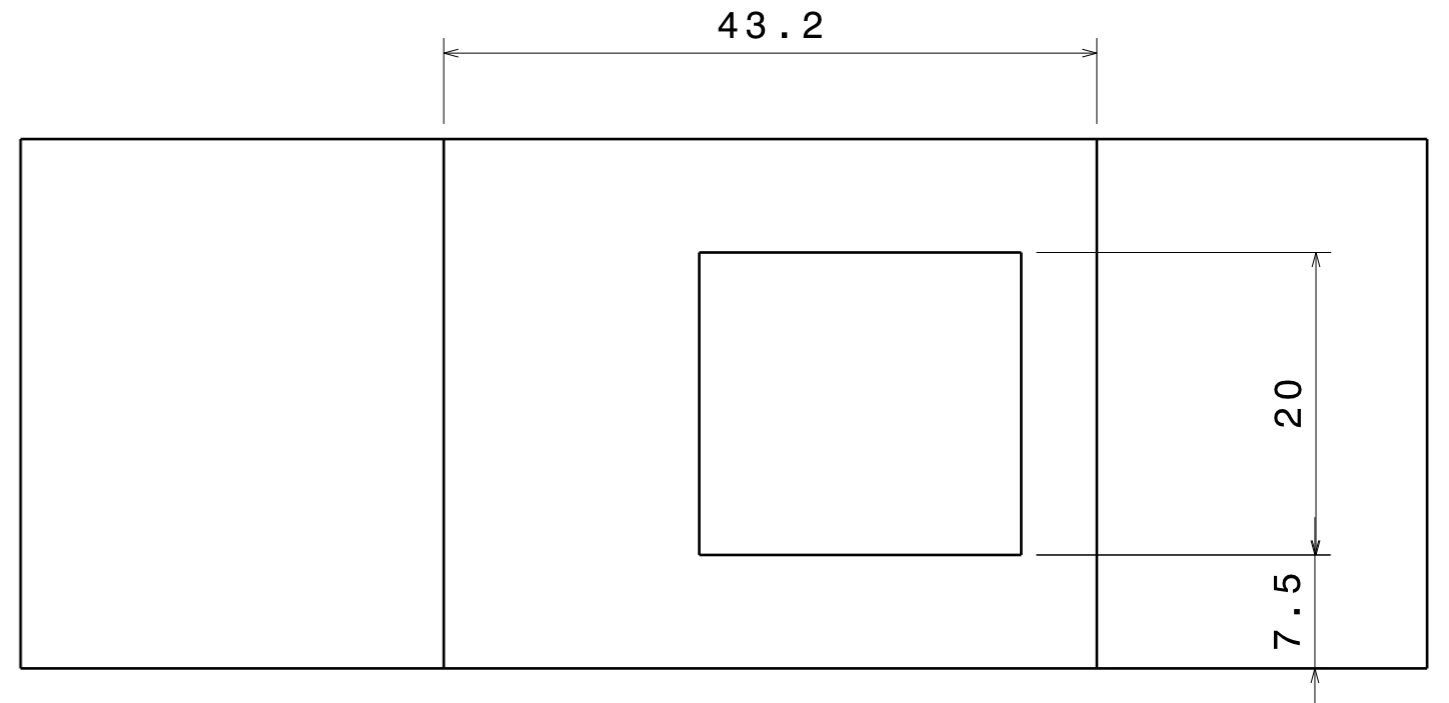
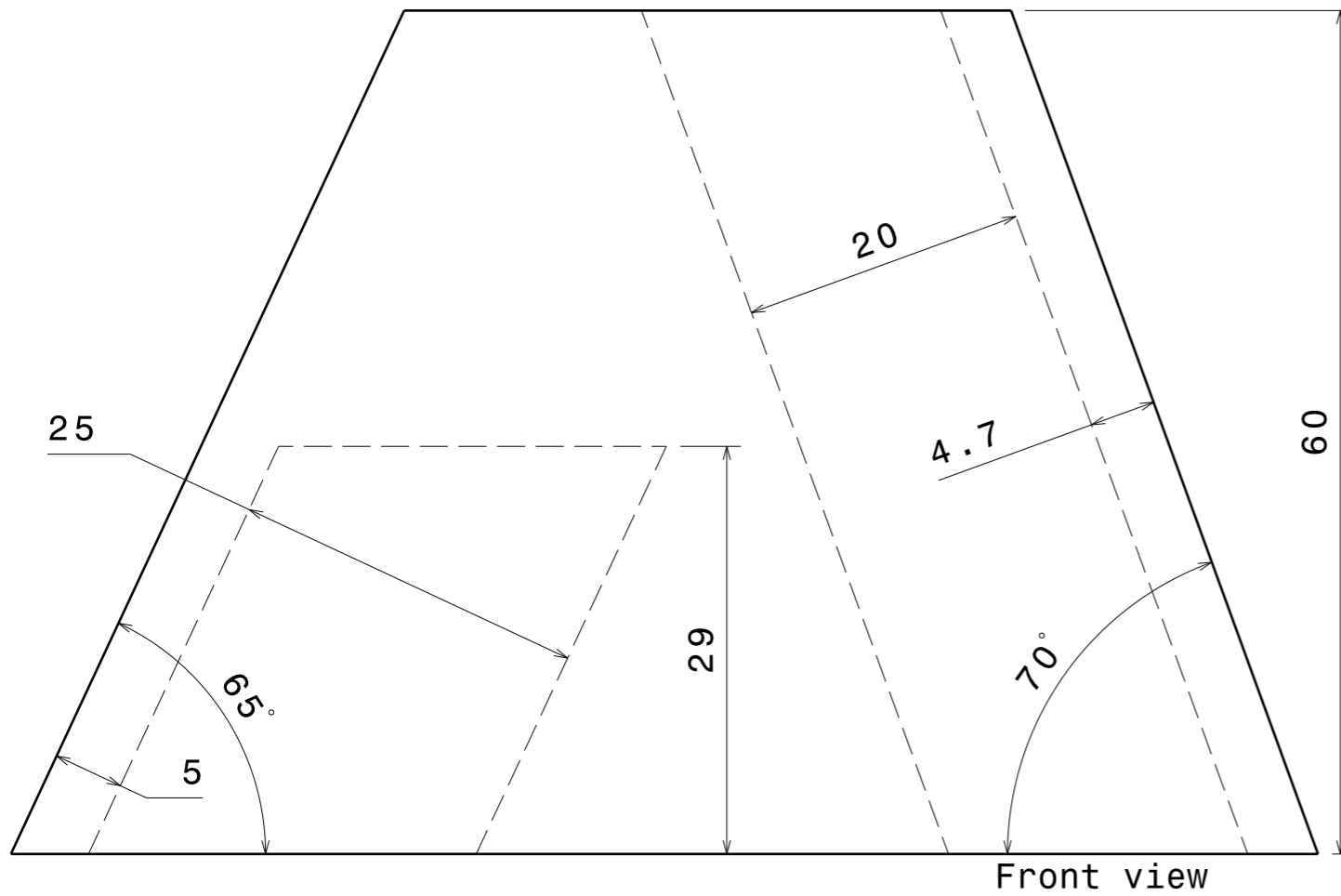
FIRMA:

PLANO:
MANILLAR

FECHA:
30/06/2011

ESCALA:
1:3 1:4
2:1

Nº PLANO:
6

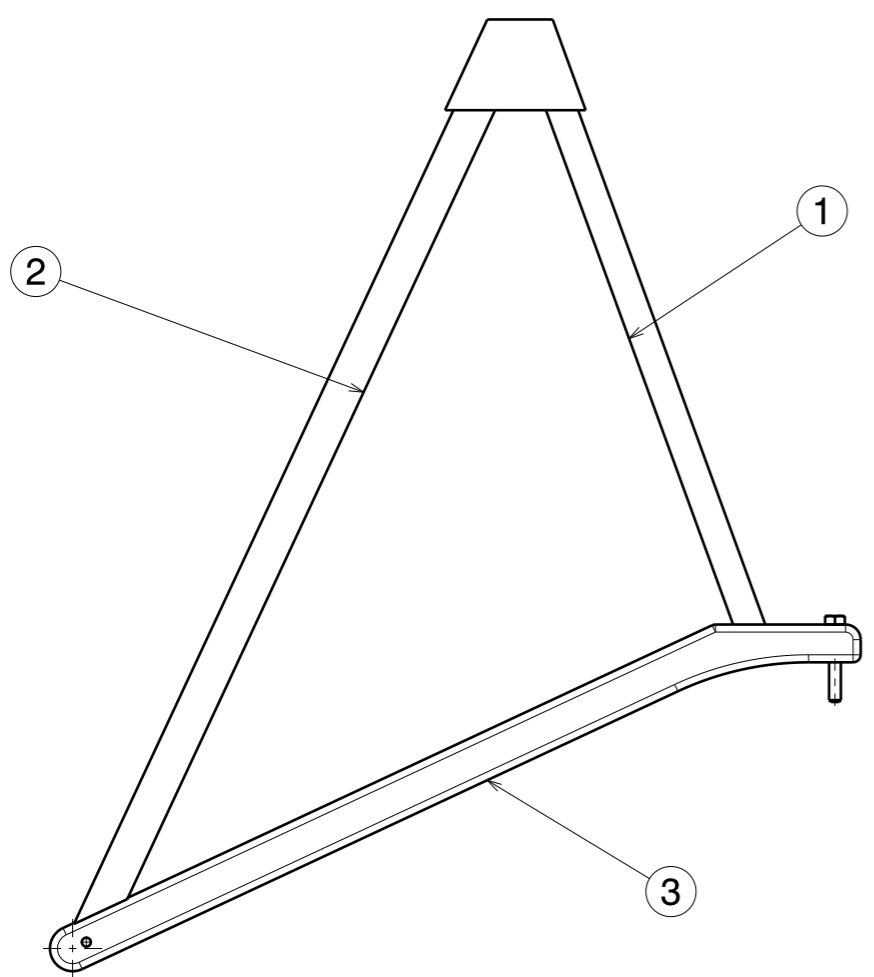


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS		REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA	
PLANO: PIEZA UNIÓN		FIRMA:	
	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 2:1 1:1	Nº PLANO: 5

