



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial
y Desarrollo del Producto**

**ESTUDIO SOBRE COLUMPIO PARA PARQUE
INFANTIL**

AUTOR:

Villagrà García, Miguel

TUTOR:

Magdaleno Martín, Jesús

**Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y
Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras**

Valladolid, septiembre 2020

MEMORIA

1.- Introducción

1.1.- Ámbito	1
1.2.- Objetivo del proyecto	1
1.3.- Diagrama de Gantt	2
1.4.- Justificación del proyecto	2
1.5.- Público objetivo	3
1.6.- Factores y aspectos determinantes	4
1.7.- Requisitos	6
1.7.1.- Requisitos del proyecto	6
1.7.2.- Requisitos del producto	7
1.7.3.- Ubicación	7
1.7.4.- Seguridad en los elementos de juego	7
1.7.5.- Seguridad en la práctica de juego	8
1.7.6.- Mantenimiento	8
1.7.7.- Señalización	8
2.- Inspiración	9
2.1.- Historia y antecedentes de los parques infantiles	9
2.2.- Historia y antecedentes del columpio	13
3.- Estudio de la técnica	16
3.1.- Patentes existentes	16
3.1.1.- Invenes	16
3.1.2.- Patentscope	23
3.2.- Estudio del mercado	27
4.- Normativa	31
4.1.- Introducción	31
4.2.- UNE-EN ISO 1176-2:2018+AC	32
4.2.1.- Introducción	32
4.2.2.- Términos y definiciones	33
4.2.3.- Requisitos de seguridad	36
4.2.3.1.- Espacio libre al suelo	36
4.2.3.2.- Espacio mínimo entre los asientos de los columpios	37
4.2.3.3.- Estabilidad lateral de los asientos	37

4.2.3.4.- Amortiguación de impacto de los asientos de columpio y asientos neumáticos verticales	38
4.2.3.5.- Amortiguación de impacto de los asientos cuna	39
4.2.3.6.- Carga dinámica para el equipamiento de columpios	39
4.2.3.7.- Integridad estructural	39
4.2.3.8.- Bastidor	39
4.2.3.9.- Altura libre de caída	40
4.2.3.10.- Dimensiones del espacio de caída y del área del impacto	40
4.2.4.- Requisitos adicionales dependiendo del tipo	42
4.2.4.1.- Columpios con varios ejes de rotación (Tipo 2)	42
4.2.4.2.- Columpios con un único punto de suspensión (Tipo 3)	43
4.2.4.3.- Columpios de contacto (Tipo 4)	43
4.2.5.- Informes del ensayo	43
4.2.6.- Marcado	44
4.2.7.- Anexo A (Informativo): Recomendaciones para el diseño y emplazamiento de los columpios	45
4.2.8.- Anexo B (Normativo): Determinación de la resistencia al impacto del asiento del columpio	46
4.2.8.1.- Equipo de ensayo	46
4.2.8.2.- Procedimiento	47
4.2.8.2.1.- Asientos de columpios planos	47
4.2.8.2.2.- Asientos de columpios en cuna	47
4.2.8.2.3.- Disposición del banco de ensayo	47
4.2.8.2.4.- Elevación del asiento para el ensayo	47
4.2.8.2.5.- Sujeción y liberación del asiento	48
4.2.8.2.6.- Toma de datos	48
4.2.8.2.7.- Pico de aceleración	48
4.2.8.2.8.- Compresión en la superficie	48
4.2.8.2.9.- Promedio de la compresión en la superficie	48
4.2.8.3.- Equipo de medición de impacto	48
4.2.8.4.- Precisión de los ensayos	49
4.2.9.- Anexo C (Normativo): Ensayo de carga dinámica para los sistemas de suspensión de los columpios	50
4.2.9.1.- Procedimiento	50
4.3.- UNE-EN ISO 1176-1	51
4.3.1.- Introducción	51

4.3.2.- Anexo A (Normativo): Cargas	52
4.3.2.1.- Cargas permanentes	52
4.3.2.2.- Cargas variables	52
4.3.3.- Anexo B (Normativo): Método de cálculo de la integridad estructural	57
4.3.3.1.- Principios generales: estado límite	57
4.3.3.2.- Combinación de cargas para el análisis estático	58
4.3.3.3.- Cálculo de las fuerzas sobre el columpio	59
4.3.4.- Anexo C (Normativo): Ensayos físicos de integridad estructural	61
4.3.4.1.- Criterios de aceptación/rechazo	61
4.3.4.2.- Carga de ensayo para equipamientos	61
4.3.4.3.- Aplicación de cargas	62
5.- Estudio del producto	63
5.1.- Explicación del producto	63
5.2.- Ideas y conceptos	65
5.3.- Piezas del producto	65
5.3.1.- Listones de madera	66
5.3.2.- Asientos	67
5.3.3.- Rodamientos	67
5.3.4.- Viga de acero	69
5.3.5.- Cadenas	70
5.4.- Uniones	70
5.4.1.- Sistema de fijación al suelo	70
5.4.2.- Listones-viga	72
5.4.3.- Viga-cadenas	73
5.4.4.- Viga-elementos trapeciales laterales	74
5.4.5.- Cadenas-asiento	74
5.5.- Materiales	74
5.5.1.- Madera de pino flandes	75
5.5.2.- Acero	78
5.5.3.- Acero zincado	81
5.5.4.- Caucho natural	84
5.5.5.- HDPE	85
5.6.- Fabricación	86
5.6.1.- Listón de madera y tratamiento	86
5.6.2.- Viga de acero	90
5.6.3.- Asiento de caucho	91

5.7.- CAD	100
5.8.- Dimensiones	104
5.9.- Estudio y análisis por MEF del producto	107
5.9.1.- Objetivo del estudio	107
5.9.2.- Software utilizado	108
5.9.3.- Cálculo de las cargas y fuerzas del producto	109
5.9.3.1.- Cargas	109
5.9.3.2.- Fuerzas	113
5.9.4.- Elementos utilizados	114
5.9.5.- Viga-larguero	115
5.9.5.1.- Primer supuesto	115
5.9.5.1.1.- Análisis de Tensiones	116
5.9.5.1.2.- Análisis de Estructuras	118
5.9.5.2.- Segundo supuesto	121
5.9.5.2.1.- Análisis de Tensiones	121
5.9.5.2.2.- Análisis de Estructuras	123
5.9.6.- Asiento	124
5.9.6.1.- Primer supuesto	125
5.9.6.2.- Segundo supuesto	128
5.10.- Embalaje y transporte	132
5.11.- Mercado CE	134
5.12.- Análisis DAFO	136
6.- Mejoras y rediseño	137
6.1.- Cambios en el CAD	137
6.2.- Material	140
6.3.- Optimización de recursos	140
7.- Conclusiones	144
8.- Bibliografía	145
9.- Planos	150
9.1.- Plano 00. Columpio	150
9.2.- Plano 01. Viga	151
9.3.- Plano 02. Listón	152
9.4.- Plano 03. Calza	153
9.5.- Plano 04. Recubrimiento del asiento	154
9.6.- Plano 05. Estructura del asiento	155

9.7.- Plano 06. Placa lateral trapecial exterior	156
9.8.- Plano 07. Soporte rodamiento	157
9.9.- Plano 08. Brida	158
9.10.- Plano 09. Argolla	159
9.11.- Plano 10. Capuchón M10	160
9.12.- Plano 11. Capuchón M8	161
9.13.- Plano 12. Sistema de giro	162
10.- Pliego de condiciones	163
10.1.- Pliego de condiciones generales.	163
10.1.1.- Disposiciones generales	163
10.1.1.1.- Naturaleza y objeto del Pliego General	163
10.1.1.2.- Documentación del contrato	163
10.1.2.- Condiciones de índole facultativa	163
10.1.2.1.- Agentes intervinientes y delimitación de funciones	163
10.1.2.2.- Obligaciones y derechos del contratista	165
10.1.2.3.- Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares	168
10.1.2.4.-Recepción de las partes del producto	172
10.1.3.- Condiciones económicas	173
10.1.3.1.- Principio general	173
10.1.3.2.- Fianzas	173
10.1.3.3.- Precios	174
10.1.3.4.- Indemnización mutuas	176
10.1.3.5.- Varios	177
10.2.- Pliego de condiciones específicas	178
10.2.1.- Especificaciones de materiales	178
10.2.2.- Especificaciones de ejecución	180
10.2.2.1.- Acopio de materiales	180
10.2.2.2.- Transporte de materias primas	180
10.2.2.3.- Proceso de fabricación	180
10.2.2.3.1.- Instalaciones	180
10.2.2.3.2.- Utillaje y maquinaria utilizados	181
10.2.2.3.3.- Mano de obra	181
10.2.2.4.- Conformidad de la obra	181
11.- Presupuesto	182

12.- Anexos	188
12.1.- Anexo 1. Principios dimensionales	188
12.1.1.- Principios ergonómicos y antropométricos	190
12.1.2.- Profundidad	190
12.1.3.- Anchura	193
12.2.- Anexo 2. Cálculo del número de eslabones	197
12.3.- Anexo 3. Cálculo del peso total del producto	198
12.4.- Anexo 4. Guía de montaje.	198
12.5.- Anexo 5. Rueda de LIDS	198
12.6.- Anexo 6. Estudio de seguridad y salud	199
12.6.1.- Objetivo y autor del estudio básico de seguridad y salud ..	201
12.6.2.- Normativa aplicable	202
12.6.3.- Medidas preventivas y primeros auxilios	203
12.6.4.- Evaluación de riesgos laborales	203
12.6.5.- Mejoras propuestas	205
12.6.6.- Medidas preventivas y protecciones colectivas	205
12.6.7.- Formación e información de los trabajadores	205
12.6.8.- Protección individual	205
12.6.9.- Protección contra incendios	205
12.6.10.- Riesgos de movimiento de máquinas, útiles y utillaje	206
12.6.11.- Manual de buenas prácticas	206
12.7.- Anexo 7. Matriz MET	206

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Ámbito

Desde hace siglos han existido composiciones estructurales que gracias a ramas como física, ciencia y resistencia de materiales han hecho posible que pase de ser un ensamblaje estructural de elementos aislados a una manera de diversión proporcionando al usuario pasatiempos y formas de disfrute.

Gracias a iniciativas de urbanismo y al civismo de la sociedad, se han podido establecer parques con variedad de estructuras, tales como: toboganes, columpios, balancines, casetas, etc.

Dichos productos han ido evolucionando con el paso del tiempo para que frente a adversidades climatológicas, acciones humanas y el propio desgaste del producto se conserven en el mejor estado posible. Al igual que han ido mejorando los procesos de fabricación, materiales y tratamientos para dichos productos, se han desarrollado una serie de normativas que aseguren las perfectas condiciones de seguridad y uso.

En las últimas décadas los parques donde se encuentran esta variedad de mobiliario han demostrado ser una zona de diversión principalmente para un público infantil, considerando un margen de edad de 3 a 12 años.

1.2.- Objetivo del proyecto

El propósito del proyecto consiste en hacer un estudio de un producto muy común en la mayor parte de localidades del país y de uso público como son los columpios. Posteriormente, hacer una serie de propuestas de mejora en cuanto al producto; ya sean materiales, diseño o similares.

Este objeto se ve bajo grandes cargas y esfuerzos y, es por esto que alcanza grandes tensiones en su estructura llegando a generar ciertos puntos críticos. No se debe olvidar casos extremos como los de uso vandálico y casos con sobrecargas.

Con este proyecto se pretende analizar un determinado columpio disponible en el mercado desde distintos aspectos y hacer una serie de propuestas de rediseño y hacer varias consideraciones y comparaciones frente al modelo original. El nuevo producto rediseñado deberá permitir un fácil uso, además de proporcionar más seguridad frente a sobrecargas o usos vandálicos del mobiliario urbano.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta que hay escasos emplazamientos de parques públicos que cuenten con este tipo de mobiliario inclusivo, se pretende un producto orientado tanto al disfrute y desarrollo de aquellas personas que tengan que estar en una silla de ruedas, como las que no.

1.3.- Diagrama de Gantt

Mediante esta herramienta se pretende establecer una cierta planificación para el correcto desarrollo y progreso del proyecto a realizar subdividiendo el mismo en una serie de fases y estableciendo unos periodos a dichas fases.

La planificación ha sido dividida en semanas. Tantas semanas como tiene prácticamente el cuatrimestre, 15, ya que el proyecto ha sido desarrollado desde marzo hasta finales del cuatrimestre.