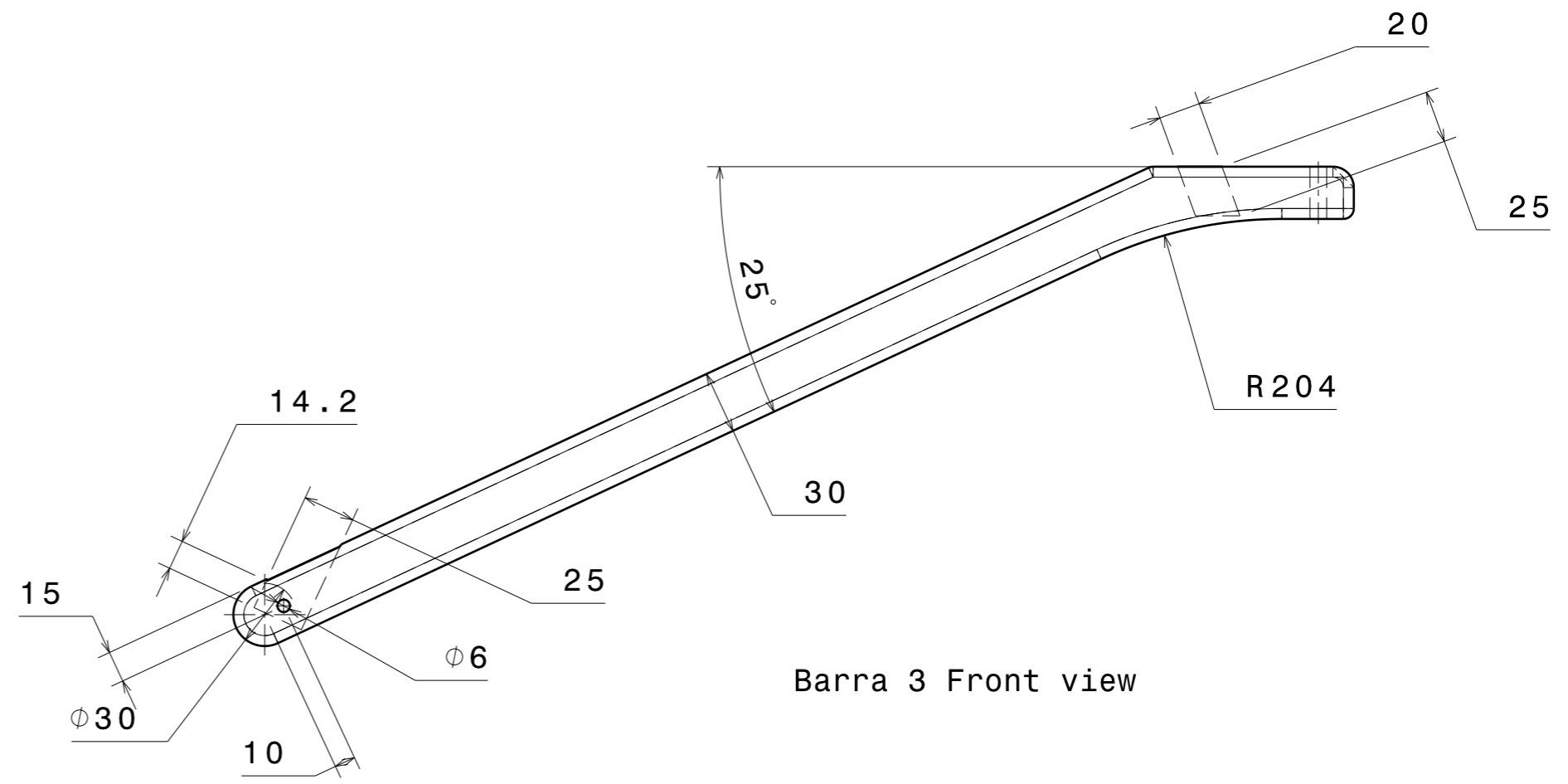
H G F E D C B A

4
3
2
1

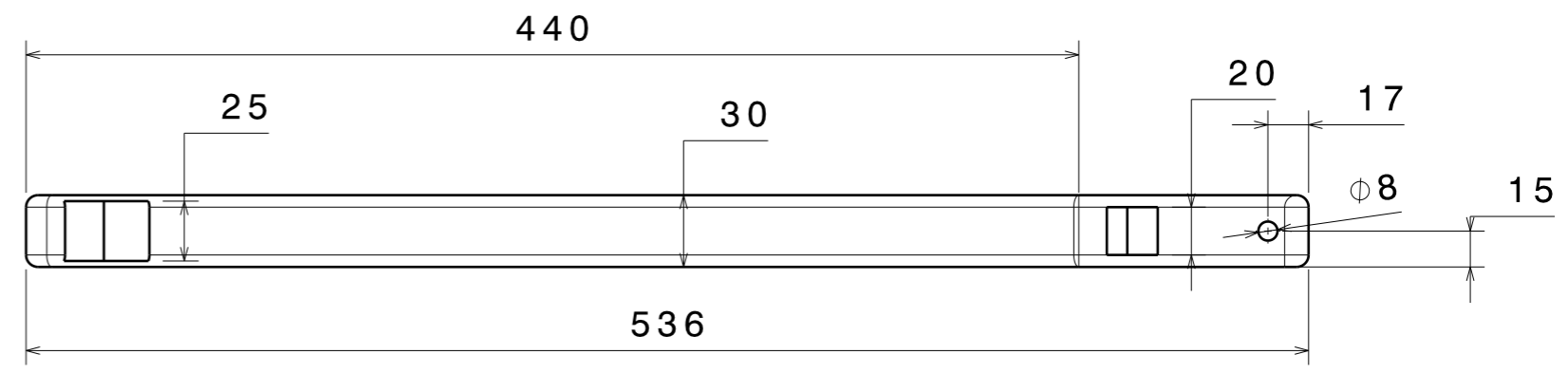
4
3
2
1



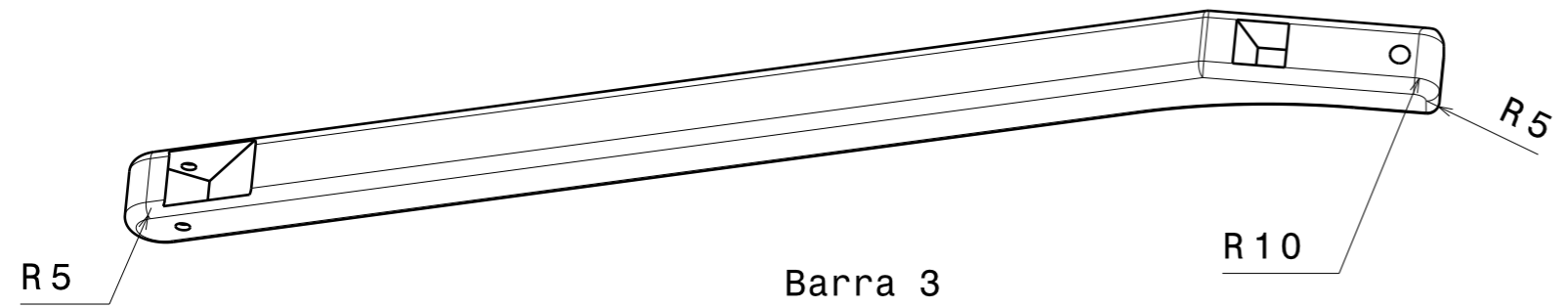
chasis



Barra 3 Front view



Barra 3 Top view

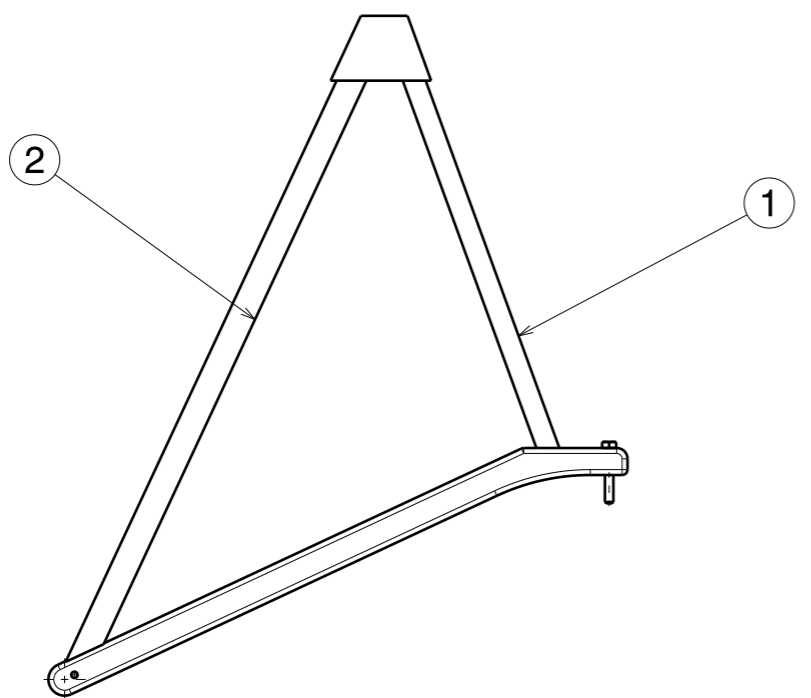


Barra 3

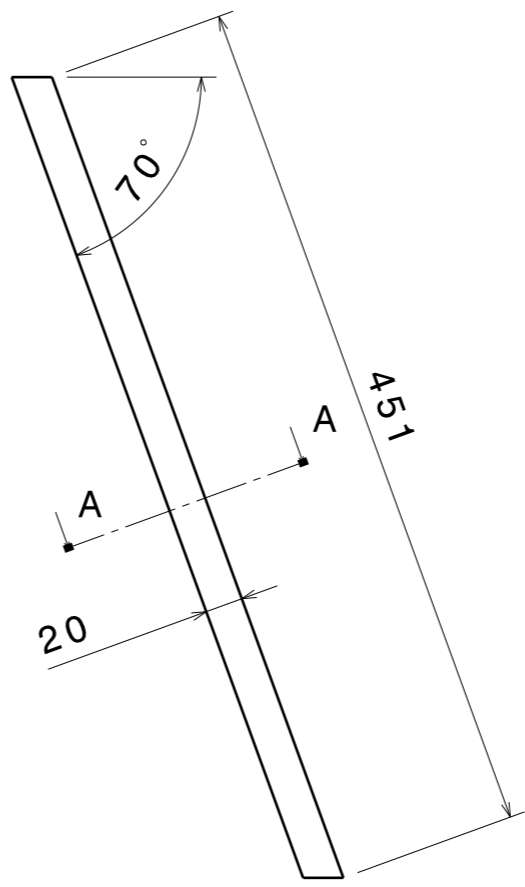
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS		REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA	
PLANO: BARRA CHASIS		FIRMA:	N° PLANO: 4
FECHA: 30/06/2011		ESCALA: 1:5 1:3	

H G B A

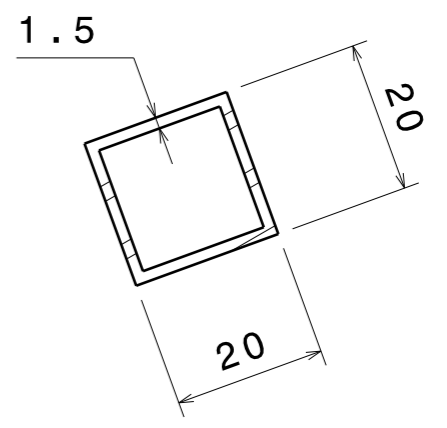
H G F E D C B A



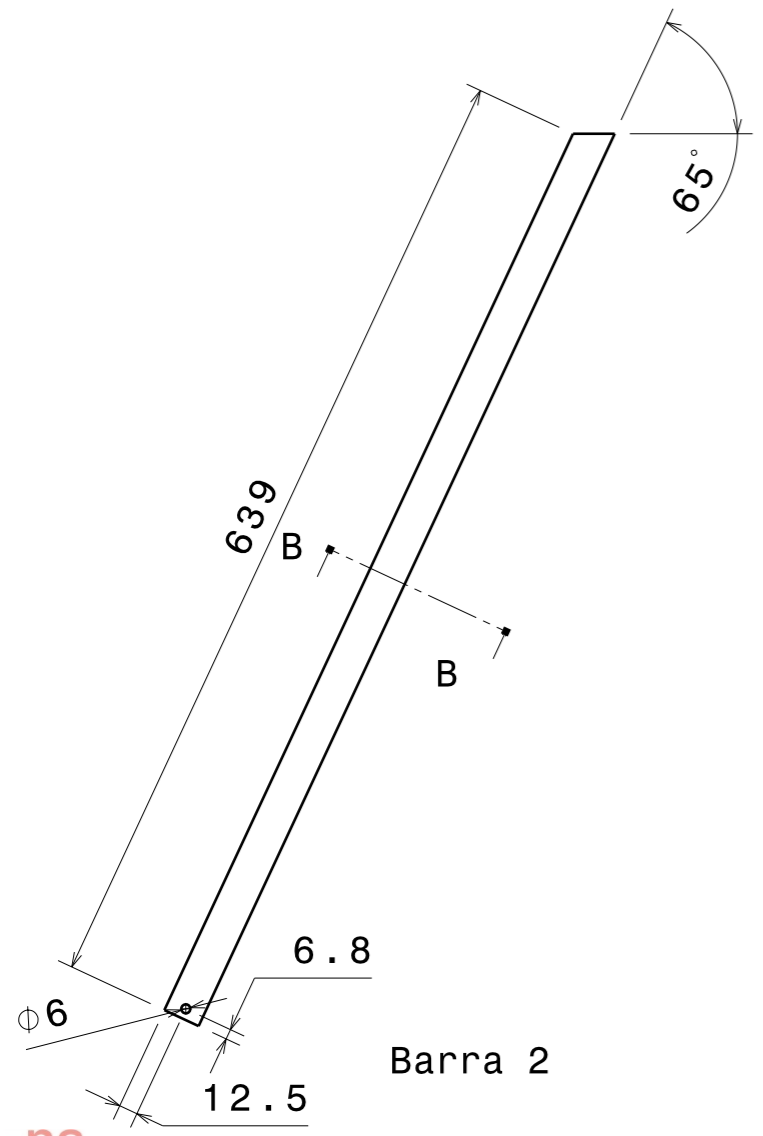
Front view



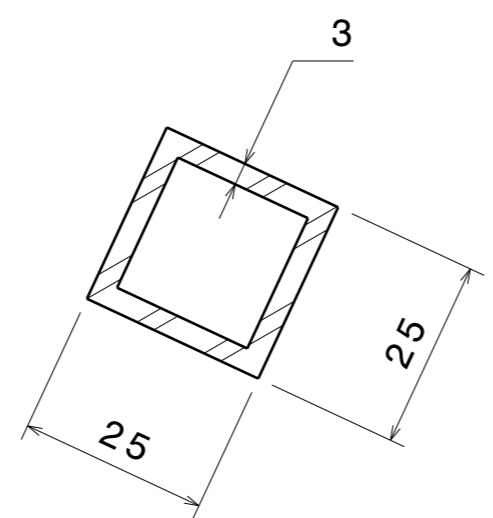
Barra 1



Section view A-A



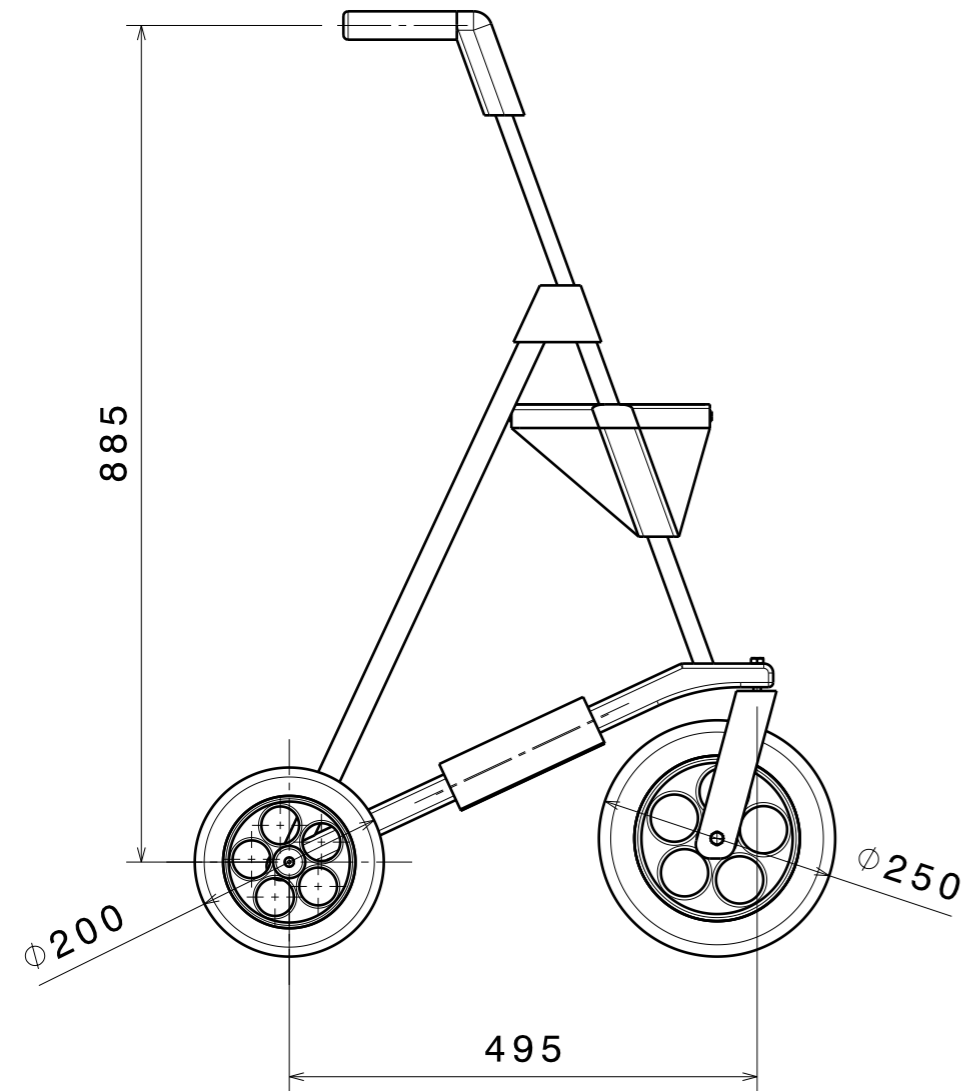
Barra 2



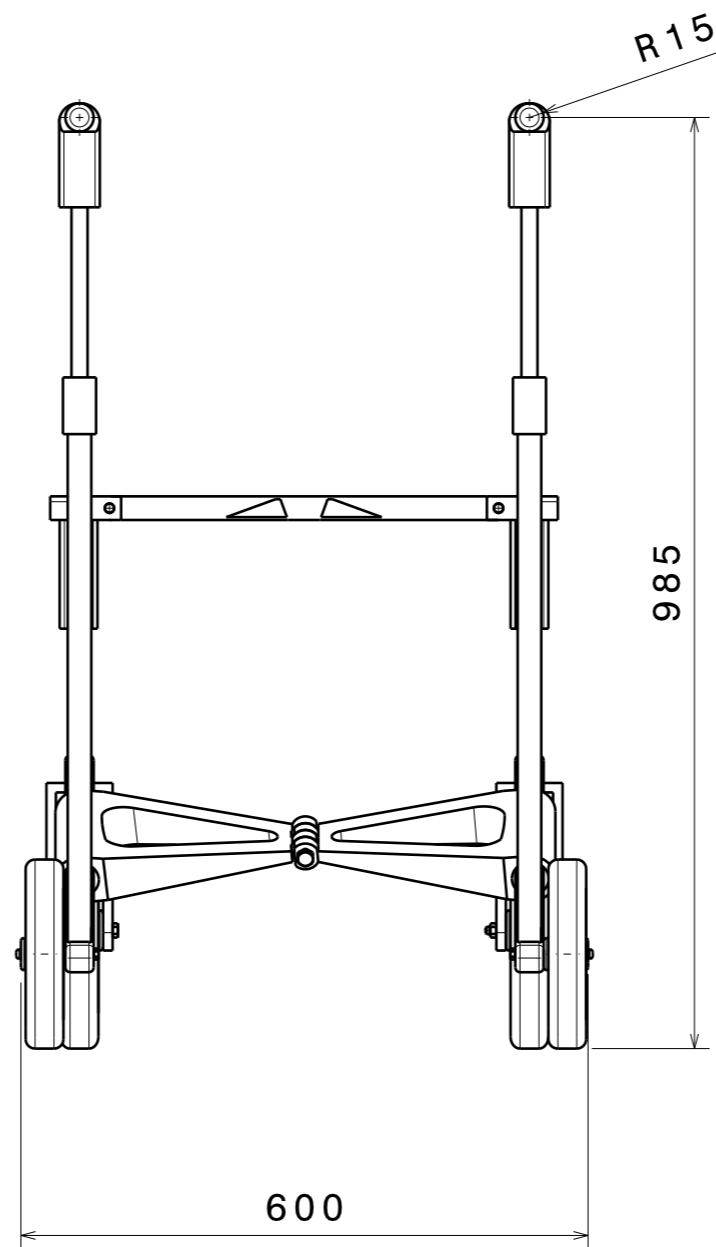
Section view B-B

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS		REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA	
PLANO: CHASIS		FIRMA:	
	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:4 1:1	Nº PLANO: 3

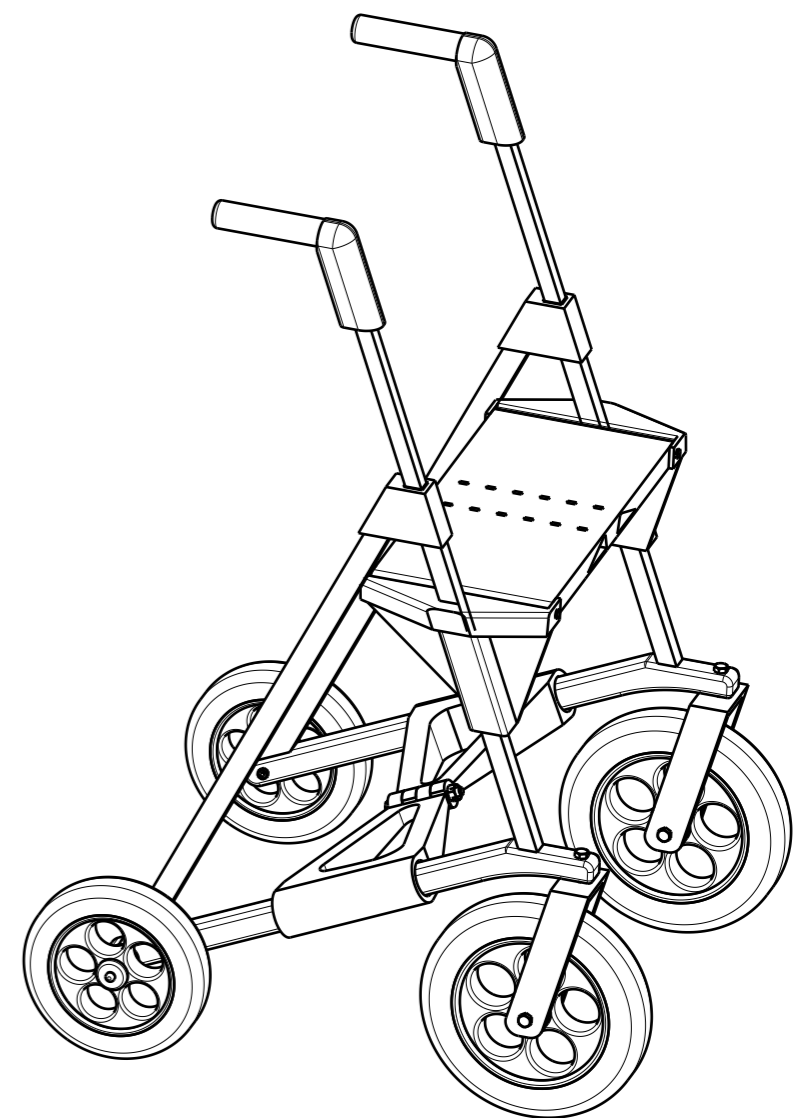
H G F E D C B A



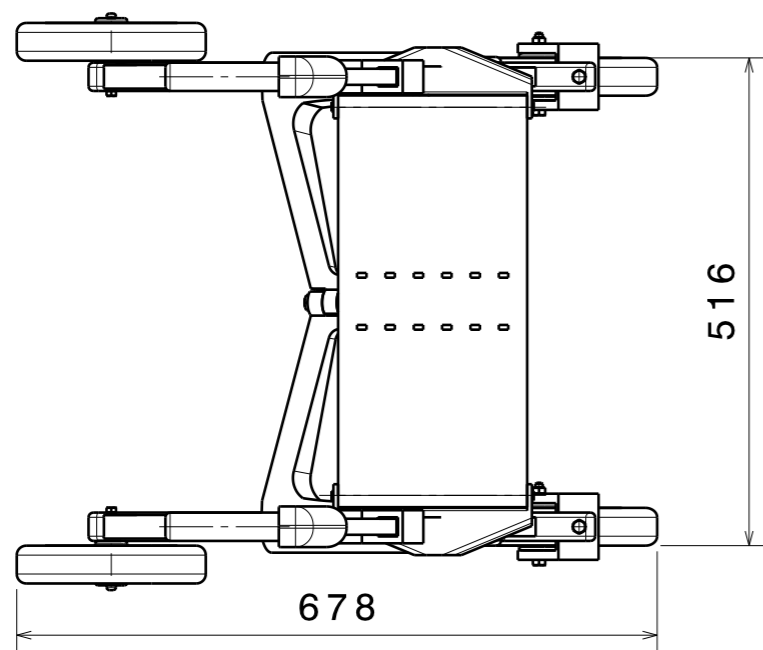
Front view



Left view



Isometric view



Top view



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO
INDUSTRIAL M.