GANTT DEL PROYECTO

PROYECTO	REF	SEMANA INICIO	SEMANA FIN	FECHA	FECHA											
ANÁLISIS Y REDISEÑO COLUMPIO																
OBSERVACIONES	RESUMEN OPERACIONES															
SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Análisis del mercado	■															
Estudio y documentación sobre normativa		■	■													
Estudio y documentación sobre estado de la técnica			■	■												
Definición del producto inicial				■	■											
CAD 3D				■	■	■										
Planos de la pieza				■	■	■	■									
Proceso de fabricación					■	■										
Proceso de fabricación, materiales y elementos					■	■	■	■								
Elaboración del flujograma del proceso							■	■	■							
Estudio comportamiento mecánico								■	■	■						
Rediseño del producto										■	■	■				
Comparativas y conclusiones											■	■	■			
Análisis económico												■	■	■		
Revisión de documentos													■	■	■	
Entrega del proyecto																

1.4.- Justificación del proyecto

Como bien se recoge en el REGLAMENTO DE PARQUES Y JARDINES DE LA CIUDAD DE VALLADOLID publicado en BOP: 14-3-1990 con aprobación en el AYUNTAMIENTO PLENO: 7-2-1990; obtenido de la página oficial del Ayuntamiento de Valladolid, (<https://www.valladolid.es/es/ayuntamiento/normativa/parques-jardines-ciudad-valladolid-reglamento>), el juego es un instrumento idóneo para el armónico desarrollo de la personalidad del menor y, más aún, para que perciba su infancia como etapa de bienestar y felicidad. Este principio ha sido recogido por la Ley 1/1998 (norma de referencia de la Junta de Andalucía), de 20 de abril, de los derechos y la atención al menor, que en su artículo 12.2 y siguiendo la línea marcada por el artículo 31 de la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño, ratificada por España mediante instrumento de 30 de noviembre de 1990, afirma que “todos los menores tienen derecho a que el juego forme parte de su actividad cotidiana como elemento esencial para su desarrollo evolutivo y proceso de socialización. Las Administraciones Públicas, a iniciativa propia o en colaboración con otras entidades públicas o privadas, fomentarán la realización de actividades culturales, deportivas y recreativas. A este fin, se promoverán las actuaciones urbanísticas destinadas a ampliar o crear los equipamientos e instalaciones necesarios y adecuados, en función de la población infantil y juvenil existente en la zona”.

No obstante, para que el juego cumpla su auténtica función es necesario que se desarrolle en unas condiciones adecuadas de seguridad y salubridad que, en el supuesto de zonas e instalaciones recreativas de uso público, deben ser garantizadas por las Administraciones Públicas.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, desde hace siglos el entretenimiento y el desarrollo físico han ido de la mano. El entretenimiento llevado a cabo desde una manera física es aconsejable y está comprobado que propicia el buen desarrollo muscular, además de las aportaciones a otro tipo de valores y principios, de aquellos usuarios que lo practican.

Los parques han sido lugar de encuentro para la gran mayoría de los jóvenes desde que hay uso de estos. Un niño pequeño, incluso antes de caminar, puede realizar actividades de este índole, con ayuda de otra persona, fomentando el buen desarrollo corporal.

Al mirar en retrospectiva el desarrollo formal y estético de los parques infantiles hasta la actualidad, entendemos que cada objeto que hace parte de estos espacios, ha tenido que transformarse lenta pero progresivamente en elementos cada vez más seguros y aptos para los niños, que refuerzan sus capacidades psicomotoras y que permiten configurar espacios que tiempo atrás era impensable aprovecharlos para el libre esparcimiento y desarrollo de la niñez.

Es por esto que este tipo de productos deben cumplir una serie de normativas que aseguren su buen estado y funcionamiento. Estas normas alcanzan desde estudios mecánicos de dicho producto, como el tipo de sujeciones que deben llevar; por ejemplo, tornillos autoblocantes, además de establecer y estipular los tratamientos que deben darse a los distintos materiales, ya sean de plástico, madera o metal, para que no sufran una degradación de dicho material frente a adversidades climatológicas, intervención humana y demás motivos.

Con la propuesta de rediseño se busca entonces conseguir un producto totalmente seguro y viable para personas con discapacidad; es decir, inclusivo. Con esto se busca que niños que tienen que permanecer en una silla de ruedas, desafortunadamente, puedan disfrutar con plenas condiciones de seguridad del producto, acorde a la normativa vigente.

1.5.- Público objetivo

El público objetivo del producto que se estudia está basado en los intereses del usuario. Está destinado a aquellos usuarios a los que les gusta pasar tiempo al aire libre realizando diferentes actividades y que frecuenten los espacios en los que se encuentran este tipo de mobiliario. El margen de edad recomendado por el fabricante oscila entre los 3 y 12 años.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, no se recomienda el uso a personas menores de 3 años debido a las consecuencias que pueden tener sobre estos usuarios en la salud por la exposición a ciertos peligros, como la caída o el golpeo del asiento sobre ellos. Los menores de 3 años, durante el tiempo que permanezca en el área de juego, deberán estar constantemente acompañados por un adulto que se haga responsable de su cuidado y atención.

El público objetivo en la parte de rediseño del producto está dirigido a aquellos niños de misma franja de edad que deban estar en una silla de ruedas porque así lo requiere su salud.

Los parques infantiles y; por lo tanto, el producto a desarrollar serán accesibles para los menores con discapacidad, conforme a lo previsto en el artículo 49 de la Ley 1/1999, de 31 de marzo, de atención a las personas con discapacidad (norma referencia de Andalucía), siendo aplicada en Castilla y León la Ley 2/2013, de 15 de mayo, de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad (BOCYL 24 mayo 2013).

1.6.- Factores y aspectos determinantes

Los principales factores que deben tenerse presentes en todo el desarrollo del proyecto son, tanto el vandalismo existente en este tipo de mobiliario, como la escasa existencia de parques inclusivos en Castilla y León en el momento del desarrollo de dicho trabajo.

Son múltiples y frecuentes las noticias que denuncian públicamente actos vandálicos y destrozo de mobiliario urbano en estos tipos de emplazamiento; graffitis, deterioro de los propios juegos, desprendimiento de lonetas de amortiguamiento de impactos, corte de cadenas, cuerdas, etc.



Figura 1.1: Acto vandálico en columpio

[<https://pontevedraviva.com/xeral/47353/prenden-fuego-palmeras-parque-cuntiense-horta-cura/?lang=es>]



Figura 1.2: Acto vandálico en columpio

[<https://www.hoy.es/almendralejo/zona-infantil-santa-20200114003742-ntvo.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>]

En el ámbito regional es frecuente encontrarse noticias a lo largo de las provincias relacionadas con dicho tema.

noticias.cyl



Ni los columpios para niños minusválidos se libran del vandalismo en Zamora

Figura 1.3: Acto vandálico en columpio en Zamora [https://www.noticiascyl.com/t/1813340/ni-columpios-ninos-minusvalidos-libran-vandalismo-zamora]

zamora24horas.com



Benavente instalará cámaras para evitar el vandalismo en sus parques infantiles

Figura 1.4: Acto vandálico en columpio en Zamora [https://www.zamora24horas.com/texto-diario/mostrar/1319246/benavente-instalara-camara-videovigilancia-evitar-vandalismo-parques-infantiles]

El Norte de Castilla

Palencia renovará tres parques infantiles y creará otro en la plaza de la Laguna



Figura 1.5: Acto vandálico en parque en Palencia [https://www.elnortedecastilla.es/palencia/palencia-renovara-tres-20180225201527-nt.html]

SE2

Destrozan los juegos infantiles del Campo Grande

Los daños están valorados en unos 45.000 euros, según ha informado el Ayuntamiento de Valladolid



Figura 1.6: Acto vandálico en Campo Grande, Valladolid [https://cadenaser.com/emisora/2017/01/19/radio_valladolid/1484806542_299572.html]

Es una realidad que supone a administraciones unos costes de más de 100.000€ anuales, tanto el mantenimiento como la reparación y sustitución de los elementos dañados.

Por lo tanto, debe ser un punto muy a considerar, añadido a un sobredimensionado a la hora de hacer ensayos sobre el producto.

El otro gran factor es la necesidad de la implementación de parques infantiles inclusivos debido a la práctica inexistencia frente a los no inclusivos en el ámbito regional, con todo lo que ello supone. Contar con un parque infantil inclusivo hace que aquellas personas con problemas, ya sean que no son poseedores plenamente de sus facultades físicas o psicológicas, puedan disfrutar de igual manera al resto de niños en este tipo de emplazamientos.

Actualmente asociaciones como ASPAYM Castilla y León dan mucha visibilidad sobre el asunto y promueven iniciativas enfocadas al apoyo del conjunto de personas con discapacidad en general.

ASPAYM Castilla y León es una entidad que tiene como seña de identidad trabajar para mejorar las condiciones de vida del colectivo de personas con discapacidad en general, y lesión medular en particular. En la actualidad cuenta con más de 2.000 socios en toda la comunidad y más de 190 trabajadores extendidos en sus cinco delegaciones (Valladolid, León, Ávila, Burgos y Palencia).

Nace en 1992 en Valladolid con vocación autonómica para dar respuesta a las inquietudes de pacientes del Hospital Nacional de Parapléjicos, que siendo originarios de Castilla y León no tenían un servicio que pudiera atender y trabajar por sus necesidades. La creación de la entidad está ligada estrechamente a la Federación Nacional ASPAYM, que nace en 1979 al auspicio del Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo, se ubica en 12 comunidades autónomas y está integrado por más de 7.000 socios y más de 30.000 representados.

El objeto y fin social que impulsa la actividad de la Asociación se recoge en el Art. 6 de sus estatutos, y basado en ello se ha definido la Misión como: "ASPAYM Castilla y León es una asociación cuya misión es promover la autonomía, la igualdad de oportunidades y derechos y el aumento de la calidad de vida de las personas con discapacidad física, que les permita una plena integración social y laboral".

Por todo lo anteriormente expuesto, se contará con la experiencia y consejos de la fundación Aspaym Castilla y León tanto por lo ya expuesto por ellos en su página como por consultas realizadas personales.

1.7.- Requisitos

1.7.1.- Requisitos del proyecto

El proyecto que a continuación se expone tiene como propósito el análisis y estudio de un columpio ya existente en el mercado y la realización de una serie de propuestas de rediseño que mejoren dicho producto en los aspectos destacados anteriormente.

Es por esto que el proyecto debe contar con una serie de contenidos, entre los que destacan:

- Estudio sobre todas las normas referentes al producto, ya sean sobre materiales, condiciones de seguridad, señalización y dimensionales.
- Estudio ergonómico antropométrico para poder desarrollar en el partado de rediseño cambios en cuanto a los asientos.
- Estudio sobre el estado de la técnica y análisis de mercado.
- Diseño y desarrollo del producto industrial mencionado anteriormente.

1.7.2.- Requisitos del producto

En cuanto al objetivo general del producto a desarrollar es permitir una forma de entretenimiento y desarrollo físico y personal a personas con discapacidad la cual les obliga a estar en silla de ruedas de forma totalmente segura y estable, de tal manera que se da visibilidad a estas personas y se les ayuda mediante parques inclusivos ya que en Castilla y León, en el periodo de desarrollo del presente proyecto, apenas hay emplazamientos de este tipo.

Para todo ello, son necesarias una serie de aspectos a tener en cuenta; ubicación, usuarios, seguridad en los elementos de juego, seguridad en la práctica del juego, mantenimiento y señalización, más allá de tenerse en cuenta aspectos como la comodidad relativa para el usuario y el factor estético.

1.7.3.- Ubicación

El producto debe instalarse, preferentemente, en un parque infantil y este, a su vez, debe estar debidamente separado del tráfico rodado mediante un distanciamiento mínimo de 30 metros o a través de su separación por medios naturales o artificiales que protejan a los menores del peligro derivado de un acceso inmediato a la calzada.

1.7.4.- Seguridad en los elementos de juego

Los elementos de juego integrantes de los parques infantiles deberán tener unas dimensiones adecuadas a los menores para cuyo uso estén destinados, favorecer su desarrollo evolutivo y potenciar los procesos de socialización, integración y respeto hacia el medio ambiente.

Los elementos de juego habrán de estar elaborados con materiales que no sean tóxicos, deberán estar convenientemente tratados para que no desprendan, por su uso, astillas o restos susceptibles de causar daño a los menores, y carecerán de aristas, bordes, puntas o ángulos preligeros para la integridad físicas de los usuarios. Los anclajes y sujeciones de los elementos de juego al terreno serán firmes y estables.

Los elementos de juego deberán cumplir, asimismo, las especificaciones técnicas previstas en las normas que se relacionen con dicho producto y sus elementos.

La superficie sobre la que puedan caer los menores en el uso de los elementos de juego será de materiales blandos, que permitan la adecuada absorción de impactos y amortigüen los golpes.

1.7.5.- Seguridad en la práctica de juego

El uso de bicicletas, patinetes y otros elementos de juego cuya velocidad sea susceptible de ocasionar daños personales estará limitado al circuito que al afecto se determine en cada parque, debiendo ubicarse en todo caso en una zona independiente de las restantes áreas de juego.

Queda prohibida la circulación de cualquier vehículo motor en los parques infantiles.

El columpio, al tratarse de un elemento de juego cuya utilización conlleva movimientos o desplazamientos bruscos dispondrá de un área de seguridad convenientemente señalizada a su alrededor, a fin de evitar el peligro de colisión del usuario con otras personas.

1.7.6.- Mantenimiento

Los titulares de los parques infantiles serán responsables de su mantenimiento y conservación, debiendo realizar inspecciones y revisiones anuales por técnicos competentes en caso de que dichas revisiones se consideren necesarias o pertinentes.

1.7.7.- Señalización

El emplazamiento donde se sitúe el producto deberá contar con una serie de carteles que, de forma fácilmente legible, contengan, al menos, las siguientes indicaciones:

- La ubicación del teléfono público más cercano.
- La localización del centro sanitario más próximo y la indicación del número de teléfono de las urgencias sanitarias, en caso de accidente.
- El número de teléfono del servicio encargado del mantenimiento y reparación de desperfectos del parque infantil.
- La prohibición de circulación de vehículos de motor, y la limitación de uso de bicicletas, patinetes y similares.
- La prohibición de uso de los juegos a los mayores de edad.
- La recomendación de uso de los juegos por tramos de edad.
- La obligación de acompañamiento constante de un adulto respecto de los menores de 3 años, en áreas de juego infantil.