TOLERANCIAS SEGÚN
NORMA ISO 2762-M

DEPARTAMENTO
DE PROYECTOS
E ING.RURAL

PROYECTO:
**DISEÑO DE UN ANDADOR
PARA ADULTOS**

REALIZADO:
REBOLLO MUGUETA, CRISTINA

FIRMA:

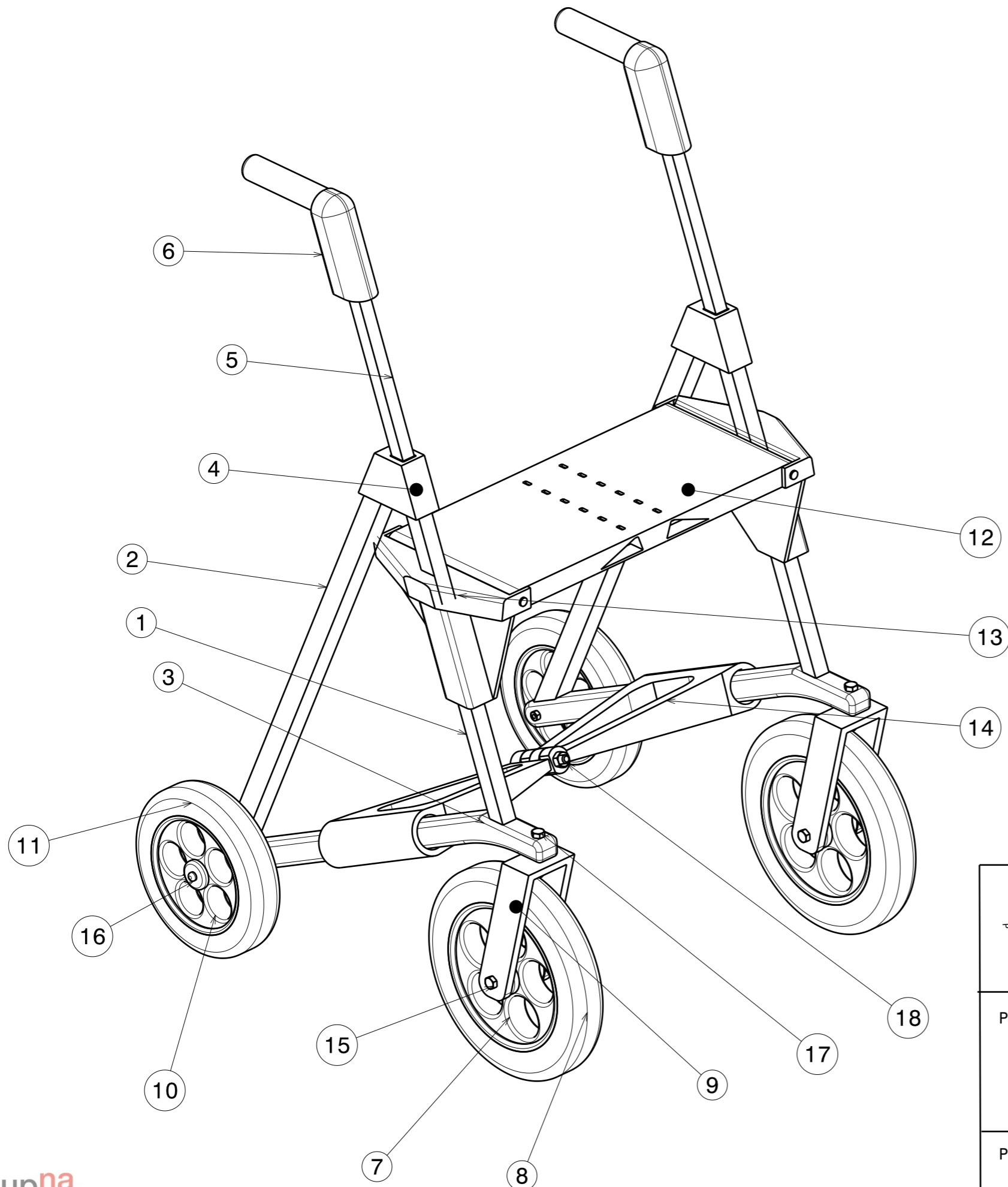
PLANO:
ANDADOR

FECHA:
30/06/2011

ESCALA:
1:8

Nº PLANO:
2

MARCA	COMPONENTE	MATERIAL
1	barra chasis	aluminio
2	barra chasis	aluminio
3	barra chasis	aluminio
4	pieza unión	termo-plástico
5	barra manillar	aluminio
6	empuñadura	termo-plástico
7	llanta RD	plástico
8	neumático RD	Goma
9	guia RD	termo-plástico
10	llanta RT	plástico
11	neumático RT	goma
12	tablero asiento	resina plástica
13	guia asiento	aluminio
14	sistema de plegado	termo-plástico
15	tornillo ISO 4018 M8X50 steel tuerca ISO 4032 M8	
16	tornillo ISO 4018 M6X80 steel tuerca ISO 4032 M6	
17	tornillo ISO 4018 M8X50 steel tuerca ISO 4032 M8	
18	tornillo ISO 4018 M10X80 steel tuerca ISO 4032 M10	



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	TOLERANCIAS SEGÚN NORMA ISO 2762-M	
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING.RURAL	
PROYECTO: DISEÑO DE UN ANDADOR PARA ADULTOS	REALIZADO: REBOLLO MUGUETA, CRISTINA		
	FIRMA:		
PLANO: CONJUNTO ANDADOR	FECHA: 30/06/2011	ESCALA: 1:5	Nº PLANO: 1

ANEXO B

PERFILES DE FORMAS REGULARES DE ALUMINIO

4



	pág.
La extrusión	4. 2
Consejos para utilizar las diferentes aleaciones	4. 4
Resumen de perfiles de formas regulares	4. 6
Perfiles de formas regulares	
Ángulos lados iguales	4. 12
Ángulos lados desiguales	4. 13
Pletinas	4. 14
Tubos cuadrados	4. 17
Tubos rectangulares	4. 19
Tubos redondos	4. 22
Perfiles en "U"	4. 31
Perfiles en "T"	4. 33
Perfiles doble "T"	4. 33
Perfiles y tubos para cilindros neumáticos	4. 34
Tubos estirados calibrados	4. 36

La extrusión en prensa es un procedimiento de conformación por deformación plástica, que consiste en moldear un metal, en caliente o frío, por compresión en un recipiente obturado en un extremo con una matriz o hilera que presenta un orificio con las dimensiones aproximadas del producto que se desea obtener y por el otro extremo un disco macizo, llamado disco de presión.

Si el esfuerzo de compresión se transmite al metal por medio del disco de presión o de la matriz, al proceso de extrusión se le denomina extrusión directa o extrusión inversa.

EXTRUSIONABILIDAD DE LAS ALEACIONES DE ALUMINIO

La facilidad o dificultad de extrusión de un perfil, que al final determina su precio, se basa en los estudios que han permitido crear esta tabla:

Aleación	Extrusionabilidad en %
1080	160
1050	135
1200	135
3003	120
6060-6063	100
6082	60
2011	35
5086	25
2014	20
5083	20
2024	15
7075	10

Las aleaciones EN AW 6060/6063 tienen el mejor índice de extrusionabilidad y se les ha aplicado el 100%, o sea, la base para el cálculo.

De esta información se deduce, entre otras, la facilidad o dificultad para obtener perfiles de secciones complejas.

Por una parte las aleaciones con alto índice de extrusionabilidad, por ser muy blandas y no poderse endurecer por tratamiento térmico, harían que los perfiles que se pudiesen obtener se deformaran en su manipulación, además de no poder mantener las formas del diseño.

En las aleaciones duras, su baja extrusionabilidad hace que el aluminio no fluya bien y por lo tanto no se puedan realizar perfiles de secciones complejas. Además de su baja productividad, este tipo de aleaciones requiere tratamientos térmicos de temple y maduración con un control muy estricto que hace también que en los perfiles de secciones sencillas el precio sea mayor.

ALEACIONES DE ALUMINIO DE EXTRUSIÓN

Todas las aleaciones de aluminio de deformación plástica son susceptibles de aceptar el proceso de extrusión y su empleo permite cubrir numerosos sectores y resolver problemas tan diferentes como los que se presentan en decoración, construcción mecánica, resistencia a la corrosión y a los agentes químicos, etc.

Desde el punto de vista de extrusión se distinguen tres clases de aleaciones:

1. ALEACIONES BLANDAS, poco cargadas con elementos de adición.

No tratables térmicamente:

- Aluminio puro: 1050, 1060, 1080, 1100, 1200, 1260, 1350
- Aluminio-Manganeso: 3003, 3004, 3005, 3103, 3105

Tratables térmicamente:

- Aluminio-Magnesio-Silicio: 6005, 6060, 6061, 6063, 6101, 6106, 6082

2. ALEACIONES SEMIDURAS

No tratables térmicamente:

- Aluminio-Magnesio ($\leq 3\%$): 5005, 5050, 5251, 5052, 5754

Tratables térmicamente:

- Aluminio-Zinc: 7003, 7020

3. ALEACIONES DURAS

No tratables térmicamente:

- A base de magnesio ($\geq 3,5\%$): 5086, 5083, 5056

Tratables térmicamente:

- Basándose en cobre y magnesio: 2014, 2017, 2024
- Basándose en zinc, magnesio y cobre: 7049, 7075

POSIBILIDAD DE EXTRUSIÓN DE PERFILES

Límites actuales

Los límites están evidentemente en función de las prensas de que se dispone. En EEUU, Rusia y la CEI, Alemania, Francia, Corea, China, Japón, Gran Bretaña, etc., existen prensas de 5.000 a 15.000 Tns. En España la potencia de las prensas de extrusión oscila entre las 1.600 y las 3.000 Tns.

Sólo a partir de 5.000 Tns. se pueden fabricar perfiles de dimensiones superiores a una sección de 350 mm. **Nuestra especialidad nos permite atender el mercado de perfiles a partir de esta dimensión.**

Longitud de los perfiles

Los límites prácticos de la longitud de los perfiles dependen en primer lugar del transporte ya que, aunque técnicamente se pueden hacer de mayor longitud, al final la pregunta es: ¿Ahora cómo lo transportamos?

En general, la longitud dependerá del tamaño del horno de tratamiento de maduración artificial.

La longitud normal para las barras para mecanizar está establecida en 3.000/4.000 mm y 6.050 mm para los perfiles. Debido a su costo, los perfiles se pueden suministrar a las dimensiones optimizadas por el cliente pero con ciertos límites. En el sector del transporte, FFCC y construcción naval, se suministran perfiles de hasta 28.000 mm de longitud.

Actualmente para los sectores del ferrocarril y la construcción naval se suministran perfiles de anchuras entre 400 y 600 mm soldados a lo ancho en toda su longitud, lo que permite suministrar plataformas completas hasta de 2.800 x 24.000mm.

Espesores mínimos

Según la sección del diámetro del círculo circunscrito del perfil, de su sencillez (aleaciones blandas o duras), de su forma semitubular y de su dificultad de enderezado (aleaciones blandas o duras) y perfiles tubulares (aleaciones blandas 1050, 5050, 6000), los espesores pueden variar entre 0,8 y 50 mm.

Ángulos vivos y radios

El ángulo vivo absoluto no existe en la extrusión. Lo que se designa frecuentemente bajo el nombre de "ángulo vivo" es en realidad un radio del orden de 0,5 mm. No es posible descender por debajo de este valor debido a la falta de fluidez del aluminio en dicha zona.

Cuanto más dura es la aleación a extruir, mayor es el riesgo de que se parta la herramienta y, en consecuencia, no se

recomienda el radio mínimo de 1 mm para las aleaciones: 5083, 5056, 2017, 2024, 7075, 7049, etc.

Tolerancias

Tolerancia dimensional

Diremos, a título de ejemplo, que las tolerancias dimensionales de los anchos y de los espesores varían:

- de $\pm 0,2$ mm para una medida nominal de 3 mm
- a $\pm 1,45$ mm para una medida nominal de 180 a 250 mm

Tolerancia en los radios

La tolerancia en los radios varía:

- de $\pm 0,4$ mm para un radio mínimo de 3 mm
- a $\pm 7,0\%$ para radios de 6 a 10 mm

Tolerancia de ángulo

La tolerancia de ángulo varía de 1° a 2°

Tolerancia de rugosidad

La rugosidad de la superficie (rayas de extrusión) admisible varía:

- de $\pm 0,06$ mm para espesores inferiores a 1,6 mm
- a $\pm 0,20$ mm para espesores superiores a 16 mm

Tolerancia de acabado

La flecha máxima en el enderezamiento es de 8 mm sobre 2 m.

La torsión angular admisible varía de $1^\circ/m$ para perfiles inscritos en un círculo de más de 75 mm, a $3^\circ/m$ para perfiles con círculo circunscrito de diámetro menor que 50 mm.

La tolerancia del corte prevé un desescuadre de 1° a 3° y en la longitud de 2 a 6 mm para longitudes hasta 1 m y 10 a 15 mm para longitudes de 9 m.