2.- INSPIRACIÓN

2.1.- Historia y antecedentes de los parques infantiles

La idea de los parques infantiles surge en Estados Unidos a mediados de 1903, gracias al presidente Theodore Roosevelt, como se recoge en InformeFinalUCP, que aprobó ciertas normas que fomentaban un ambiente sano y seguro para todos los niños, afirmando:

Las calles de la ciudad son campos de juego insatisfactorias para los niños por el peligro. Ni los pequeños patios traseros, ni las parcelas de césped ornamental satisfacen las necesidades de divertirse de cualquier niño. Los niños mayores que participan en juegos vigorosos deben tener lugares especialmente reservados para ellos, ya que, el juego es una necesidad fundamental. Los patios de recreo deben existir siempre para todos los niños, esto significa que, deben ser distribuidos en las ciudades, de tal forma que sea a poca distancia de cada niño y niña, ya que, la mayoría de los niños no pueden darse el lujo de pagar dinero para el transporte.

Con el apoyo de las comunidades y el gobierno, el presidente Roosevelt invirtió en el desarrollo de este tipo de espacios que se convirtieron en una necesidad esencial para cada una de los niños y sus familias, mejorando considerablemente el desarrollo urbano del país.

De igual manera, los elementos comunes que componen un parque infantil actualmente han evolucionado desde ese entonces, por ejemplo, los toboganes eran enormes estructuras metálicas de aproximadamente 3 metros de altura que en el verano, recibían todo el impacto del sol calentándose a temperaturas tan altas que era imposible utilizarlo.



Figura 2.1: Theodore Roosevelt
[https://es.wikipedia.org/wiki/Theodore_Roosevelt]

Otro elemento que ha tenido variaciones a través del tiempo ha sido el carrusel, que a principio de siglo, pocos niños se arriesgaban a utilizarlo debido a las pocas garantías en cuestión de seguridad que ofrecía este juego.

En general, los primeros parques infantiles fueron robustas estructuras construidas 100% en metal que habían sido construidas para los niños, pero debido a su manufactura y a sus materiales poco amigables, no eran propiamente los más adecuados para ellos. Fue hasta mediados de 1970 cuando se empezó a utilizar la madera en este tipo de elementos mejorando significativamente la interacción con los niños, garantizando la seguridad y comodidad por encima de la durabilidad y costos.

Como resultado de esto, los parques infantiles modernos son mucho más seguros, fabricados generalmente en plástico, y cuentan con barras de seguridad y cerramientos que deben ir regidos de ciertas normativas internacionales para la construcción de estos espacios

Actualmente, se sigue conservando el propósito original de la creación de los parques infantiles: Brindar un lugar seguro a los niños de todas las edades para su libre esparcimiento y recreación, pero conjuntamente se fue desarrollando un segundo concepto para que los padres de familia pudiesen hacer diferentes actividades y lograr estar con sus hijos al mismo tiempo, sin necesidad de estar vigilándolos o recurriendo a una guardería.

Un pequeño restaurante de comida rápida fue el pionero en implementar en sus instalaciones un acogedor espacio para que los niños se divirtieran sin necesidad de salir del restaurante. Después de esto, varios almacenes de cadena implementaron estos espacios con el fin de facilitar las compras a los usuarios.

Con el tiempo, la implementación de parques infantiles en distintos contextos de la ciudad se extendió no sólo a los espacios públicos urbanos, actualmente la proliferación de esos espacios ha llegado a los jardines infantiles, las escuelas, los restaurantes, centros comerciales, peluquerías, cadenas de supermercado y hospitales, entre otros, reconociendo la necesidad de estos elementos en los distintos contextos de interacción social.

Gracias a las innumerables posibilidades de configuración que tienen los parques infantiles, los diseñadores, arquitectos y aficionados en el tema, cansados de ver estos elementos sin un avance significativo en cuestión de forma, materiales y estética a través del tiempo, han ideado novedosas propuestas que rompen completamente con el imaginario de parques que tenemos en la actualidad, implementando espacios de juegos modernos, coloridos y destinados a aprovechar al 100% el entorno urbano, como por ejemplo; la implementación de nuevos materiales para la amortiguación de golpes, el uso cada vez menos recurrente de los objetos convencionales de los parques infantiles como toboganes, columpios, etc. donde el niño pueda interactuar con el objeto explorando su funcionalidad.

La posibilidad de actuar contra el vandalismo con recubrimientos que impiden la absorción de lacas de pintura utilizados en graffitis, la creación de parques infantiles que de forma escultórica y casi artística armonizan la ciudad, la reutilización de materiales de consumo como materia prima para la creación de parques, el aporte al medio ambiente mediante la utilización de materiales ecológicos o de bajo impacto ambiental.



Figura 2.2: Parque de principios de 1900 en U.S.A.
[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

Los primeros parques infantiles eran estructuras colosales que no ofrecían ninguna garantía de seguridad a los niños, debido a los materiales inadecuados que se utilizaban en la época y a las alturas desproporcionadas de sus elementos.



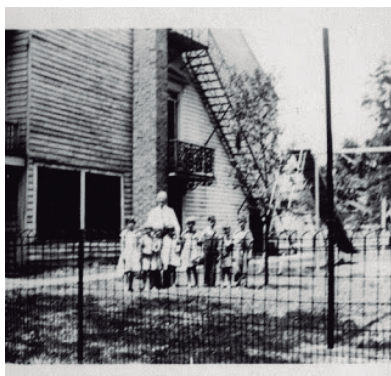
Figura 2.3: Parque de principios de 1900 en U.S.A.
[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]



Figura 2.4: Parque de principios de 1900 en U.S.A.
[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

A pesar de contar con espacios amplios y despejados para la instalación de estos sistemas recreativos, era difícil la adaptación ergonómica del niño con los elementos, ya que, no contaban con las suficientes comodidades para ser utilizados por periodos largos de tiempo.

Ejemplo típico de un carrusel de 1920, que actualmente se siguen conservando ciertos elementos de forma y función que lo convierte en un objeto atemporal y necesario para la diversión de los niños.



Figuras 2.5 y 2.6: Parque de mediados de 1900 en U.S.A.
[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

Estas grandes estructuras que sobresalían aún a distancia del entorno urbano, se convirtieron en espacios predilectos tanto por niños como por sus padres para la recreación y el aprovechamiento del tiempo en familia. función que lo convierte en un objeto atemporal y necesario para la diversión de los niños.

Para la época fue un gran avance implementar con parques infantiles los colegios y escuelas, debido a la rigidez educativa que se vivía en el momento y al reconocimiento erróneo de que sólo se podía aprender con libros y tableros.



Figura 2.7: Parque de mediados de 1900 en U.S.A.

[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

40 años pasaron para empezar a diseñar elementos de juego más acordes con las proporciones físicas y a los limitantes con los que contaba la niñez de esa época.

Es a partir de 1950 donde se empieza a vislumbrar una concepción de parque infantil tal cual lo conocemos ahora; con proporciones adecuadas, materiales más amigables con los niños, y una serie de elementos recreativos que afianzaban su coordinación y motricidad



Figura 2.8 y Figura 2.9: Parque infantil de 1950 en U.S.A.

[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

Para los años 60, se empezó a indagar más en cuestión de forma los elementos comunes de los parques infantiles, proponiendo objetos innovadores que permitían incentivar capacidades motrices del niño sin recurrir a estructuras enormes.

Este parque que se indica a continuación es un claro ejemplo de la búsqueda por crear elementos innovadores que no sólo afianzaran la motricidad del niño, sino que permitieran estimular su imaginación y creatividad.



Figura 2.10: Parque con elementos innovadores de 1950

[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

Por primera vez, después de 80 años de evolución de los parques infantiles, se propone desde el arte, un sistema innovador para el libre esparcimiento de los niños.



Figura 2.11 y Figura 2.12: Parque innovador infantil de 1980
[<http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>]

Al mirar en retrospectiva el desarrollo formal y estético de los parques infantiles hasta la actualidad, entendemos que cada objeto que hace parte de estos espacios, ha tenido que transformarse lenta pero progresivamente en elementos cada vez más seguros y aptos para los niños, que refuerzan sus capacidades psicomotoras y que permiten configurar espacios que tiempo atrás era impensable aprovecharlos para el libre esparcimiento y desarrollo de la niñez.

2.2.- Historia y antecedentes del columpio

Originalmente se atribuye el columpio como invención de Hipócrates, padre de la Medicina, el cual recomendaba a las doncellas griegas que quisieran conservar su figura balancearse en el columpio, visto incluso como remedio contra la melancolía.

Pero además del aspecto lúdico, este juego tuvo motivaciones y usos de naturaleza religiosa, ya que estuvo vinculado a ciertos ritos dionisiacos, atribuyéndose a Baco (dios romano) la invención del columpio.

El geógrafo griego del siglo II Pausanias, describe un cuadro famoso en su tiempo, ya perdido como tantos, llamado El descenso a los infiernos, donde entre otros personajes aparece Fedra, hermana de Ariadna según la mitología, y la heroína se columpia, hecho en el que algunos vieron la supervivencia de un rito prehelénico: el mito del sube y baja, representativo del impulso que el hombre siente hacia lo divino.



Figura 2.13: Figura representativa. El descenso a los infiernos, Pausanias.
[<https://curiosfera-historia.com/historia-del-columpio/>]

Otros vieron en el simbolismo del columpio de Fedra una representación de la fecundidad. Por otra parte, en Atenas una de las celebraciones del ciclo festivo anual era la fiesta de los columpios, rito expiatorio por el asesinato de Icaro, difusor del viñedo en Grecia.

Los romanos llamaban “oscillum” al juego consistente en colgar de una viga del techo una soga doble por la que trepaba un muchacho y otros, haciendo un cabo, lo zarandeaban en el aire mientras la cuerda con su carga recorría el largo de la sala como si fuera un botafumeiro.

Esta modalidad de juego se resolvía a menudo en una especie de columpio. Algo parecido a esto, cuenta Virgilio en las Geórgicas, en relación con cierta fiesta dionisiaca, en cuyo transcurso colgaban de los árboles figuras humanas vestidas de hombre o mujer que se columpiaban desde el suelo con cuerdas.

Algo de esto pervivió en Andalucía, donde cuenta Cervantes que las mozas se subían a los columpios con un pandero, y cantaban mientras eran balanceadas en ocasiones tan festivas como la vendimia.

Columpiarse era tanto como elevar al cielo plegarias o desgranar esperanzas. Los brahmanes indios estaban convencidos de que el arroz subiría tan alto como subiera una virgen con su columpio. Los campesinos letones creían cosas parecidas relacionadas con el trigo.

Las muchachas rusas se despedían de la primavera cantando en el columpio: “Adiós, hermosa primavera, adiós; vuelve pronto, no te tardes, para que podamos volver a columpiarnos”.

Pero era costumbre universal. Luis del Mármol, historiador granadino del siglo XVI, dice en su Descripción general de África que los moros de Marruecos se recreaban en “una especie de columpio que cuelgan de los árboles, donde se mecen”.

En la India, los brahmanes llaman al columpio “navío que conduce al cielo”, por eso en el libro del Rig-Veda se identifica al Sol con un columpio de oro.

El término es griego, de kolumban = zambullirse, por las zambullidas que parece dar en las bajadas. Se dijo “columpiar” en leonés, término que en Asturias se dijo “columbarse”.

Al castellano llegó la palabra a través del leonés antiguo no antes de finales del siglo XIV, en que aparece el término “columpio” en un glosario de El Escorial del año 1400.

En tiempos de Cervantes y Lope de Vega en Andalucía se decía “mecedor”, uso del que todavía persiste en Almería y partes de Murcia con el nombre de “mejelendero”. En Astorga, “columbón” es como allí llaman al columpio.

Que el uso de los columpios sea muy antiguo diciendo la voz griega y latina que lo significan, pues es cosa clara que todo lo que tiene su nombre propio en aquellas dos lenguas se usó en ambas repúblicas, como también es consecuencia que lo que no tiene nombre griego ni latino tendremos sospecha de que es cosa moderna y de poco tiempo inventada.

3.- ESTUDIO DE LA TÉCNICA

3.1.- Patentes existentes

3.1.1.- Invenes

A continuación se presenta un estudio de del estado de la técnica, que incluye tanto los productos encontrados en la herramienta proporcionada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), denominada Invenes, donde mediante el buscador y los parámetros introducidos se analizan la situación de productos ya existentes y protegidos a nivel nacional, como en las páginas web y mercado en los que se encuentran elementos semejantes a los que se están estudiando y otros con características similares de interés.

ES0291726 (U): Columpio-saltador

Este modelo de utilidad muestra el desarrollo del producto formado por: braguita con bolsillo (1), tirantes de sujeción (2), cinta o correa para adaptar la distancia al suelo (3), muelle (4), y piezas de sujeción a la pared o techo, con muelle para evitar la abertura (5).

De gran utilidad principalmente para los niños pequeños, quienes desde antes de empezar a andar pueden pasar gran número de horas entretenidos en el columpio saltador con gran beneficio para su desarrollo muscular y para las personas que deben cuidarlos.