Aleaciones de los perfiles que mantenemos normalmente en stock o que bajo pedido podemos suministrar

Aleación ENAW	Denominación Alu-Stock	Estado	Carga de rotura Rm Mpa	Límite elástico Rp 0,2 Mpa	Alargamiento A 5,65 %	Límite de fatiga Mpa	Dureza Brinell
1050	Puraltok 99,5	H111	65	20	26	50	30
5754	Magnealtok 30	H111	190	80	14	220	55
5083	Magnealtok 45	H111	270	115	14	250	70
6005	Simagaltok 6005	T6	260	215	8	190	90
6060	Simagaltok 6060	T5	160	120	8	160	60
6063	Simagaltok 6063	T5	175	130	6	165	62
6061	Simagaltok 6061	T6	290	240	8	190	95
6082	Simagaltok 6082	T6	310	260	8	210	95
6101	Simagaltok 6101	T6	215	160	8	-	71
6106	Simagaltok 6106	T5	225	190	10	-	75
7020	Alzintok 20	T6	350	290	10	270	120

Nota: Estos datos son aproximados ya que sus características dependen de la configuración del material y del espesor.

Otros datos sobre compatibilidad, soldadura, comportamiento natural, mecanización, embutición y tratamientos superficiales, los encontrarán en las hojas técnicas.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Para conexiones eléctricas, pletinas, etc.

Aleaciones de Aluminio puro: 1050 E, 1060

Aleaciones de AlMgSi: E-6060

ANTICORROSIÓN (Aplicación naval)

Aleaciones de AlMg: 5050, 5251, 5052, 5754, 5154, 5454, 5083, 5086, 5056

Aleaciones de AlMgSi: 6005, 6082, etc.

MECANIZADO

Aleaciones de AlCu: 2007, 2017, 2030

Aleaciones de AlMgSi: 6061, 6082

Aleaciones de AlMg: 5083

Aleaciones de AlZn: 7020, 7022, 7075

(Con nuestra máquina de corte de precisión podemos suministrar pletinas cortadas con una tolerancia de $\pm 0,1$ mm en todas las aleaciones).

Para las pletinas o perfiles con espesor superior a 8 mm aconsejamos aleaciones con tratamiento al agua T6 para que su dureza llegue al núcleo del perfil. Como norma tenemos la 6082 y comenzamos a suministrar pletinas en aleaciones de cobre (2011, 2007, 2030).

Las pletinas de la aleación 6063 en estado T5 tienen un problema y es el siguiente:

El tratamiento habitual en las aleaciones AlMgSi es el enfriamiento con aire, T5. Este tratamiento está indicado para espesores pequeños, hasta 5 mm máximo, a partir de dicho espesor, si el perfil tiene gran masa, provocamos un enfriamiento en la superficie, pero debido a que el resto de la masa interior está muy caliente (entre 450° y 500° C), el calor lógicamente irradia hacia el exterior y elimina los efectos del temple, con lo cual, el material suministrado tiene características muy bajas, lo que produce problemas de mecanizado, roscado, resistencia mecánica, etc.

En el caso de un anodizado posterior es muy importante utilizar taladrinas que no oxiden el aluminio y secar bien las piezas inmediatamente después de mecanizar porque en caso contrario aparecerían manchas al anodizar.

ANODIZADO

Las aleaciones aconsejadas para anodizado decorativo son:

En chapas para fachadas, la 5005-H24 (la 1050 puede tener impurezas en suspensión que provocan manchas en forma de vetas, como en la madera).

Tenemos en existencia chapas anodizadas en continuo de la calidad 5005, protegidas con film adhesivo, lo que nos permite ofrecer chapas exentas de rayas, con anodizado uniforme, y aprovechamiento del 100% del material. Su mercado está en la fachada, mobiliario electrónico de calidad, grabación de placas, etc.

En perfiles para carpintería las aleaciones mejores son las de AlMgSi como la 6060 o la 6063 y sus variantes en estado T5, según qué se precise, anodizado decorativo bueno o brillo electroquímico. Por el contrario, las aleaciones de AlMgSi en estado T6, al ser enfriadas con agua, pueden tener oxidaciones locales que provocarían manchas que aparecerían después del anodizado.

ANODIZADO DURO (Hard anodizing)

Las aleaciones de AlMgSi, AlMg y AlZn son muy buenas para este tratamiento de dureza superficial. Con dicho tratamiento se consigue:

- una resistencia a la abrasión superior incluso a la de muchos aceros.
- anticorrosividad en ambientes marinos.
- que sean dieléctricos, es decir, aislarlos al paso de la corriente eléctrica.

SOLDADURA

La mayoría de las aleaciones tienen una buena soldabilidad (mirar tablas de cada aleación) pero el problema estriba en las características mecánicas que resultan después de la soldadura (este procedimiento consiste en provocar que el material se licue en un punto y se fusione, lo que hace que pierda características mecánicas en dicha zona), por lo tanto, es muy importante utilizar aleaciones que suelden bien y que tengan la menor pérdida de características en la zona de soldadura.

Un material anodizado es imposible de soldar debido a que la capa de óxido de aluminio que recubre el perfil, es dieléctrica, es decir, que aísla el paso de la corriente necesario para producir el arco y además esa capa necesitaría más de 2.000°C para poder fundirse.

El aluminio, al contacto con el oxígeno, se recubre de una ligera capa de óxido de aluminio y por eso es imprescindible limpiar por medios mecánicos o químicos la zona a soldar para evitar problemas.

CORROSIÓN GALVÁNICA

El aluminio en contacto con otros metales y en una atmósfera seca no representa peligro alguno (salvo contacto aluminio-mercurio).

Por el contrario, si los dos metales en contacto están en presencia de un líquido conductor, ya sea por condensación o por inmersión, uno de ellos podrá constituir el asiento del fenómeno de corrosión galvánica, general a todos los metales sometidos a estas condiciones.

En ese caso, el aluminio será corroído si está en contacto con materiales más electropositivos, como el hierro, el acero ordinario, el **acero inoxidable**, el cobre y sus aleaciones, etc. Por el contrario, si está en presencia de metales más electronegativos, como el magnesio, el zinc, etc, entonces son esos metales los que se corroen protegiendo así al aluminio.

Las aleaciones de AlCu son problemáticas en ambientes húmedos ya que se corroen.

CURVADO

El estado habitual de los perfiles en las aleaciones AlMgSi (6060/6063) es T5 o T6 que, por su dureza, no permite curvar los perfiles con garantía, ya que, aunque algún perfil pueda curvarse, en general, es imposible que dos perfiles de la misma partida tengan la misma dureza. Incluso, no tiene nada que ver el centro del perfil con los extremos, debido a que en el horno de tratamiento reciben el calor con distinta intensidad y, de hecho, unos pueden curvarse bien y otros romperse. La temperatura ambiente tiene influencia porque el frío endurece el aluminio y perjudica la curvatura.

Para tener garantía de curvado, el material tiene que suministrarse en estado F, bruto de fabricación, o T4, sin maduración artificial.

La solución práctica para favorecer el curvado es calentar el perfil en el momento del curvado.

En el curvado influye también el radio que se utilice, el espesor del perfil y los medios que se empleen.



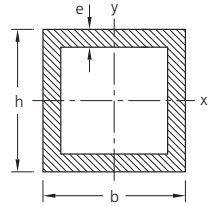
ALU-STOCK S.A.

Debido a la problemática y las exigencias actuales, nuestra empresa, con más de 37 años de experiencia en el mundo del aluminio, se ofrece para enseñarles, asesorarles en la utilización del aluminio y sus aleaciones, evitándoles la posibilidad de que, por ignorancia, se produzcan males irreversibles que al final se convierten en pérdidas económicas.

Nuestra empresa no se limita a ofrecer lo que el cliente solicita, sino que, debido a su gran stock y a su experiencia, asesora y aconseja el tipo de semi-producto que sea el ideal en función de los parámetros explicados anteriormente.

Plantearnos problemas es nuestro reto, buscar las soluciones es nuestra obligación, por ello les pedimos que utilicen nuestros conocimientos para mejorar la utilización del aluminio.

TUBOS CUADRADOS



b x h mm	e mm	Peso Kg/m	M _x cm ⁴	W _x cm ³	SIMAGALTOK 63/60 6063/6060	SIMAGALTOK 82 6082
15 x 15	1,50	0,230	0,249	0,332	☐	—
15 x 15	2,00	0,295	0,300	0,400	☐	—
16 x 16	1,50	0,247	0,308	0,385	☐	—
20 x 20	1,50	0,315	0,637	0,637	☐	—
20 x 20	2,00	0,408	0,787	0,787	☐	—
20 x 20	3,00	0,578	1,013	1,013	☐	—
25 x 25	1,50	0,400	1,303	1,042	☐	—
25 x 25	2,00	0,522	1,635	1,308	☐	—
25 x 25	3,00	0,748	2,169	1,735	☐	—
30 x 30	1,50	0,485	2,321	1,548	☐	—
30 x 30	2,00	0,635	2,942	1,961	☐	—
30 x 30	3,00	0,919	3,985	2,657	☐	—
35 x 35	1,50	0,570	3,767	2,153	☐	—
35 x 35	2,00	0,748	4,809	2,748	☐	—
40 x 40	1,50	0,655	5,715	2,858	☐	—
40 x 40	2,00	0,862	7,337	3,668	☐	☐
40 x 40	2,50	1,062	8,828	4,414	☐	☐
40 x 40	3,00	1,259	10,197	5,099	☐	☐
40 x 40	4,00	1,633	12,595	6,298	☐	☐
45 x 45	1,50	0,739	8,241	3,663	☐	—
45 x 45	2,00	0,975	10,624	4,722	☐	—
50 x 50	1,50	0,824	11,419	4,568	☐	—
50 x 50	2,00	1,089	14,771	5,908	☐	—
50 x 50	3,00	1,599	20,849	8,340	☐	☐
50 x 50	4,00	2,087	26,153	10,461	☐	☐
50 x 50	5,00	2,549	30,750	12,300	☐	☐
60 x 60	1,50	0,995	20,033	6,678	☐	—
60 x 60	2,00	1,315	26,046	8,682	☐	—
60 x 60	3,00	1,939	37,141	12,380	☐	☐
60 x 60	4,00	2,540	47,070	15,690	☐	☐
70 x 70	1,50	1,164	32,157	9,188	☐	—
70 x 70	1,80	1,392	38,092	10,884	☐	—
70 x 70	2,00	1,542	41,961	11,989	☐	—
70 x 70	3,00	2,277	60,273	17,221	☐	☐
70 x 70	4,00	2,994	76,947	21,985	☐	☐
80 x 80	1,50	1,334	48,391	12,098	☐	—
80 x 80	2,00	1,769	63,315	15,829	☐	—
80 x 80	3,00	2,617	91,445	22,861	☐	☐
80 x 80	4,00	3,447	117,385	29,346	☐	☐
80 x 80	5,00	4,269	141,250	35,313	☐	☐
80 x 80	8,00	6,532	201,523	50,381	☐	☐

☐ Material normalmente en stock

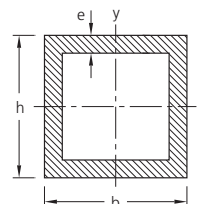
☐ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega

☐ Material bajo pedido y cantidad mínima

Longitud standard: 6.050 mm

TUBOS CUADRADOS

b x h mm	e mm	Peso Kg/m	Mlx cm ⁴	Wx cm ³	SIMAGALTOK 63/60 6063/6060	SIMAGALTOK 82 6082
100 x 100	2,00	2,223	125,545	25,109	□	—
100 x 100	2,50	2,764	154,578	30,916	□	—
100 x 100	3,00	3,297	182,709	36,592	□	—
100 x 100	4,00	4,355	236,339	47,268	□	▨
100 x 100	5,00	5,387	286,583	57,317	—	□
100 x 100	10,00	10,197	492,000	98,400	□	▨
120 x 120	2,00	2,676	219,134	36,522	□	—
120 x 120	2,50	3,331	270,495	45,082	□	—
120 x 120	4,00	5,262	416,734	69,456	□	—
120 x 120	5,00	6,521	507,917	84,653	□	—
135 x 135	3,00	4,487	460,231	68,182	□	—
150 x 150	2,50	4,178	534,995	71,333	□	—
150 x 150	4,00	6,623	830,526	110,737	□	—
150 x 150	5,00	8,222	1.017,417	135,656	□	—
180 x 180	8,00	15,604	2.719,710	302,190	□	—
200 x 200	5,00	11,047	2.473,250	247,325	□	—
200 x 200	8,00	17,047	3.871,427	378,142	□	—
205 x 205	4,00	9,109	2.166,351	211,351	□	—
250 x 250	6,00	16,587	5.814,227	465,138	□	—
250 x 250	10,00	27,200	9.232,000	738,560	□	—



ALU-STOCK S.A.