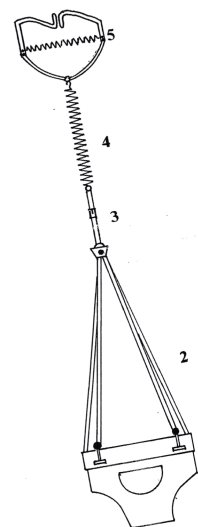
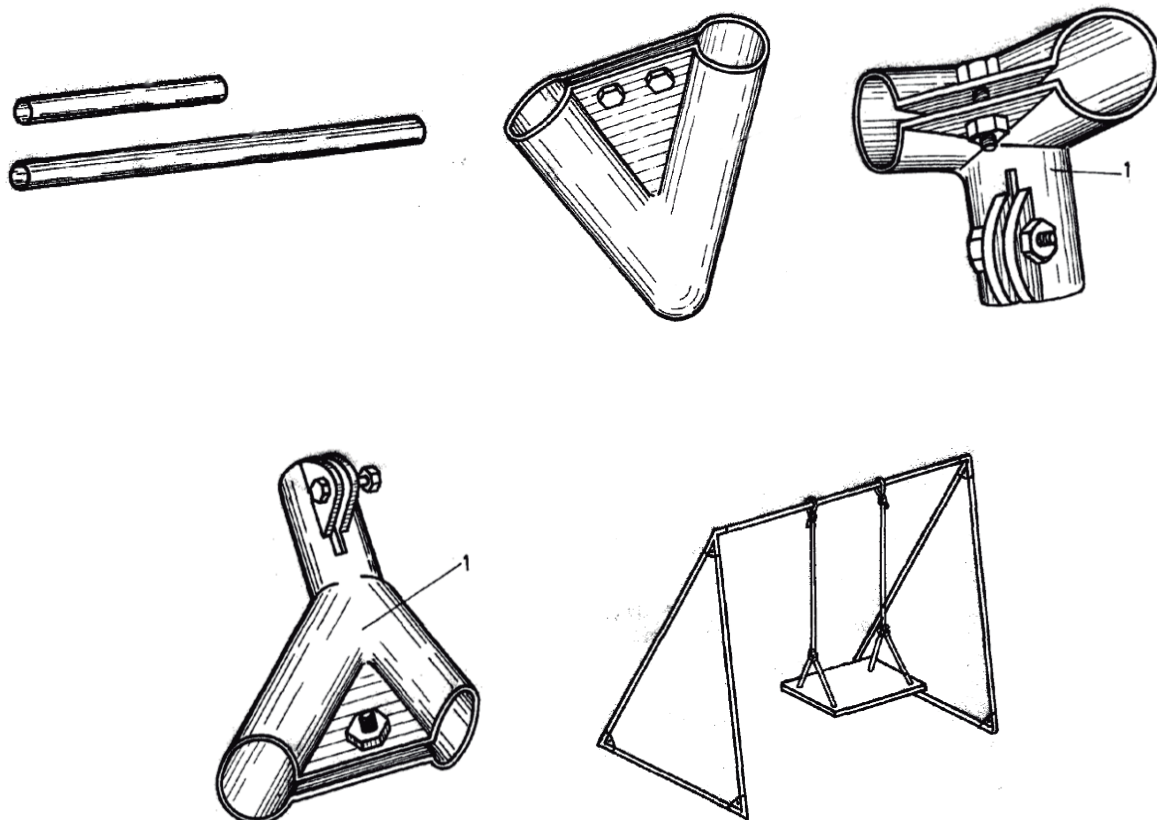


Figura 3.1: Columpio-saltador.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES0113638 (U): Juego de composición para instalaciones gimnásticas y deportivas

En dicho modelo de utilidad se encuentra un juego de composición para instalaciones gimnásticas y deportivas.

Se caracteriza por el hecho de que el nuevo juego está constituido por una pluralidad de acodos y bridas que juntamente con una pluralidad de tubos rígidos de distintas longitudes se arman entre si por medio de acodos y bridas de sujeción dispuestos dentro de una caja por cuyos elementos armables y desarmables entre sí se construyen a voluntad diferentes aparatos de gimnasia siguiendo las instrucciones de un folleto de construcción que acompaña al producto.



Figuras 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6: Elementos y conjunto de juego de composición para instalaciones gimnásticas y deportivas.
[https://invenes.oepm.es]

ES1016954 (U): Columpio casero con barra utilizable para ejercicios ligeros

Columpio casero con barra utilizable para ejercicios ligeros, caracterizados por el hecho de constar de una barra expansiva telescópica cuyos extremos se fijan a las jambas de una puerta con interposición de sendos topes de goma.

Dicha barra se compone de una envuelta hembra cuyo fondo y concéntricamente presenta un pivote de gran longitud roscado en filete de paso muy pequeño y que recibe y atornilla la tuerca fijada en el extremo libre del tubo macho introducido y cuya rosca presenta el mismo filete que el pivote, con avance muy lento e irreversible, guiado por el mismo roscado junto a una guía tórica de la boca del interior en la envuelta.

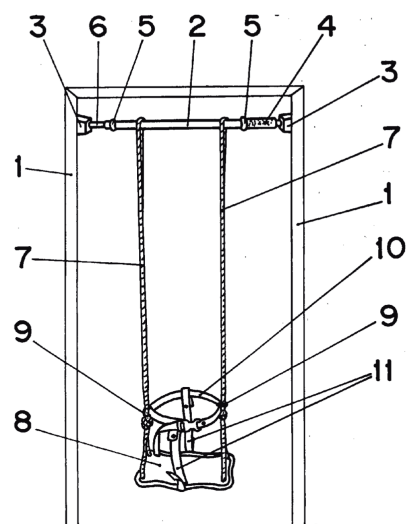
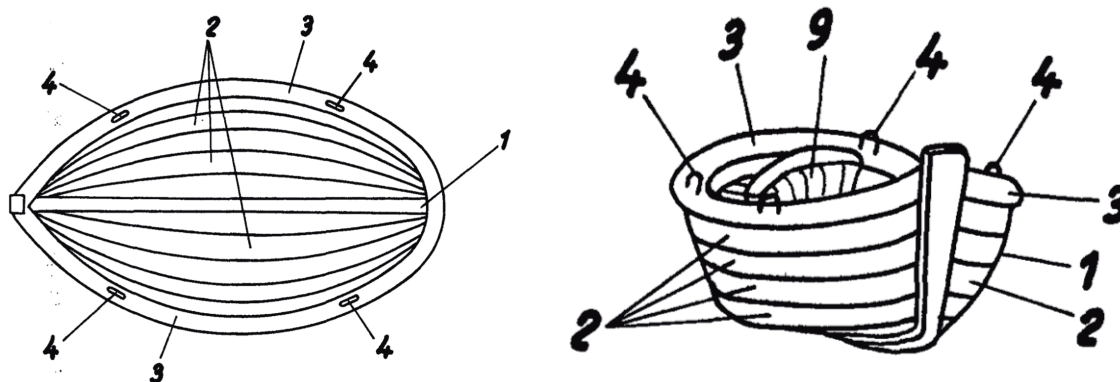


Figura 3.7: Columpio casero con barra utilizable para ejercicios ligeros
[https://invenes.oepm.es]

ES0179503 (U): Cesta perfeccionada para columpios

Cesta perfeccionada para columpios, caracterizada porque interior y exteriormente, comprende un formado formado por tiras de tela o fieltro, adheridas en su superficie, imitando la presencia de tablas, de forma que el conjunto adopta la forma de barca, prestando en la parte superior del marco que forma la borda, provista del correspondiente forro de tiras, unas anillas salientes, por las que se suspende la meta al columpio con los tirantes apropiados.

Este modelo de utilidad se centra más en una parte del producto en sí, tratándolo exclusivamente tal y como un producto. Es de notorio interés puesto que ofrece un campo de estudio y aplicación más amplio; la reconsideración de los elementos de forma aislada, en vez de elaborar un estudio del conjunto como uno.



Figuras 3.8 y 3.9: Vista de planta y perspectiva de cesta perfeccionada para columpios.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES1056476 (U): Columpio.

Columpio, que cuenta con una estructura de la que cuelgan uno o varios elementos de balanceo (10) del usuario.

Se caracteriza porque dicha estructura se compone de piezas independientes montables y desmontables con medios de fijación, consistiendo dichas piezas en; un tirante superior (1) con elementos de enganche (2) para el/los elemento/s de balanceo (10) y con cabezales (3) provistos de terminales inferiores de encaje (4).

Unas zapatas (6), cada una de ellas provista de un terminal superior de encaje (7), un terminal lateral de encaje (8) y un orificio (11) de fijación al suelo, unos tirantes laterales (5), cada uno de ellos conectable a uno de los referidos terminales inferiores de encaje (4) y a uno de los referidos terminales superiores de encaje (7), y unas barras de refuerzo inferiores (9), cada una de ellas conectable a dos de los referidos terminales laterales de encaje (8).

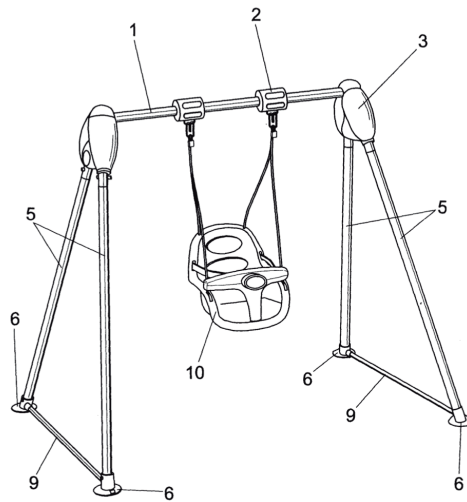


Figura 3.10: Columpio.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES0125437 (U): Un columpio de juguete

Un columpio de juguete, caracterizado porque comprende un mecanismo impulsor del que forma parte una especie de cigüeñal que gira en el interior de un bucle establecido en un soporte en U invertida, de cuyos extremos queda suspendido articuladamente un columpio que experimenta se movimiento de vaivén bajo el giro que describe el antedicho cigüeñal, estando alojado dicho mecanismo impulsor en una carcasa sustentada por sendos juegos de patas divergentes facultadas de plegado.

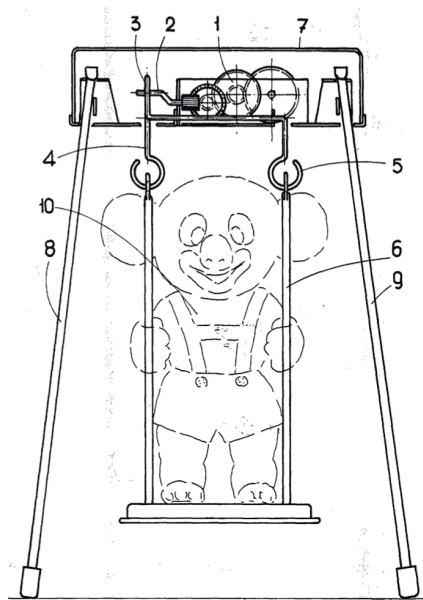


Figura 3.11: un columpio de juguete.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES0127116 (U): Columpio de piezas desmontables y plegables

Columpio de piezas desmontables y plegables, caracterizado por consistir en una estructura que consta de tres elementos acoplables entre si, los cuales a su vez son plegables. Un elemento lo componen dos pies soportes laterales que embisagrados en un travesaño horizontal resultan abatibles sobre el mismo.

Otra pieza consiste en un larguero, que en la parte superior completa el marco del columpio, la cual encajada en aquéllos soportes, es el elemento de suspensión del columpio propiamente dicho. La tercera pieza es la que comprende el asiento y respaldo y los tirantes de suspensión del columpio.

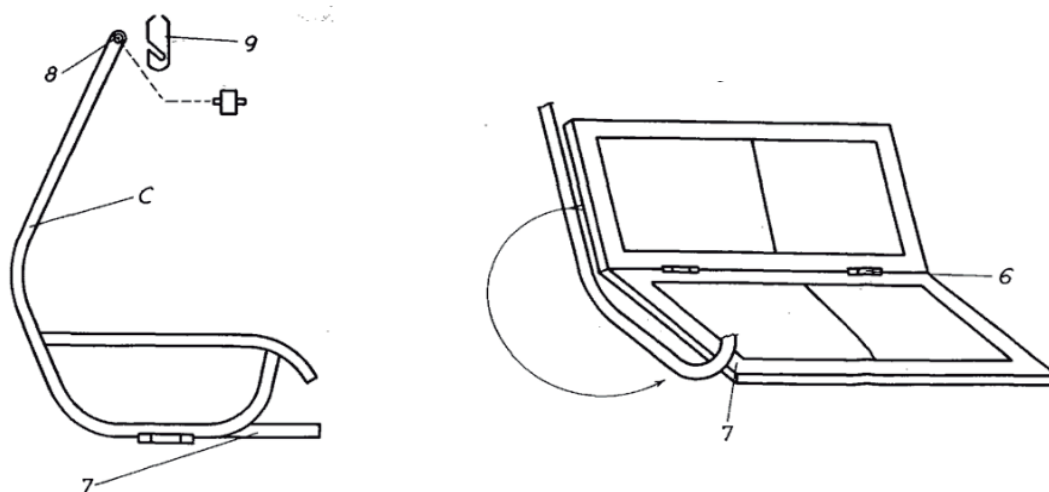


Figura 3.12 y 3.13: vista lateral y de perspectiva de columpio de piezas desmontables y plegables.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES0110210 (U): Un columpio plegable.

Columpio plegable constituido esencialmente por dos caballetes formados por dos tubos curvados en su parte alta cuyos extremos superiores quedan articulados a cada lado de una barra cenital de la cual queda suspendido un balancín igualmente plegable; yendo arriostrados ambos caballetes por sendas barras laterales fijas por un extremo con posibilidad de giro a un punto de uno de los tubos componentes del caballete mientras que el extremo opuesto de estas barras queda sujeto con un tomillo de presión tipo palmilla o similar el cual una vez suelto permite sacar dicho extremo de las barras laterales para cerrar el columpio.