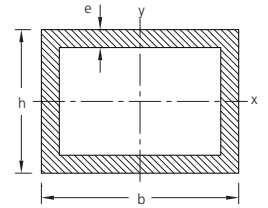
□ Material normalmente en stock

▨ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega

□ Material bajo pedido y cantidad mínima

Longitud standard: 6.050 mm

TUBOS RECTANGULARES



b x h mm	e mm	Peso Kg/m	Mlx cm ⁴	Mly cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	SIMAGALOK 63/60 6063/6060	SIMAGALOK 82 6082
20 x 10	1,50	0,230	0,118	0,380	0,236	0,380	□	—
25 x 15	1,50	0,315	0,386	0,888	0,515	0,711	□	—
30 x 10	1,50	0,315	0,173	1,102	0,346	0,735	□	—
30 x 15	1,50	0,357	0,455	1,407	0,607	0,938	□	—
30 x 20	1,50	0,399	0,895	1,712	0,895	1,141	□	—
30 x 20	2,00	0,522	1,113	2,157	1,113	1,438	□	—
35 x 20	1,50	0,442	1,023	2,504	1,023	1,431	□	—
40 x 10	1,50	0,400	0,228	2,379	0,455	1,189	□	—
40 x 10	2,00	0,522	0,269	3,001	0,537	1,500	□	—
40 x 20	1,50	0,485	1,152	3,491	1,152	1,745	□	—
40 x 20	2,00	0,635	1,438	4,446	1,438	2,223	□	—
40 x 20	3,00	0,918	1,889	6,081	1,889	3,041	□	—
40 x 25	2,00	0,692	2,430	5,169	1,944	2,584	□	—
40 x 30	2,00	0,748	3,727	5,891	2,485	2,946	□	—
40 x 30	4,00	1,406	6,161	9,993	4,107	4,996	□	—
45 x 15	1,50	0,485	0,661	3,982	0,881	1,770	□	—
45 x 25	2,00	0,748	2,695	6,923	2,156	3,077	□	—
50 x 20	2,00	0,748	1,763	7,855	1,763	3,142	□	—
50 x 25	1,50	0,612	2,340	7,007	1,872	2,803	□	—
50 x 25	2,00	0,805	2,960	9,008	2,368	3,603	□	□
50 x 25	3,00	1,174	3,995	12,554	3,196	5,022	□	—
50 x 30	2,00	0,862	4,513	10,161	3,008	4,064	□	—
50 x 30	3,00	1,259	6,181	14,213	4,121	5,685	□	—
50 x 40	2,00	0,975	8,782	12,466	4,391	4,986	□	—
50 x 40	4,00	1,860	15,198	21,910	7,599	8,764	□	—
55 x 15	1,50	0,570	0,798	6,736	1,064	2,449	□	—
60 x 10	1,50	0,570	0,337	7,197	0,674	2,399	□	—
60 x 20	1,50	0,655	1,666	9,764	1,666	3,255	□	—
60 x 20	2,00	0,862	2,089	12,585	2,089	4,195	□	—
60 x 30	2,00	0,975	5,298	15,950	3,532	5,317	□	—
60 x 40	1,50	0,825	7,940	14,899	3,970	4,966	□	—
60 x 40	2,00	1,089	10,227	19,315	5,114	6,438	□	—
60 x 40	3,00	1,599	14,313	27,385	7,157	9,128	□	—
60 x 40	4,00	2,087	17,801	34,505	8,900	11,502	□	—
70 x 20	1,50	0,739	1,924	14,559	1,924	4,160	□	—
70 x 20	2,00	0,975	2,414	18,834	2,414	5,381	□	—
70 x 30	1,50	0,824	4,760	10,078	3,174	5,165	□	—
70 x 30	2,50	1,347	7,286	28,536	4,858	8,153	□	—
70 x 30	3,00	1,599	8,377	33,321	5,585	9,520	□	—
75 x 25	2,00	1,089	4,286	25,256	3,429	6,735	□	—
80 x 20	2,00	1,089	2,739	26,803	2,739	6,701	□	—
80 x 30	2,00	1,202	6,869	32,889	4,579	8,222	□	—
80 x 40	1,50	0,995	10,164	29,902	5,082	7,476	□	—
80 x 40	2,00	1,315	13,118	38,974	6,559	9,743	□	—
80 x 40	3,00	1,937	18,429	55,853	9,215	13,963	□	—
80 x 40	4,00	2,540	23,006	71,134	11,503	17,783	□	—
80 x 40	5,00	3,119	26,917	84,917	13,458	21,229	□	—
80 x 50	3,00	2,107	30,803	64,701	12,321	16,188	□	—

□ Material normalmente en stock

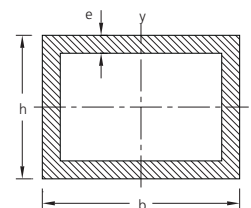
□ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega

□ Material bajo pedido y cantidad mínima

Longitud standard: 6.050 mm

PERFILES DE FORMAS REGULARES

TUBOS RECTANGULARES



b x h mm	e mm	Peso Kg/m	Mlx cm ⁴	Mly cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	SIMAGALTOX 63/60 6063/6060	SIMAGALTOX 82 6082
80 x 60	2,00	1,542	32,777	51,145	10,926	12,786	☐	—
80 x 60	4,00	2,994	59,635	94,259	19,878	23,565	☐	—
100 x 20	2,00	1,315	3,390	48,702	3,390	9,740	☐	—
100 x 25	1,70	1,172	4,908	46,076	3,927	9,215	☐	—
100 x 30	3,00	2,107	11,671	83,883	7,781	16,777	☐	—
100 x 40	1,70	1,317	13,866	58,398	6,933	11,680	☐	—
100 x 40	2,00	1,542	16,009	67,913	8,004	13,583	☐	—
100 x 40	4,00	2,994	28,211	125,683	14,106	25,137	☐	—
100 x 45	1,70	1,365	17,985	62,505	7,993	12,501	☐	—
100 x 45	2,00	1,598	20,801	72,715	9,245	14,543	☐	—
100 x 50	2,00	1,656	26,298	77,518	10,519	15,504	☐	—
100 x 50	2,50	2,055	32,026	95,151	12,810	19,030	☐	—
100 x 50	3,00	2,449	37,440	112,120	14,976	22,424	☐	—
100 x 50	4,00	3,221	47,366	144,126	18,946	28,825	☐	—
100 x 50	5,00	3,965	56,167	173,667	22,467	34,733	☐	—
100 x 50	6,00	4,691	63,927	200,867	25,571	40,173	☐	—
100 x 50	8,00	6,073	76,654	248,734	30,662	49,747	☐	—
100 x 60	2,00	1,767	39,507	87,123	13,169	17,425	☐	—
100 x 60	4,00	3,447	72,201	162,596	24,067	32,514	☐	—
100 x 80	3,00	2,957	109,241	154,473	27,310	30,895	☐	—
120 x 20	2,00	1,542	4,041	79,881	4,041	13,313	☐	—
120 x 40	1,50	1,334	14,613	82,169	7,307	13,695	☐	—
120 x 40	2,00	1,769	18,899	107,731	9,450	17,955	☐	—
120 x 40	4,00	3,447	33,417	201,353	16,708	33,559	☐	—
120 x 50	2,00	1,882	30,909	121,657	12,363	20,276	☐	—
120 x 50	3,00	2,787	44,075	176,767	17,630	29,461	☐	—
120 x 50	4,00	3,674	55,851	228,275	22,340	38,046	☐	—
120 x 60	2,00	1,996	46,238	135,582	15,413	22,597	☐	—
120 x 60	4,00	3,901	84,766	255,198	28,255	42,533	☐	—
120 x 60	5,00	4,815	101,417	309,417	33,806	51,569	☐	—
120 x 60	6,00	5,710	116,467	360,115	38,822	60,019	☐	—
120 x 80	3,00	3,300	127,037	238,381	31,759	39,730	☐	—
120 x 80	6,00	6,396	229,011	438,163	57,253	73,027	☐	—
120 x 80	10,00	10,197	332,000	652,000	83,000	108,667	☐	—
140 x 40	1,50	1,504	16,838	121,833	8,419	17,405	☐	—
140 x 40	4,00	3,898	38,622	301,342	19,311	43,049	☐	—
140 x 50	2,50	2,620	43,318	220,693	17,327	31,528	☐	—
140 x 60	2,50	2,762	64,828	244,328	21,609	34,904	☐	—
140 x 60	3/4	3,830	86,995	332,919	28,998	47,560	☐	—
140 x 80	4,00	4,808	186,761	449,353	46,690	64,193	☐	—
146 x 110	2,30	3,279	239,666	369,615	43,576	50,632	☐	—
150 x 30	2,00	1,996	12,366	169,454	8,244	22,594	☐	—
150 x 40	2,00	2,109	23,235	191,359	11,618	25,515	☐	—
150 x 50	2,50	2,764	46,141	236,016	18,456	35,069	☐	—
150 x 50	3,00	3,300	54,029	311,389	21,612	41,519	☐	—
150 x 50	4,00	4,355	68,579	404,099	27,432	53,880	☐	—
150 x 65	2,00	2,391	67,121	246,123	20,653	32,816	☐	—
150 x 80	3,00	3,807	153,731	408,643	38,433	54,486	☐	—

☐ Material normalmente en stock

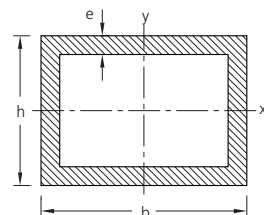
☒ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega

☐ Material bajo pedido y cantidad mínima

Longitud standard: 6.050 mm

TUBOS RECTANGULARES

b x h mm	e mm	Peso Kg/m	Mlx cm ⁴	Mly cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	SIMAGALTOK 63/60 6063/6060	SIMAGALTOK 82 6082
150 x 70	2,70	3,285	103,899	341,119	29,685	45,482	□	—
150 x 100	3,00	4,150	253,299	473,479	50,660	63,131	□	—
150 x 100	5,00	6,804	399,500	754,500	79,900	100,600	□	— *
155 x 20	2,00	1,939	5,179	161,586	5,179	20,850	□	—
160 x 40	1,70	1,893	21,352	194,015	10,676	24,252	□	—
160 x 80	10,00	12,474	430,667	1.358,667	107,667	169,833	□	□
170 x 50	2,70	4,808	77,065	559,049	30,826	65,770	□	—
180 x 50	4,00	5,035	81,307	649,043	32,523	72,116	□	—
180 x 60	2,50	3,331	81,370	459,620	27,123	51,069	□	—
180 x 60	4,00	5,257	122,462	711,006	40,821	79,001	□	—
180 x 80	3,00	4,321	180,425	639,385	45,106	71,043	□	—
192 x 78	4,00	5,942	233,350	966,750	59,833	100,703	□	—
200 x 40	2,50	3,328	36,995	503,995	18,497	50,399	□	—
200 x 50	4,00	5,489	89,793	856,073	35,917	85,607	□	—
200 x 80	4,00	6,164	256,137	1.086,601	64,034	108,660	□	—
200 x 100	2,50	4,178	273,432	796,557	54,686	79,656	□	—
200 x 100	4,00	6,617	420,766	1.240,286	84,153	124,029	□	—
220 x 40	2,50	3,611	40,516	650,651	20,258	59,146	□	—
240 x 50	3,00	4,827	83,891	1.061,935	33,556	88,495	□	—
250 x 40	3,00	4,827	53,415	1.092,411	26,708	87,393	□	—
280 x 100	3,00	6,356	436,833	2.179,521	87,367	155,680	□	—
300 x 110	4,00	9,109	745,227	3.587,425	135,496	239,165	□	—
300 x 120	5,00	11,613	1.103,417	4.643,417	183,903	309,561	□	—
420 x 150	5,00	15,862	2.437,167	12.202,167	324,956	581,056	□	—



* Cantos redondeados

ALU-STOCK S.A.

□ Material normalmente en stock

▣ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega

□ Material bajo pedido y cantidad mínima

Longitud standard: 6.050 mm



Carrito

Compañía

Productos

Cómo comprar

Contacto

Aseo

Camas / descanso

Movilidad

Vida Diaria & Rehabilitación

Grúas

Niños

Todo RUEDAS

Ruedas HINCHABLES, cámaras y cubiertas



Rueda 200x40 neumática

Color llanta: negro

Referencia PP505N

Deporte / Playa / Ocio

Todo RUEDAS

■ Ruedas traseras

• Ruedas OUTDOR /
LANDCRUISER

• SPINERGY

• X-CORE

■ Cámaras y cubiertas
SCHWALBE

• Cámaras para ruedas

• Palancas para cambiar
neumáticos

• Schwalbe de calle

• Schwalbe para deportes

■ Cubiertas macizas -
SHOX-

■ Horquillas con suspensión
FROG-LEGS

■ Ruedas delanteras FROG-
LEGS

■ Ruedas, cámaras y
cubiertas DELANTERAS

• Ruedas MACIZAS
COMPLETAS

• Ruedas HINCHABLES,
cámaras y cubiertas

Movilidad electrónica

Tel. 685 46 54 81

Fax. 93 848 01 97

ortotienda@terra.es

Zona Industrial
Abadal
Nau Vella, 2ª planta
Apartado de Correos
83
08260 Súria
(Barcelona)
Tel. 93 868 20 72
Fax 93 869 63 62

[castellano](#) | [català](#)



POLIPROPILENO



DESCRIPCIÓN: El **polipropileno (PP)** es un **polímero termoplástico** comercial, semicristalino, blanco, semiopaco, y que actualmente se elabora en una amplia variedad de calidades y modificaciones. Un **plástico termoconformado** o **técnico** que básicamente se utiliza para la construcción de piezas que necesitan resistencia química, peso ligero y fricción suave.

Es un material muy rígido y duro, que tiene una excelente resistencia al impacto, a los productos líquidos corrosivos y a la dieléctrica. El **Polipropileno (PP)** tiene una mayor rigidez, dureza y estabilidad que el **polietileno**, pero este es más resistente a la cortadora.

► Para más información consulte las [características técnicas del polipropileno](#)

SECTORES EN LOS QUE SE USA EL POLIPROPILENO (PP):

- Sector industrial
- Sector químico
- Sector eléctrico
- Sector transformación de pieles
- Sector textil
- Sector cauchos y corchos
- Sector cubrimientos industriales

PRODUCTO

[POLIETILENO](#)
[POLIPROPILENO](#)
[ACETAL](#)
[NYLON](#)
[PVC](#)

- Sector fabricación bombas de traspaso
- Sector instalaciones de fluidos
- Sector fabricación de bidones y depósitos
- Sector fabricación juguetes

UTILIDADES DEL POLIPROPILENO (PP)



El **polipropileno (PP)**, es un **plástico técnico** se usa en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaquetados para alimentos, sector textil, equipamientos y equipos de laboratorio, componentes automotrices, sector del caucho y el corcho, fabricación industrial de bombas de trasvase, bridas y uniones, etc...

Se utiliza en una gran cantidad de procesos industriales, como la industria química, eléctrica, troquelaje de pieles, textiles, cauchos, corchos, cubrimientos industriales, bombas de trasvase, líquidos corrosivos, placas de apoyo para filtros industriales,

bridas para uniones de canalizaciones y tubos, cajas de baterías, conducciones de agua potable, aguas residuales, calefacción, etc...

El **polipropileno (PP)** también se emplea en dispositivos de estanquidad, toneles, bidones, cajas, juguetes de todo tipo, recipientes domésticos, hojas retráctiles y de embalaje, nervio interior de las defensas de las fuerzas de orden público (porras policía)...

➔ Para más información consulte las [características técnicas del polipropileno](#)

W3C XHTML 1.0

W3C CSS

W3C WAI-A



Zona Industrial
Abadal
Nau Vella, 2ª planta
Apartado de Correos
83
08260 Súria
(Barcelona)
Tel. 93 868 20 72
Fax 93 869 63 62

[castellano](#) | [català](#)



POLIPROPILENO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL POLIPROPILENO

Para conocer las **características técnicas** del **polipropileno**, elasticidad, alargamiento a la rotura, densidades, fricción, resistencia a la rotura al impacto, a la tracción, y temperatura máxima y mínima de trabajo, así como para consultar las tablas de las medidas de barras y placas de **polipropileno** que suministra plasticbages, y los pesos de los distintos formatos a su disposición, tanto en **barras** como en **placas**, consulte las tablas referentes al **polipropileno** que aparecen a continuación:

PROPIEDAD	UNIDAD	NORMA	POLIPROPILENO (PP)
Alargamiento a la rotura	%	DIN 53455	650
Conductividad térmica	W/Km	DIN 52612	0,22
Coefficiente de dilatación térmica de 20°C a 50°C	m/m K		150·10-6
Coefficiente de Fricción			0,4
Densidad	g/cm ²	DIN 53479	0,91
Dureza a la bola	N/mm ²	DIN 53456	
Dureza "Shore"		DIN 53505	D73
Módulo de elasticidad	N/mm ²	DIN 53457	1.300
Punto de fusión	°C	ASTM D789	164
Resistencia Superficial		DIN 53482	5·1013
Resistencia al impacto	KJ/m ²	DIN 53453	10
Resistencia a la tracción	N/mm ²	DIN 53455	33
Temperatura máxima de uso	°C	NORMAL	100
	°C	CON	140

PRODUCTO

[POLIETILENO](#)

[POLIPROPILENO](#)

[ACETAL](#)

[NYLON](#)

[PVC](#)

		PUNTAS	
Temperatura mínima de uso	°C		-10

BARRAS POLIPROPILENO (PP)	
DIÁMETRO (mm)	Kg/M (Peso Teórico)
10	0,074
15	0,168
18	0,241
20	0,298
22	0,361
25	0,466
30	0,671
32	0,764
35	0,914
40	1,194
45	1,511
50	1,865
55	2,257
60	2,686
65	3,152
70	3,656
75	4,197
80	4,775
85	5,390
90	6,044
95	6,733
100	7,461
110	9,028
120	10,744
130	12,610
140	14,624
150	16,788
160	19,100
180	24,175
200	29,845
225	37,773
250	46,633
280	58,496
300	67,152

PLACAS POLIPROPILENO (PP)	
ESPESOR (mm)	Kg/M (Peso Teórico)
3	3,59
4	4,0
6	6,0
8	8,0
10	10,0
12	12,0
15	15,0
20	20,0
25	25,0
30	30,0
40	40,0
50	50,0
60	60,0
70	70,0
80	80,0
90	90,0
100	100,0

BARRAS: 2.000mm y 1.000mm de longitud; Colores estándar: negro y Ral 7032
 Posibilidad de fabricar medidas y colores especiales de la carta RAL a partir de un mínimo de Kg.

PLACAS: 2.000mm y 1.000mm (largo x ancho); Colores estándar: negro y Ral 7032

✦ [Volver a características generales del polipropileno](#)

W3C XHTML 1.0

W3C CSS

W3C WAI-A

Factores Teóricos de Concentración de Tensiones

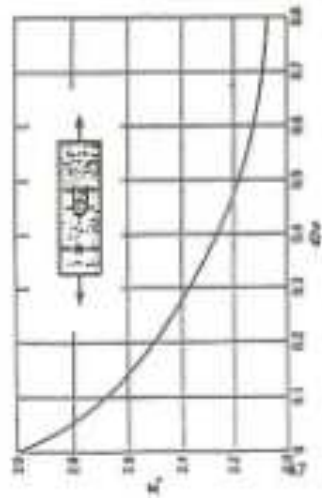


FIGURA A-18-1 Bases de sección rectangular en unidos o bisagras: sólo ángulos con un agujero transversal. $K_t = F/A$, donde $A = (a-d)t$; donde t es el espesor.

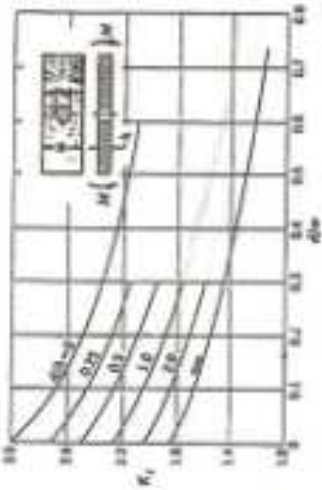


FIGURA A-18-2 Bases de sección rectangular en flujos con un agujero transversal. $K_t = Mc/I$, donde $I = (a-d)^3/12$.

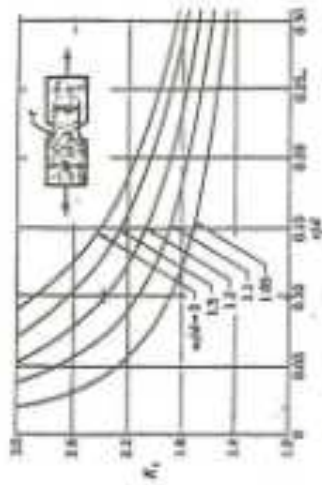


FIGURA A-18-3 Bases de sección rectangular en unidos con un alto ángulo con dos ranuras circulares. $K_t = F/A$, donde $A = d$. El espesor es t .

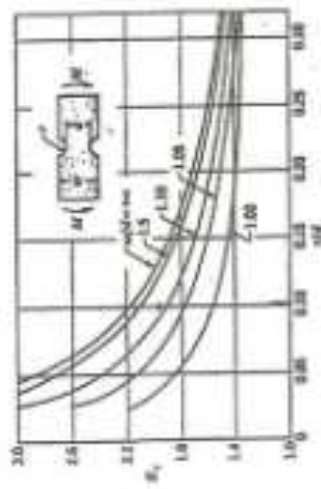


FIGURA A-18-4 Bases de sección rectangular en flujos con dos ranuras o ranuras circulares. $K_t = Mc/I$, donde $I = d^3/12 + 2r^3/3$.

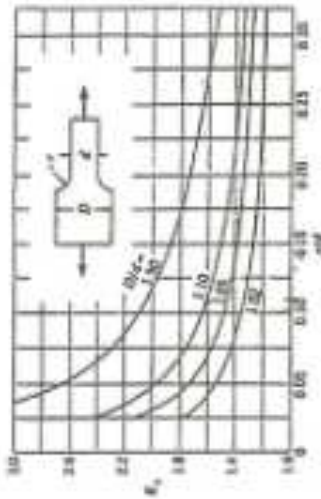


FIGURA A-18-5 Bases de sección rectangular en flujos con un agujero con estrechamientos y ranuras. $K_t = F/A$, donde $A = d$. El espesor es t .

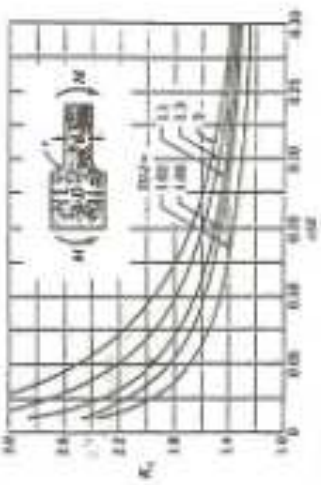
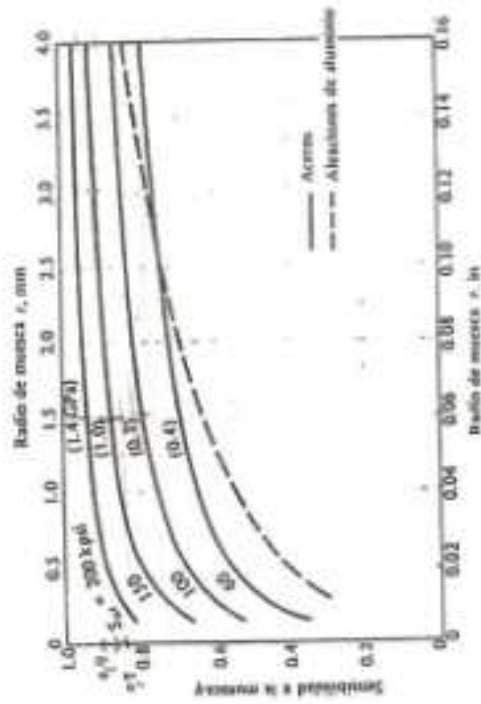


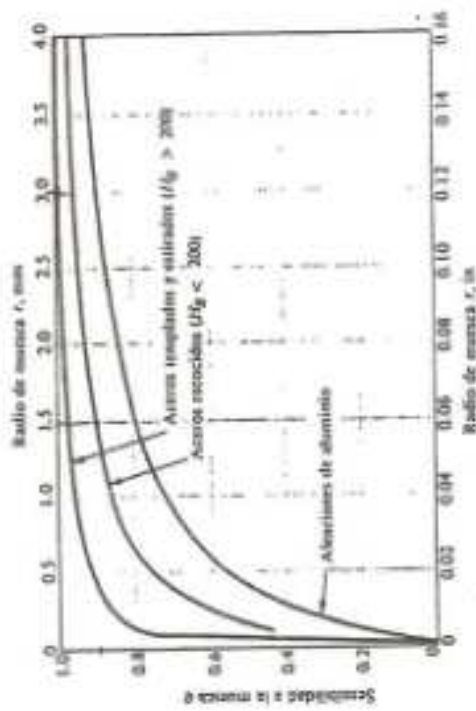
FIGURA A-18-6 Bases de sección rectangular en flujos con un estrechamiento y ranuras. $K_t = Mc/I$, donde $I = d^3/12$. El espesor es t .