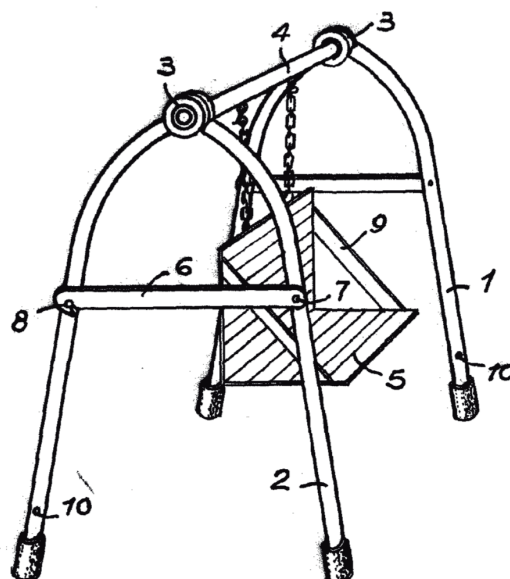


Figura 3.14: un columpio plegable.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES1007838 (U): Nuevo columpio infantil

Columpio infantil caracterizado esencialmente por el hecho de estar constituido por una pluralidad de componentes, referentemente de material moldeado, que incluyen en determinadas zonas de los mismos, pasos y espigas roscadas, que con auxilio de piezas de tuerca, establecen los nexos de unión de los aludidos componentes del columpio.

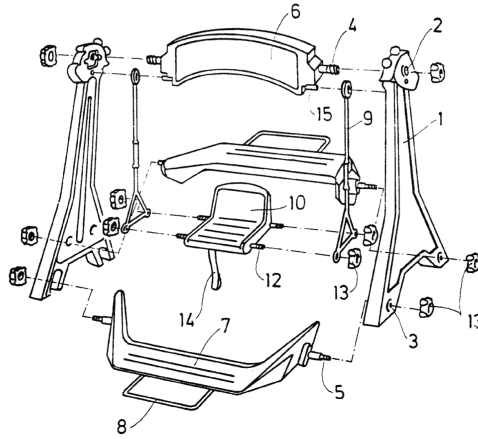


Figura 3.15: nuevo columpio infantil.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES1023608 (U): Columpio-balancín perfeccionado

Columpio-balancín perfeccionado, caracterizado por cuanto comprende: -un bastidor de columpio (1), de preferencia plegable, que tiene, al menos, unos travesaños superiores (2); - dos asientos de columpio (3), dispuestas enfrentados entre sí, cada uno de los cuales está suspendido de un travesaño superior (2) del bastidor (1), por medio de una pareja de tirantes paralelos (4), donde, cada asientos (3) está montado con posibilidad de giro respecto de dichos tirantes (4) sobre una pareja de articulaciones centrales (5) y sobre una pareja de articulaciones inferiores (4A), y donde además, las articulaciones centrales (5), tienen dos palancas (5A y 5B) con un abisagramiento central (5C).

Cuenta con una plataforma horizontal inferior (6) acoplada con posibilidad de giro, mediante entalladuras (6A), sobre traveseños (3A) previstos en la parte inferior de los asientos del columpio (3) en coincideencia con las articulaciones inferiores (4A) precitadas, de manera que dichos asientos de columpio (3), sus tirantes de suspensión (4) y la plataforma inferior (6) forman un todo articulado.

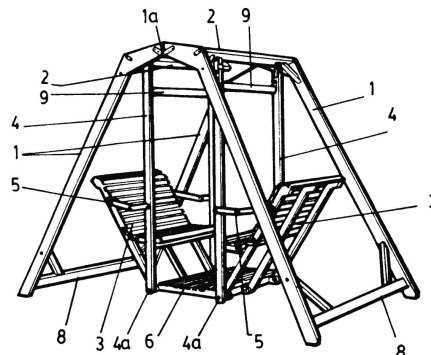


Figura 3.16: Columpio-balancín perfeccionado.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES1007838 (U): Columpio infantil

Columpio infantil, que comprende un asiento y unos elementos de suspensión o colgado.

Caracterizado porque el asiento consiste en una plataforma compuesta a base de dos series de tablillas perpendiculares, superpuestas y unidas entre sí, de contorno preferentemente cuadrado, y por unos elementos periféricos superiores de cierre, situados por encima de la superficie superior de la plataforma, estando estos elementos periféricos compuestos por cuatro travseños que discurren por encima de los bordes de la plataforma y apoyan por sus extremos entre sí y sobre unos cuerpos separadores intermedios, situados sobre cada una de las esquinas de la plataforma, estando en cada esquina de la plataforma atravesada dicha esquina.

Los cuerpos separadores y los extremos superpuestos de los largueros coincidentes mediante un cabo o cuerda flexible que sirve como elemento de unión, fijándose este cabo o cuerda por su extremo inferior a la plataforma, mientras que por el extremo superior se prolonga para constituir, con los restantes cabos o cuerdas, los elementos de suspensión o colgado.

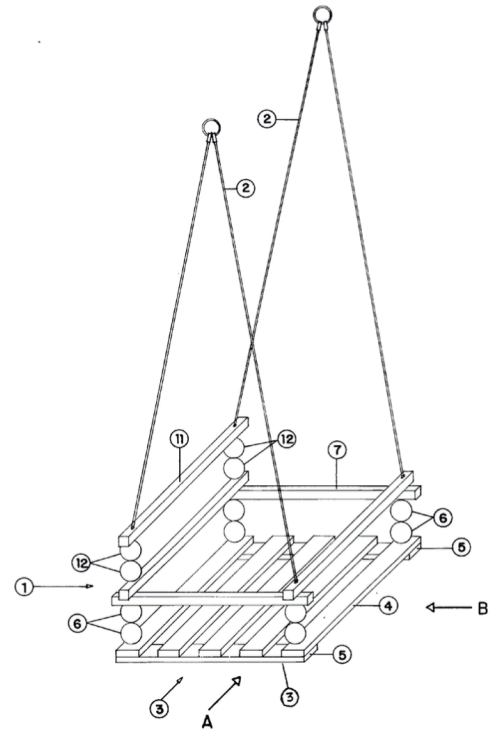
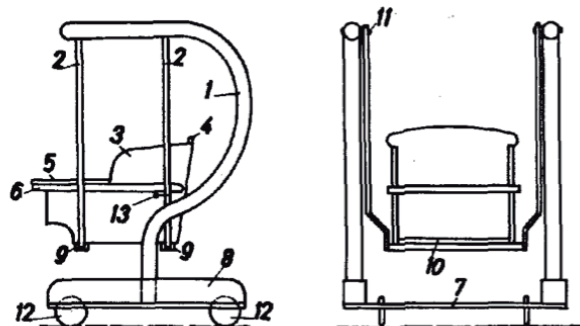


Figura 3.17: columpio infantil.
[<https://invenes.oepm.es>]

ES0026480 (U): Columpio perfeccionado

Columpio perfeccionado, caracterizado por el hecho de comprender cuatro tirantes de suspensión, con movimiento oscilante, por los rodamientos a bolas, colocados, en sus puntos de fijación, a los soportes y asiento, consiguiéndose que el usuario, pueda columpiarse, por sí mismo, conservando, a la vez, el asiento en posición horizontal, en todos los puntos del recorrido.



Figuras 3.18 y 3.19: vistas lateral y alzado de columpio perfeccionado.
[<https://invenes.oepm.es>]

3.1.2.- Patentscope

A continuación se presenta un estudio de del estado de la técnica, que incluye tanto los productos encontrados en la herramienta porporcionada por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), denominada Patentscope, donde mediante el buscador y los parámetros introducidos se analizan la situación de productos ya existentes y protegidos a nivel mundial, como en las páginas web y mercado en los que se encuentran elementos semejantes a los que se están estudiando y otros con características similares de interés.

03785853: COLUMPIO

Modelo de utilidad que proviene de España, la cual consiste en una propuesta del asiento del columpio.

Más concretamente en un columpio (1) con un armazón (4) con cuatro elementos laterales (2) y cuatro elementos de unión (3) y una superficie de apoyo (7) con una pluralidad de elementos de cinta (5) entrelazados entre sí, presentando los elementos de cinta (5) en sus dos secciones de extremo elementos de fijación (6), que pueden unirse con los elementos laterales (2), y siendo los elementos de unión (3) piezas tubulares acodadas, que están constituidas por una mitad de carcasa inferior (3b) y una superior (3a), de modo que en cada caso elementos laterales (2) adyacentes, cuyos diámetros exteriores corresponden a los diámetros interiores de los elementos de unión (3), pueden unirse entre la mitad de carcasa superior (3a) y la inferior (3b) de un elemento de unión (3) mediante apriete o con arrastre de forma con las mismas, con lo cual se consigue una capacidad de montaje y desmontaje sencilla del columpio.

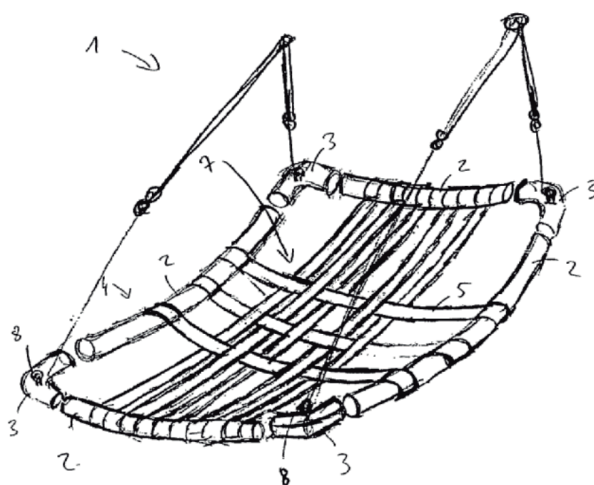
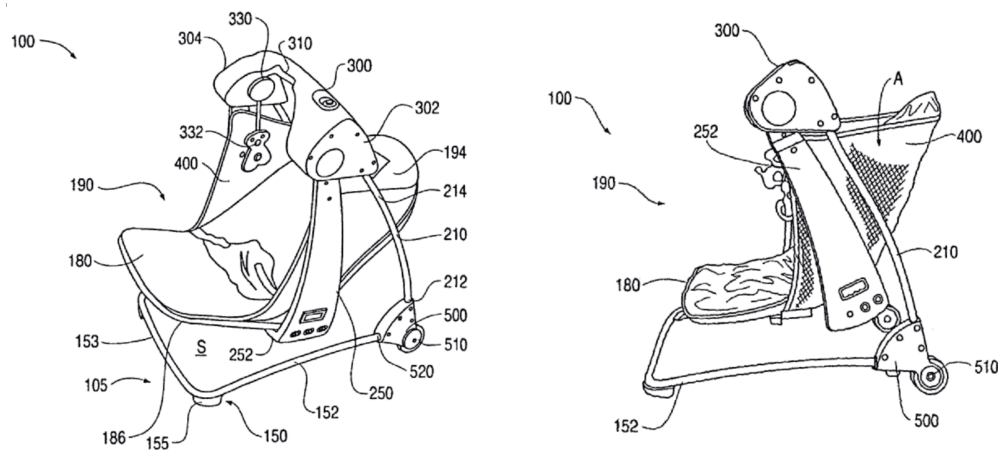


Figura 3.20: columpio.
[<https://patentscope.wipo.int>]

E02734603: Columpio plegable para niños

Modelo de utilidad que proviene de España, la cual consiste en una propuesta de un columpio plegable para niños.

Un columpio para niños que comprende: Una base (150); Primer y segundo pilar de apoyo (210), cada pilar de apoyo (210) acoplado giratoriamente a un primer extremo del mismo a la base (150), y teniendo un segundo extremo, dicho pilar de apoyo (210) y dicha base (150) reconfigurable entre una primera posición en la cual dichos pilares de apoyo están separados de manera angular de dicha base y una segunda posición en la cual dichos pilares están adyacentes a dicha base; Primer y segundo brazo del columpio (250), cada brazo del columpio (250) tiene un primer extremo y un segundo extremo cada uno de dichos segundos extremos que están acoplados giratoriamente a dicho segundo extremo de un respectivo pilar de apoyo y que se extiende hacia abajo de dicho segundo extremo de dicho pilar de apoyo hacia dicha base (150) cuando en la dicha primera posición; y un asiento (190) acoplado a dicho primer extremo de dichos brazos del columpio (250), siendo dicho asiento (190) reconfigurable entre una forma extendida a una plegable.



Figuras 3.21 y 3.22: vistas lateral y de perspectiva de columpio plegable para niños.
[<https://patentscope.wipo.int>]

2102976 : Columpio para niños

Modelo de utilidad que proviene de Canadá, la cual consiste en una propuesta de un para niños.

El columpio para niños tiene una viga alargada con extremos opuestos y una porción media que proporciona una plataforma de asiento para al menos dos niños. Pivotalmente unidos a los extremos opuestos de la viga hay un par de balancines rígidos, cada balancín tiene un extremo superior que define las empuñaduras y un extremo inferior que define un reposapiés. Para usar el balancín, los niños se sientan en la viga de espaldas con las manos y los pies sobre las empuñaduras y los reposapiés de los balancines frente a ellos.

Cuando los niños balancean los balancines sincronizados, el columpio oscilará con una amplitud cada vez mayor debido a la inercia de las extremidades de los niños y los cambios en los ángulos incluidos entre los balancines y la viga.

201820719410.5 : Columpio para padre-hijo

Modelo de utilidad que proviene de China, la cual consiste en una propuesta de un columpio plegable para niños.

El modelo de utilidad proporciona un columpio de progenitor-descendiente, el columpio de progenitor-descendiente incluye principalmente el soporte de montaje, el mecanismo de control de velocidad, el bastidor de soporte y el asiento de columpio para adultos y el asiento de columpio para niños, en donde: se fija el soporte de montaje y está equipado con dos soportes, y equipado con la placa de conexión en la rotación del extremo libre de cada soporte, se ajusta la estructura y se establece entre el soporte y la placa de conexión a la constitución para el ajuste de la velocidad de rotación de la placa de conexión, el marco de soporte es para conectar en dos de cada placa de conexión libre extremo, y el asiento de columpio adulto y el asiento de columpio infantil se conectan respectivamente en dos extremos libres del marco de soporte.

El columpio de padres e hijos, conecte el asiento de columpio para adultos y el asiento de columpio para niños respectivamente a través de ambos extremos en el marco de soporte, puede realizar el columpio de adultos y niños bajo un uso unificado, ser conveniente para crecer y llevar a cabo un monitoreo de seguridad para niños, el ajuste de la velocidad de oscilación del bastidor de soporte para configurar una estructura ajustable de velocidad para satisfacer la demanda del usuario de los diferentes grupos de edad, es favorable para aumentar el interés de que la progenitora-descendiente tomó la oscilación.

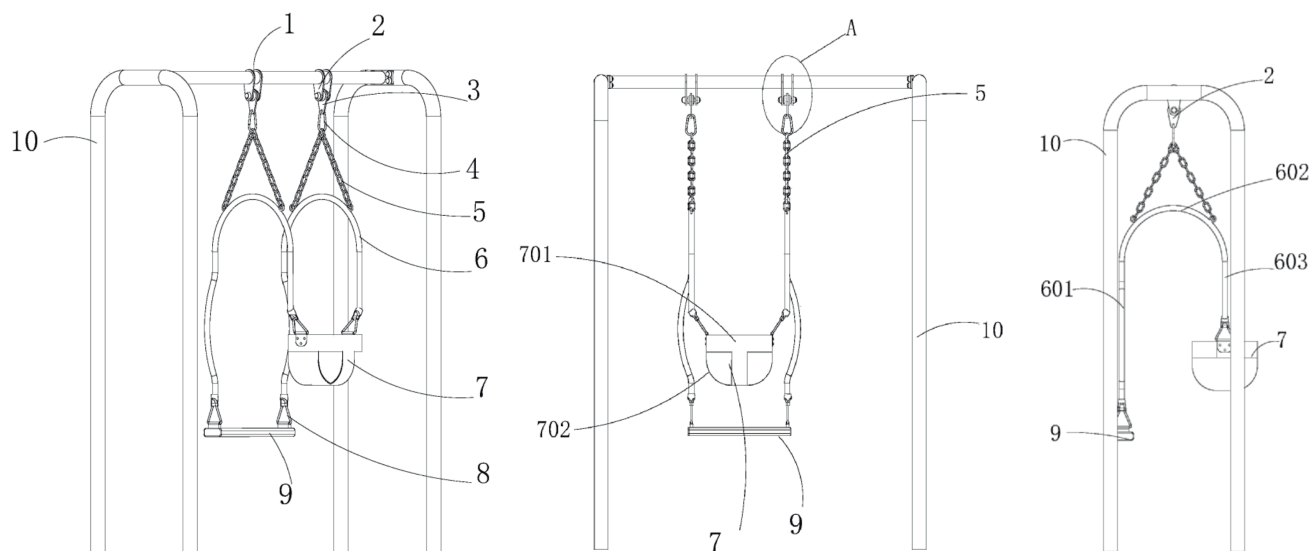


Figura 3.26: vistas de perspectiva, alzado y perfil de columpio para padre-hijo.
[<https://patentscope.wipo.int>]

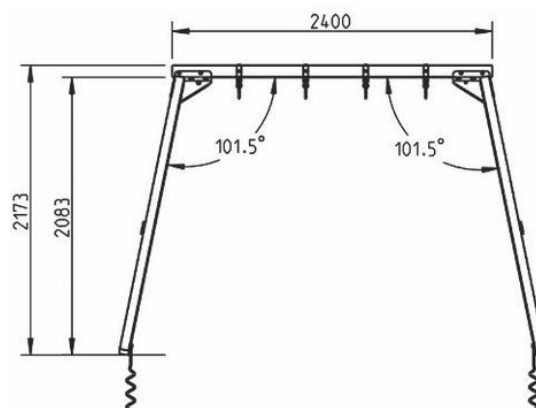
3.2.- Estudio de mercado

A continuación se presenta un estudio de mercado en los que se encuentran elementos semejantes a los que se están estudiando y otros con características similares de interés. Como se observará más adelante, hay una gran cantidad de productos que están destinados a un público de muy corta edad, de 3 a los 9 ó 12 años; aunque, podemos encontrar productos para un rango de usuarios mucho más amplio.

Columpio doble MASGAMES KATA

El columpio doble de madera MASGAMES KATA está fabricado con maderas nórdicas de corte cuadrado. El corte cuadrado ayuda a que la madera presente menos grietas y aperturas. Este columpio está diseñado con doble columpio para que dos niños a la vez puedan columpiarse sin problema. Homologado para uso doméstico. Los asientos estándar que vienen por defecto son de color verde lima, aunque estos asientos puedan cambiarse por cualquiera de los que encontrarás en nuestro apartado de accesorios para columpios.

Las medidas del columpio KATA son las siguientes: 3190 mm (largo) x 2500 mm (ancho) x 2180 mm (alto). El travesaño mide 2400 mm de largo. Este artículo está recomendado para niños y niñas de 3 a 9 años.



Figuras 3.27 y 3.28: uso de producto y medidas de columpio doble MASGAMES KATA.
[<http://www.masgames.es/es/columpios/columpios-y-asientos-masgames/Columpio-MASGAMES-KATA>]

Columpio KADI

Las maderas están tratadas para exposición al exterior. Son maderas redondas de muy fácil montaje y dos asientos homologados que conforman un columpio ideal para una casa particular. Homologado para uso doméstico. El columpio KADI incluye dos asientos de plástico y cuerdas regulables

Las medidas del columpio doble KADI son las siguientes: 2570 mm (largo) x 1660 mm (ancho) x 1920 mm (alto). La longitud del larguero es de 2000 mm. El diámetro de los postes de madera es de 80 mm en las patas y 100 mm en la parte superior. El columpio KADI incluye los 4 anclajes para sujetar el parque infantil al suelo. El peso máximo de los usuarios del asiento individual es 25 kg.



Figuras 3.29 y 3.30: columpio KADI.
[<https://www.eurekakids.es/juguete/masgames/columpio-kadi-doble>]

Columpio Fuji Adultos con Cuerdas MASGAMES

Fabricado con madera de primera calidad seleccionada para cada una de estas piezas y tratadas para soportar las inclemencias meteorológicas, este columpio de gran tamaño y muy robusto es perfecto para que los adultos también puedan divertirse y columpiarse.

Dispone de dos asientos de caucho de gran resistencia y cuerda natural capaz de soportar cada uno de ellos un peso de hasta 95 kilos. Un diseño pensado para que puedan columpiarse de manera segura. La estructura incluye palos, anclajes y cóners de fácil instalación, lo que permitirá una instalación rápida y segura. Peso máximo recomendado: 95 kilos. Medidas aproximadas del artículo: 2140 mm de alto, 3360 mm de ancho y 1980 mm de fondo.

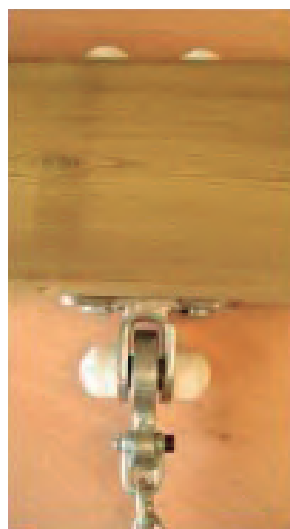


Figuras 3.31 y 3.32: columpio Fuji Adultos con Cuerdas MASGAMES.
[<http://www.masgames.es/es/columpios/columpios-y-asientos-masgames/Columpio-MASGAMES-FUJI-para-Adultos>]

Columpio madera para parques públicos ASL_225C

Modelo de columpio especial para parques públicos. Columpio homologado para uso público.

Estructura principal de 90x90mm carente de nudos en pino Flandes, tratada en autoclave con protección para clase de riesgo 5 y pintado en lasures para exterior. Cuenta con una pieza metálica de unión entre las distintas piezas de madera pintadas en colores. Tornillería autoblocante cincada (DIN-603 y DIN- 571). Rodamientos blindados sin mantenimiento. Asientos de goma de seguridad.



Figuras 3.33 y 3.34: columpio madera para parques públicos ASL_225C
[http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no]

Columpio especial personas mayores. Madera y asientos. Uso público ASL_225J.

Modelo de columpio especial para parques públicos. Columpio homologado para uso público.

Columpio elaborado siendo conscientes que estos columpios están indicados para personas mayores, que muy posiblemente puede tener mermada sus facultades físicas y psíquicas, además es muy probable que tengan sobrepeso. Por ello, se ha diseñado este columpio robusto, asientos sobredimensionados con espaldar para evitar que se puedan caer.



Figura 3.35: columpio especial personas mayores. Madera y asientos. Uso público ASL_225J.
[http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no]

4.- NORMATIVA

4.1.- Introducción

Los columpios por ser mobiliario urbano están expuestos a continuo uso y posible deterioro. Deben cumplir una serie de normativas las cuales cercioren que dicho producto cumpla con una serie de requisitos y condiciones que hagan del columpio un aparato seguro y fiable bajo los supuestos que contempla; como por ejemplo, altas rachas de viento, cargas de nieve, etc.

La mayor parte de estas normas estipulan sobre el propio producto como estructura, pesos máximos permitidos, longitudes de correa, etc. Sin embargo, otras normas son aplicables en función del tipo de material empleado, si es madera o metal, del tipo de uniones entre elementos, sujeciones, etc.

Las principales normas aplicables respecto al producto, que están en vigencia, son:

- UNE-EN 1176-1:2018+AC: Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo
- UNE-EN 1176-2:2018+AC Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para columpios.
- UNE-EN 1177:2018+AC Revestimiento de las superficies de las áreas de juego absorbentes de impactos. Métodos de ensayo para la determinación de la atenuación del impacto.
- UNE-EN 1991-1-2:2019: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
- UNE-EN 1991-1-3:2018: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve.
- UNE-EN 1991-1-4:2018: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.
- UNE-EN ISO 2307:2011: Cuerdas de fibra. Determinaciones de ciertas propiedades físicas y mecánicas.
- UNE-EN ISO 9554:2011: Cuerdas de fibra. Especificaciones generales.

Las normas aplicables a materiales, o de índole específica, son:

- UNE-EN 335:2014: Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.
- UNE-EN 350:2017: Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos de la madera y de los productos derivados de la madera.
- UNE-EN ISO 13934-1:2013: Textiles. Propiedades de los tejidos frente a la tracción. Parte 1: Determinación de la fuerza máxima y del alargamiento a la fuerza máxima por el método de tira.

La norma principal reguladora de este tipo de artilugios es la UNE-EN 1176, la cual marca las pautas de la mayor parte de aspectos a tener en cuenta a la hora de desarrollar un producto de esta índole; requisitos de seguridad, materiales, inflamabilidad, maderas y productos asociados, metales, materiales sintéticos, sustancias peligrosas, diseño y fabricación, integridad estructural, protección frente a caídas, acabado del equipo, partes móviles, protección contra el atrapamiento, uniones, elementos reemplazables, cuerdas, cadenas, métodos de ensayo e informes, etc.

En esta norma existen 11 partes, entre las cuales conciernen especialmente las partes 1 y 2; requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo y, requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para columpios respectivamente.

4.2.- UNE-EN 1176-2:2018+AC

4.2.1.- Introducción

El objetivo de los requisitos de la norma UNE-EN 1176-2 es especificar requisitos de seguridad adicionales para columpios destinados a la instalación permanente de uso infantil. Cuando las funciones principales del juego no sea cumplirse, los requisitos correspondientes de esta parte de EN 1176 se pueden usar según sea necesario.

La norma reconoce la dificultad de resolver problemas de seguridad solo a través de los estándares de edad, porque la capacidad de controlar los riesgos depende del nivel de habilidad del usuario individual, no de la edad. Además, es casi seguro que otros usuarios que no están dentro del rango de edad esperado usarán el dispositivo en el área de juego.

En todos los entornos donde los niños pasan tiempo jugando, asumir riesgos es una característica básica. El objetivo del juego es dar a los niños la oportunidad de descubrir riesgos aceptables como parte de un entorno de aprendizaje estimulante, desafiante y controlado. El objetivo del juego debe ser lograr un equilibrio entre la necesidad de correr riesgos y la necesidad de proteger a los niños de daños graves.

Los principios de la gestión de la seguridad son aplicables tanto a los lugares de trabajo en general como a la actividad de juego. Sin embargo, es probable que el equilibrio entre la seguridad y las ventajas sea diferente en los dos entornos. En el juego, la exposición a cierto grado de riesgo podría ser ventajosa, porque satisface una necesidad humana básica y proporciona al niño la posibilidad de aprender sobre los riesgos y sus consecuencias en un entorno controlado.

Respecto a las características del juego de los niños y al modo en que éstos se benefician del mismo en las áreas infantiles en relación a su desarrollo, los niños necesitan aprender a enfrentarse al riesgo y esto puede provocar golpes, magulladuras e incluso a veces la rotura de una extremidad. El propósito de esta norma es, primero y principalmente, evitar accidentes que produzcan incapacitación u otras consecuencias fatales, y en segundo lugar, reducir las consecuencias graves derivadas de los posibles contratiempos que inevitablemente se producirán por el afán de los niños de aumentar su nivel de competencia, ya sea social, intelectual o físicamente.