Sensibilidad a la Entalla q

Flexión / *Ejemplo axial*



Torsión



ANEXO C

PERFIL DE EMPRESA

Empresa: MOVILIDAD B&B IBERIA SL.

Fecha: 13/03/2011

Denominación	MOVILIDAD B&B IBERIA SL.
Domicilio Social	CALLE OSONA, 2 - 08820 EL PRAT DE LLOBREGAT (BARCELONA)

1 Datos Generales	
.: Situación de la Empresa	Activa
DATOS DE IDENTIFICACIÓN	
.: C.I.F.	B65122855
.: Número D-U-N-S	462044593
.: Denominación	MOVILIDAD B&B IBERIA SL.
.: Domicilio Social	CALLE OSONA, 2 - 08820 EL PRAT DE LLOBREGAT (BARCELONA)
DATOS DE ACTIVIDAD	
.: Actividad Informa	1614100 - Comercio al por mayor de productos farmacéuticos y medicamentos
.: CNAE 2009	4646 Comercio al por mayor de productos farmacéuticos
.: SIC	5122 Droguería, perfumería y farmacia
.: Objeto Social	LA VENTA DE PRODUCTOS TECNOLOGICOS MEDICOS Y DE REHABILITACION ASI COMO TODAS LAS OPERACIONES RELACIONADAS CON ESTA CAMPO.
.: Actividades Internacionales	No constan
DATOS FINANCIEROS	
.: Ventas Último Balance	39.600,00 (año 2009)
.: Resultado Último Balance	NEGATIVO (año 2009)
.: Total Activo	272.077,05 EUROS (año 2009)
.: Capital Social	3.010 EUROS
.: Número de Empleados	3 (año 2009)
DATOS LEGALES	
.: Forma Jurídica	Sociedad limitada
.: Fecha Constitución	05/06/2009
.: Población de registro	BARCELONA
.: N° de anuncio de registro	305625
.: Datos de registro	seccion 8, inscripcion I/A 1, folio 9, fecha inscripcion 2009-06-25, hoja 380511, tomo 41306
.: Cotiza en Bolsa	NO
INFORMACIÓN DISPONIBLE	
.: Balance Disponible en eInforma	2009
.: Fecha último dato	24/11/2010
.: Último Balance Depositado en el Registro Mercantil	2009

2 Evolución de Empleados

AÑO	TOTAL	% FIJOS	% EVENTUALES
2009	3	100,00 %	

PERFIL DE EMPRESA

MOVILIDAD B&B IBERIA SL.

Página 2

www.einforma.com

Toda la información económica, financiera y empresarial

eInforma es una marca de INFORMA D&B, S.A., empresa líder en Información Comercial, Financiera y de Marketing. INFORMA D&B, S.A. es el proveedor de información de riesgo-crédito de más del 95% de las entidades bancarias de España. La base de datos de INFORMA D&B, S.A. posee más información financiera de empresas españolas que ninguna otra empresa de información.

INFORMA D&B, S.A.

Avda. Industria 32
28108 Alcobendas (Madrid)
tel: 902 10 11 32 Fax: 91 490 10 98

www.einforma.com
e-mail: clientes@einforma.com

3 Ventas últimos años

Cifras expresadas en Euros

AÑO	VALOR
2009	39.600,00

4 BORME (Boletín Oficial del Registro Mercantil)

RESUMEN

Actos sobre actividad: 0

Actos sobre administradores: 2

Actos de capital: 0

Actos de creación: 1

Actos de depósitos: 1

Actos de identificación: 0

Actos informativos: 1

Actos sobre procedimientos: 0

Otros actos

ACTO	FECHA	Nº ANUNCIO	REG. MERC.
Nombramientos	2009-08-03	340168	BARCELONA
Otros conceptos	2009-07-08	305625	BARCELONA
Nombramientos	2009-07-08	305625	BARCELONA
Constitución	2009-07-08	305625	BARCELONA

Últimas cuentas depositadas

ACTO	FECHA	Nº ANUNCIO	REG. MERC.
Depósito de Cuentas (2009)	2010-09-21	612886	BARCELONA

5 Artículos de Prensa

Publicado por: **EXPANSIÓN DE CATALUNA** Tipo de Información: **INFORMACION GENERAL**

Con Fecha: **09/11/2009**

LA CONSULTORA TASINSA HA ASESORADO EL ALQUILER DE LAS OFICINAS DE B&B IBERIA EN MAS BLAU, EN EL EDIFICIO HIDRA. ESTAS OFICINAS ALBERGARAN LA SEDE DE LA FILIAL ESPAÑOLA DE LA CIA. DE ORIGEN ALEMAN, DEDICADA AL DISEÑO, FABRICACION Y DISTRIBUCION DE SILLAS DE RUEDAS Y AYUDAS PARA PERSONAS CON DIFICULTAD DE MOVILIDAD.

PERFIL DE EMPRESA

MOVILIDAD B&B IBERIA SL.

Página 3

www.einforma.com

Toda la información económica, financiera y empresarial

eInforma es una marca de INFORMA D&B, S.A., empresa líder en Información Comercial, Financiera y de Marketing. INFORMA D&B, S.A. es el proveedor de información de riesgo-crédito de más del 95% de las entidades bancarias de España. La base de datos de INFORMA D&B, S.A. posee más información financiera de empresas españolas que ninguna otra empresa de información.

INFORMA D&B, S.A.

Avda. Industria 32
28108 Alcobendas (Madrid)
tel: 902 10 11 32 Fax: 91 490 10 98

www.einforma.com
e-mail: clientes@einforma.com

6 Accionistas				
Razón Social	CIF/País	%	Fuente	Fecha Inf.
BISCHOFF & BISCHOFF MEDIZIN-UND REHABILITATIONSTECHNIK GMBH	ALEMANIA	100.0 %	B.O.R.M.E.	08/07/2009

7 Administradores, Dirigentes y Auditor de Cuentas		
Cargo	Nombre	Fecha Nombramiento
ADMINISTRADOR UNICO	THOMAS BISCHOFF	08/07/2009

La información del presente informe procede de la base de datos de INFORMA D&B, S.A. Si considera que hay algún dato erróneo puede solicitar su rectificación dirigiéndose al Departamento de Coherencia de INFORMA D&B, S.A. Avenida de la Industria, 32 Alcobendas 28108 MADRID. El presente Informe es para uso interno y no puede ser reproducido, publicado o redistribuido, parcial ni totalmente, de forma alguna sin la autorización expresa de INFORMA D&B. Debido a la gran cantidad de fuentes de información utilizadas para la elaboración del presente Informe, INFORMA D&B, S.A. no garantiza la corrección absoluta de la información, ni se hace responsable de su uso para una finalidad en concreto. Asimismo le indicamos que el presente Informe no puede ser el único elemento a tener en cuenta para su toma de decisiones. La información sobre personas físicas contenida en el presente Informe hace referencia únicamente a su actividad empresarial o profesional y debe ser utilizada exclusivamente en el marco de la empresa a la que representan o prestan sus servicios.

PERFIL DE EMPRESA

MOVILIDAD B&B IBERIA SL.

Página 4

www.einforma.com

Toda la información económica, financiera y empresarial

eInforma es una marca de INFORMA D&B, S.A., empresa líder en Información Comercial, Financiera y de Marketing. INFORMA D&B, S.A. es el proveedor de información de riesgo-crédito de más del 95% de las entidades bancarias de España. La base de datos de INFORMA D&B, S.A. posee más información financiera de empresas españolas que ninguna otra empresa de información.

INFORMA D&B, S.A.

Avda. Industria 32
28108 Alcobendas (Madrid)
tel: 902 10 11 32 Fax: 91 490 10 98

www.einforma.com
e-mail: clientes@einforma.com

Recuperar la movilidad.

Rollator RL-120

Peso: 7,4 kg • Hasta 120 kg de carga



Datos técnicos	RL-120
Capacidad de carga	120 kg
Peso total	7,4 kg
Largo total	78 cm
Ancho	62 cm
Superficie de asiento (LxA)	35 x 35 cm
Altura de asiento	51 cm
Altura de empuñadura	81 - 94 cm

Colores de armazón



Plata metálico

De marcha suave.

Con el RL-120 de Bischoff & Bischoff usted recupera su movilidad. Los bordillos o las escaleras ya no presentarán un problema insoluble. Con su peso de tan sólo 7,4 kg, el RL-120 se puede levantar fácilmente y sin esfuerzo.

Gran superficie de asiento.

Otra ventaja del RL-120 de Bischoff & Bischoff consiste en su gran superficie de asiento que permite descansar relajadamente en trayectos más largos o durante las compras.

RL-120 / RL-120 Vario

Andador de peso ligero RL-120 Vario

Peso: 7,4 kg • Hasta 120 kg de carga



Mobilidad a cuatro ruedas.

Un desarrollo ulterior consecuente del RL-120 de Bischoff & Bischoff. Aún más variable en su aplicación. La altura del asiento se puede ajustar en 3 posiciones y adaptarse así individualmente al usuario.



Plegable
fácilmente plegable

Datos técnicos	RL-120 Vario
Capacidad de carga	120 kg
Peso total	7,4 kg
Largo total	78 cm
Ancho	62 cm
Superficie de asiento (LxA)	35 x 35 cm
Altura de asiento	59/61,5/64 cm
Altura de empuñadura	89 - 107 cm

Colores de armazón



Plata metálico

Rollator B • Peso: 11,5 kg • Hasta 120 kg de carga

Versátil.

En los andadores de Bischoff & Bischoff se puede confiar día tras día cuando se trata de la recuperación o conservación de la capacidad de movimiento. El usuario se encontrará eficientemente apoyado y con mayor movilidad. B&B le ofrece productos de primerísima calidad: innovadores, óptimamente contruidos, con alta capacidad de carga y versátiles.

Rollator B

- Superficie acolchada de asiento
- Sistema autolock (bloqueo de plegado)
- Frenos reajustables
- Volumen de entrega: Cesta de compra, bandeja y portabastón



Portabastones
de serie



Autolock
con bloqueo de plegado

Datos técnicos

Rollator B

Capacidad de carga	—	120 kg
Peso total	—	11,5 kg
Largo total	—	71 cm
Ancho	—	58 cm
Superficie de asiento (L x A)	—	38 x 15,5 cm
Altura de asiento	—	61 cm
Altura de empuñadura	—	78 - 94 cm

Colores de armazón



Plata metálico

Andador fabricación especial – Comprender las necesidades individuales.



¡De nosotros puede esperar lo máximo!

Más ancho, profundo, estable o confortable: usted nos indica lo que necesita. Sus deseos especiales no significan un esfuerzo o trabajo adicional, sino que son considerados por nosotros como un desafío. Si se trata de productos con medidas especiales del asiento, con una mayor capacidad de carga o sistemas especiales de freno, el dpto. de construcción especial de Bischoff & Bischoff convierte, con su experiencia y competencia, vuestros conceptos e ideas en realidad.

Andador

Ejemplo: con 80 cm de ancho de asiento para una capacidad de carga de 220 kg

Recuperar la movilidad.

Andador triciclo Delta B • Peso: 7,6 kg • Hasta 100 kg de carga

Delta B

- Bloqueo de plegado
- Frenos bloqueables
- Frenos reajustables
- Incl. cesta



Delta B

Datos técnicos

Delta B

Capacidad de carga	—	100 kg
Peso total	—	7,6 kg
Largo	—	57 cm
Ancho	—	68 cm
Altura de empuñadura	—	83 - 95 cm

Colores de armazón



Rojo



Azul

Cristina Rebollo Mugueta
Ingeniero Técnico Industrial M.

Pamplona, 30 de junio de 2011