Además de los riesgos a corto plazo asociados a las áreas de juego, existe el riesgo de que el niño que juega quede sobreexpuesto a la radiación ultravioleta del sol. Un exceso de radiación ultravioleta y quemaduras solares durante la infancia aumenta el riesgo de desarrollo de cáncer de piel en la edad adulta. Por tanto, las áreas de juego se deberían organizar de tal modo que se tenga en cuenta la disponibilidad de zonas de sombra, y que una parte los equipos y zonas recreativas de las áreas de juego quede situada parcial o totalmente a la sombra.

Esta parte de la Norma EN 1176 abarca el equipamiento de las áreas de juego para todos los niños. Se ha preparado con pleno reconocimiento de la necesidad de supervisión de los niños pequeños y de los niños menos capacitados o menos hábiles.

El objetivo de esta parte de la Norma EN 1176 es garantizar un nivel adecuado de seguridad cuando se juegue en el equipamiento de las áreas de juego o en sus alrededores, y al mismo tiempo fomentar actividades y prácticas que se sabe benefician a los niños porque aportan experiencias valiosas que les capacitarán para enfrentarse a situaciones fuera de las áreas de juego.

Esta parte de la Norma EN 1176 especifica los requisitos que protegerán a los niños de daños que podrían no ser capaces de prever cuando utilicen el equipo del modo previsto, o de un modo que se pueda esperar razonablemente.

El uso de electricidad en los equipos de juego, ya sea como actividad lúdica o como fuerza motriz, queda fuera del campo de aplicación de esta norma. Se requiere la atención de los usuarios sobre las normas y reglamentaciones europeas y nacionales locales que se deben cumplir cuando se utiliza electricidad.

Los equipos de juego colocados sobre agua y donde se pueda considerar el agua como superficie de amortiguación de impacto, no están cubiertos integralmente por esta norma y existen riesgos suplementarios asociados a los entornos húmedos. Esta norma no cubre el riesgo de exposición a niveles excesivos de radiación ultravioleta.

Para la perfecta abordación del tema se deben definir una serie de conceptos.

4.2.2.- Términos y definiciones

- Columpio: equipo móvil donde el peso del usuario es soportado por un eje o junta cardan articulada, donde el eje o la junta articulada están situadas a más de 1,3 m sobre el suelo.

- Columpio con un eje de rotación (Tipo 1): asiento suspendido individualmente de manera flexible de una barra de carga transversal que puede balancearse hacia adelante y hacia atrás formando un arco perpendicular a la barra transversal.

- Columpio con varios ejes de rotación (Tipo 2): asiento suspendido de una o más barras de carga transversales, soportado de forma que se puede mover en ángulo recto o longitudinalmente respecto a la barra horizontal en una posición lo más horizontal posible.



Figuras 4.1 y 4.2: Ejemplos de columpios con uno y varios ejes de rotación (Tipo 1 y Tipo 2). AENOR.

- Columpio con un punto de suspensión (Tipo 3): asiento o plataforma con cables o cadenas que convergen en un punto de suspensión de modo que el columpio se puede mover en todas las direcciones.

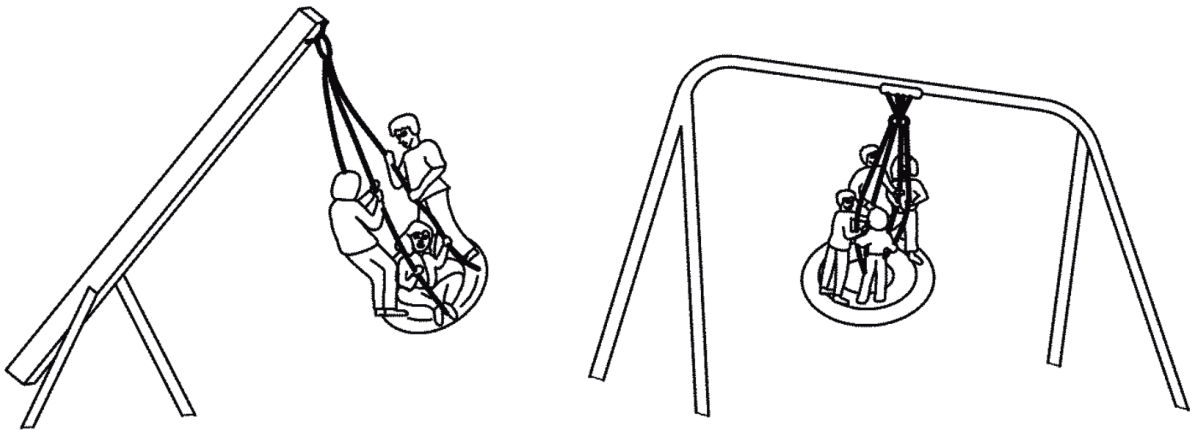


Figura 4.3: Ejemplos de columpios con un punto de suspensión (Tipo 3). AENOR.

- Columpio de contacto múltiple (Tipo 4): grupo de asientos suspendidos individualmente de manera flexible de barras de carga transversales, dispuestas alrededor de un eje central (un punto central), normalmente en número de seis.

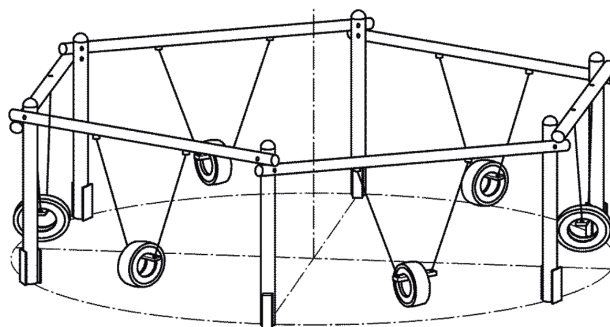


Figura 4.4: Ejemplos de columpio de contacto múltiple (Tipo 4). AENOR.

- Altura del columpio: distancia entre el centro del punto de apoyo del elemento de suspensión y la superficie de juego.

- Longitud del elemento de suspensión: distancia entre el centro del punto de apoyo del elemento de suspensión y la superficie superior del asiento o plataforma.

- Altura del asiento: distancia entre la parte más alta del asiento o plataforma y la superficie de juego.

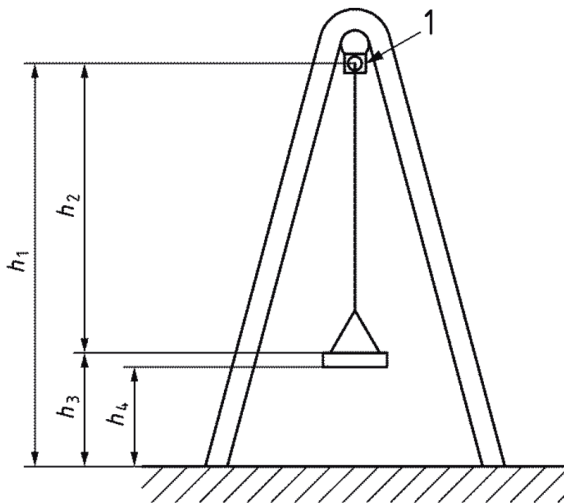


Figura 4.5: Dimensiones de altura. AENOR.

Leyenda

- 1 Eje de rotación
- h1 Altura del columpio
- h2 Longitud del elemento de suspensión (h_1-h_3)
- h3 Altura del asiento
- h4 Espacio libre al suelo

- Espacio libre al suelo: distancia entre la parte más baja del asiento especificada y la superficie de juego.

- Espacio libre del asiento: distancia entre el borde inferior del asiento y cualquier obstáculo adyacente en el recorrido del columpio.

- Asiento plano: asiento sin respaldo ni protecciones laterales.

- Asiento cuna: asiento provisto con un soporte del cuerpo mayor para usuarios más pequeños o menos capaces, normalmente diseñado de modo que el usuario no pueda deslizarse a través de las partes estructurales que rodean el asiento.

- Asiento de grupo: asiento de gran superficie destinado a varios usuarios; normalmente asientos con forma de nido o de cesta, asientos con un solo punto de suspensión, de tipo neumático o columpio cama.

4.2.3.- Requisitos de seguridad

Todos los columpios deben ser conformes respecto de la norma UNE EN 1176-1, salvo que se indique lo contrario.

4.2.3.1.- Espacio libre al suelo

El espacio libre mínimo al suelo para los columpios individuales en la posición de reposo debe ser 350 mm.

Para los asientos de grupo, el espacio libre mínimo al suelo en la posición de reposo debe ser al menos 400 mm.

Para los asientos de grupo con una parte inferior flexible, el espacio libre al suelo debe ser al menos 400 mm, medidos desde la zona inferior de la parte rígida del asiento en la posición más desfavorable.

En el caso de columpios de contacto con neumáticos verticales a modo de asiento, el espacio libre al suelo se puede reducir hasta un mínimo de 100 mm.

Debe tenerse en cuenta que, el espacio libre mínimo al suelo es menor para los columpios de contacto con neumáticos verticales, porque son de construcción flexible; si se produce un impacto, el neumático se deforma y se reduce el impacto. Además, el neumático está fabricado con material de amortiguación de impacto.

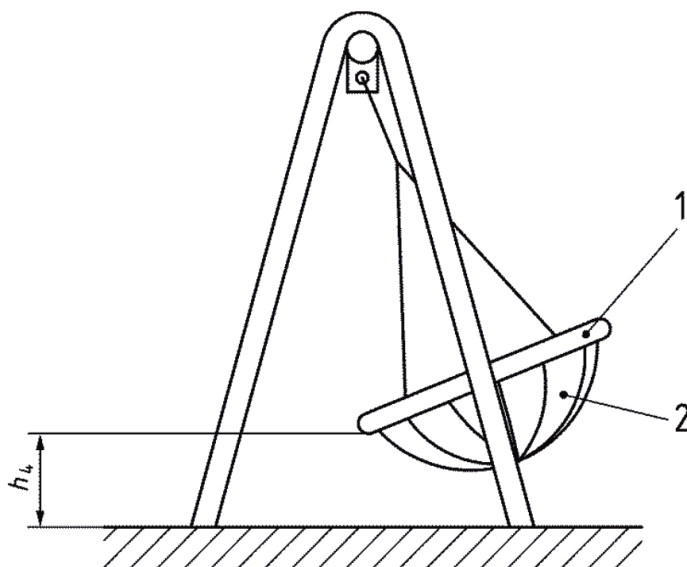


Figura 4.6: Espacio libre al suelo. AENOR.

4.2.3.2.- Espacio mínimo entre los asientos de los columpios

La dimensión horizontal mínima, C , entre el lateral del asiento de un columpio y la estructura contigua en la posición de reposo debe ser:

$$\geq 20\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión (+200 mm)}$$

Para los asientos de grupo, La dimensión horizontal mínima, C , entre el lateral del asiento de un columpio y la estructura contigua en la posición de reposo debe ser:

$$\geq 20\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión (+400 mm)}$$

La dimensión horizontal mínima, S , entre asientos de columpios contiguos en la posición de reposo debe ser:

$$\geq 20\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión (+300 mm)}$$

Un tramo de columpios que contenga un asiento de grupo no debe contener ningún otro asiento. La anchura de los asientos flexibles, como los asientos de cinta, donde la anchura se reduce durante el uso, se debería medir manteniendo los puntos de apoyo G separados entre sí 400 mm.

Para los columpios de Tipo 4, la distancia mínima entre la superficie del asiento y el eje central debe ser 400 mm cuando el asiento esté en un ángulo de 90° .

4.2.3.3.- Estabilidad lateral de los asientos

La distancia entre los elementos de suspensión F debe ser:

$$\geq G + 5\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión}$$

Para los columpios de Tipo 4 y los asientos de grupo montados sobre columpios de Tipo 1, la distancia entre los elementos de suspensión F debe ser:

$$\geq G + 30\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión}$$

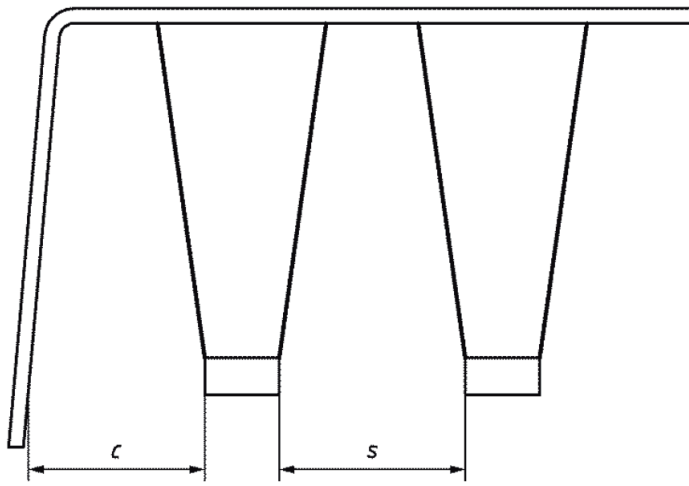


Figura 4.7: Espacio mínimo entre los asientos de los columpios y una estructura contigua. AENOR.

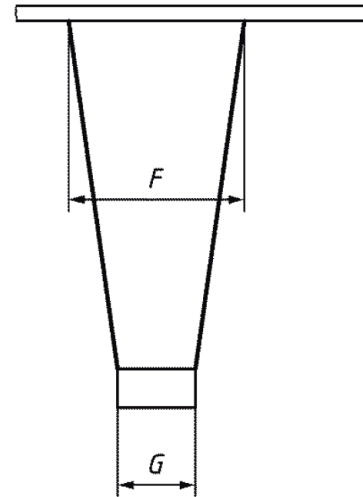


Figura 4.8: Estabilidad lateral de los asientos de los columpios. AENOR.

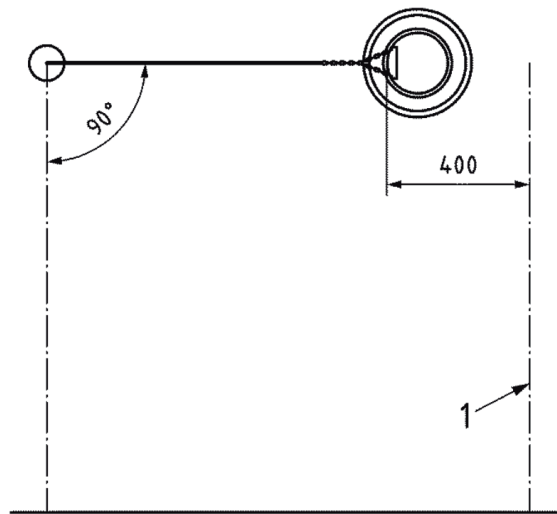


Figura 4.9: Espacio libre mínimo de los columpios de Tipo 4. AENOR.

Leyenda

- F Distancia entre los elementos de suspensión
- G Distancia entre los puntos de soporte en el asiento del columpio
- C Distancia entre el asiento y la estructura contigua
- S Distancia entre asientos contiguos
- 1 Eje central

4.2.3.4.- Amortiguación de impacto de los asientos de columpio y asientos neumáticos verticales

Cuando se sometan a ensayo de acuerdo con el anexo B, no debe haber valores pico de aceleración superiores a 50 g y la compresión superficial media no debe superar los 90 N/cm².

4.2.3.5.- Amortiguación de impacto de los asientos cuna

Si el borde más exterior de la parte superior de la estructura (X) sobresale más allá de una línea vertical trazada desde el borde más exterior del asiento, estando éste inclinado en un ángulo de 30°.

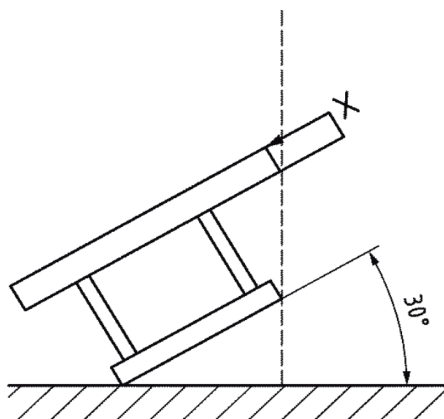


Figura 4.10: Asiento cuna mostrando el asiento y la parte superior de la estructura con un ángulo de 30°. AENOR.

4.2.3.6.- Carga dinámica para el equipamiento de columpios

Cuando se sometan a ensayo de acuerdo con el anexo C los componentes del sistema de suspensión no deben presentar fisuras, de formación permanente o daños, y ninguna unión debe haberse aflojado. No deber haber alteración dimensional en los componentes que se pueda apreciar con vista normal o corregida.

4.2.3.7.- Integridad estructural

Las fuerzas de reacción de la estructura, calculadas según el anexo B de la Norma EN 1176-1:2017, deben ser mayores a las fuerzas calculadas resultantes del uso.

Cuando se efectúe el ensayo conforme al anexo C de la Norma EN 1176-1:2017, no debe haber signos de fisura, o deformación permanente cuando se examinen con vista normal o corregida.

4.2.3.8.- Bastidor

Los columpios con más de dos asientos deben estar divididos en tramos por elementos de construcción (por ejemplo, patas de apoyo), de modo que no haya más de dos asientos en cada espacio. Un tramo que contenga un asiento de grupo no debe contener ningún otro asiento. Con esto se pretende evitar que los niños atraviesen la trayectoria del columpio cuando éste está en uso.

Los bastidores de los columpios o sus barras superiores únicamente deben ir fijos a otros equipos cuando se tomen medidas específicas para separarlos de otras actividades.

4.2.3.9.- Altura libre de caída

La altura libre de caída D de un columpio se debe determinar desde el centro de la superficie del asiento verticalmente hasta el suelo, cuando el asiento del columpio se eleve a 60°. Como alternativa, la altura libre de caída se puede determinar mediante la fórmula:

$$D = h_2/2 + h_3$$

Donde

D es la altura libre de caída;

h₂ es la longitud del elemento de suspensión;

h₃ es la altura del asiento del columpio en reposo;

Para los asientos de grupo con forma de cesta, la altura libre de caída se debe medir desde la parte superior del bastidor de soporte.

4.2.3.10.- Dimensiones del espacio de caída y área del impacto

El espacio de caída se debe corresponder con el área de impacto extendida en una distancia equivalente a la altura libre de caída D.

Para todos los columpios, las dimensiones del área de impacto se deben calcular tomando el punto A alcanzado horizontalmente por el centro del asiento del columpio cuando éste se encuentra formando un arco de 60° (que se puede calcular como 0,867 x la longitud del elemento de suspensión (h₂) y añadiendo una distancia fija B o C (en función del tipo de superficie).

En el caso de un área de impacto que esté nivelada con la superficie circundante (normalmente sintética) la longitud fija adicional B debe ser 1,75 m, y en el caso de una superficie de relleno (normalmente de material sin cohesión) la longitud fija adicional C debe ser 2,25 m.

Además, para un área de impacto que esté nivelada con la superficie circundante, donde B sea 1,75 m, debe existir un área suplementaria con una longitud libre de obstáculos de 0,5 m en el sentido del balanceo.

Las dimensiones de la superficie de amortiguación de impacto deberían basarse en el uso previsible del columpio.

Los espacios de caída de los asientos de los columpios fijos a armazones diferentes no deben solaparse. El espacio de caída se puede solapar con el espacio libre, cuando los asientos de los columpios vayan fijos al mismo armazón, siempre y cuando se ajusten a lo ya estipulado. Cuando los columpios estén ubicados cerca de otros elementos del equipamiento de juego, el espacio de caída del columpio y el espacio de caída del resto del equipamiento de juego no se deben solaparse.

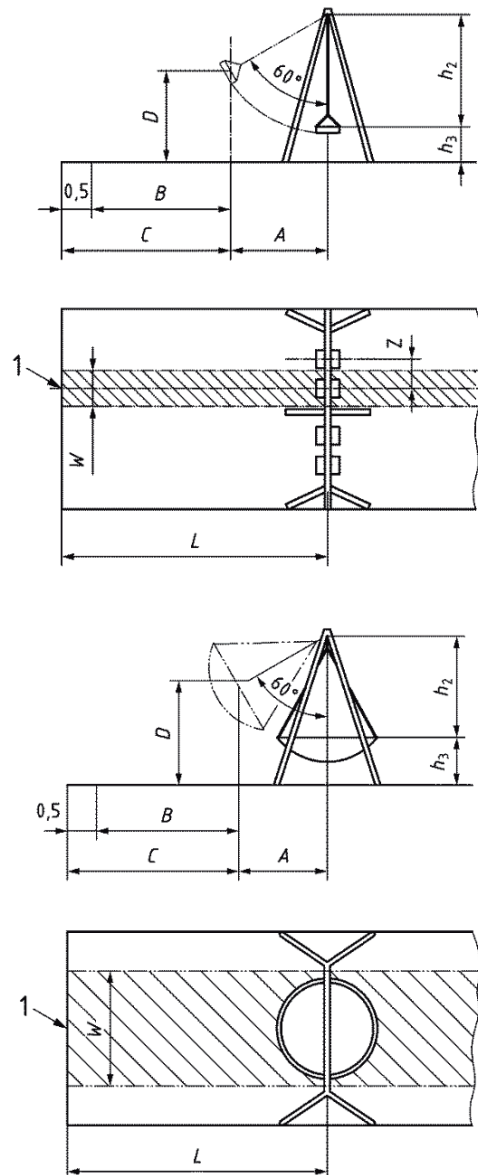


Figura 4.11: Altura libre de caída y requisitos para las superficies bajo un columpio. AENOR.

Leyenda

- A $0,867 \times h_2$
- B 1,75 m para superficies de amortiguación de impacto a nivel (normalmente sintéticas)
- C 2,25 m para superficies de amortiguación de impacto de relleno (normalmente de material no compacto)
- D altura libre de caída máxima
- L $A + B$ o $A + C$
- W anchura del espacio de caída
- Z distancia desde eje de columpio hasta eje de columpio
- h2 longitud del elemento de suspensión del columpio
- h3 altura del asiento en reposo
- 1 área que debe cubrir la superficie de amortiguación de impacto bajo todas las posiciones de balanceo

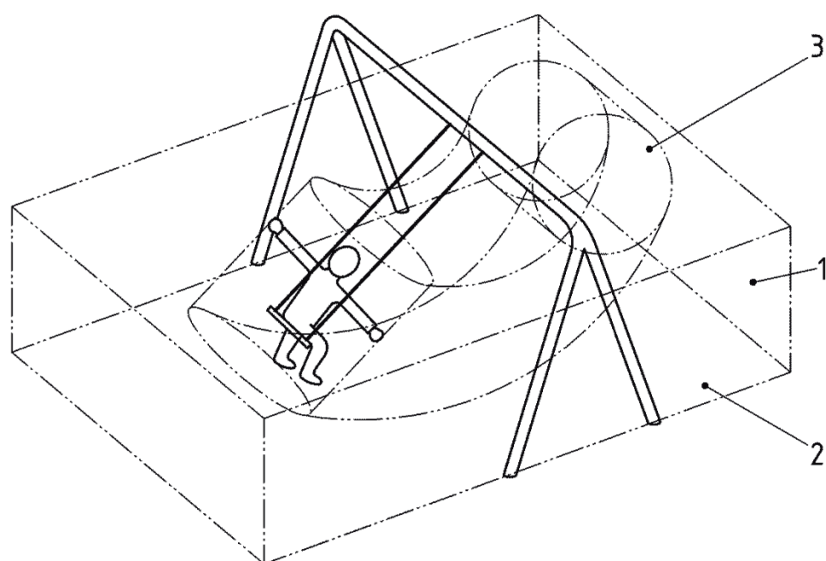


Figura 4.12: Espacio libre, espacio de caída y área de impacto de un columpio. AENOR.

Leyenda

- 1 Espacio de caída
- 2 Área de impacto
- 3 Espacio libre

En los asientos de los columpios con una anchura no superior a 500 mm, suspendidos por uno o más ejes de rotación (tipos 1, 2 y 4) el área de impacto debe tener una anchura mínima de 1,75 m. Si el asiento es mayor que 500 mm, la anchura del área de impacto se debe incrementar con la diferencia entre 500 mm y la anchura real del asiento.

En los columpios con un único punto de suspensión (tipo 3) las dimensiones de la superficie absorbente de impacto deben ser circulares.

4.2.4.- Requisitos adicionales dependiendo del tipo

4.2.4.1.- Columpios con varios ejes de rotación (Tipo 2)

Si hay un respaldo, el ángulo entre el respaldo y el asiento en sí no debe variar cuando el columpio esté en movimiento. La distancia libre entre el respaldo y el asiento en sí, medida en una dirección, no debe ser inferior a parte superior de la estructura 60 mm ni superior a 75 mm.

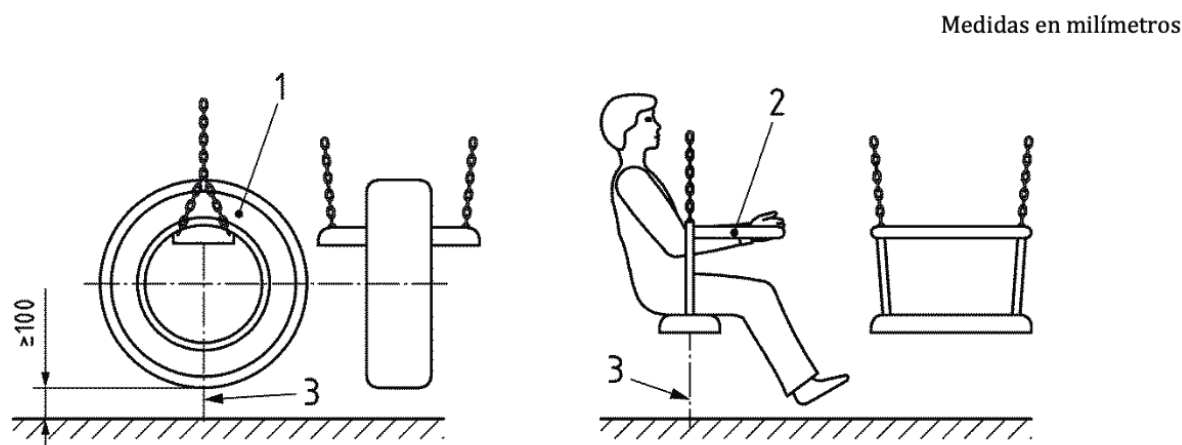
4.2.4.2.- Columpios con un único punto de suspensión (Tipo 3)

El punto de suspensión debe ser tal que, cuando el columpio gire sobre sí mismo, los cables de sujeción no se retuerzan. Esto se puede conseguir utilizando una articulación rotatoria.

Si se utiliza una articulación rotatoria que no esté diseñada y fabricada específicamente para este fin, debe haber contar con un sistema secundario de soporte del asiento del columpio que evite el desplome si se rompe la articulación primaria entre los cables o cadenas y la estructura de soporte.

4.2.4.3.- Columpios de contacto (Tipo 4)

Los asientos se deben construir para disuadir al usuario de saltar desde ellos hacia el eje central durante el balanceo. Los asientos deben cumplir los requisitos de lo anteriormente estipulado.



Leyenda

- 1 Neumático o similar
- 2 Barra limitadora
- 3 Centro del asiento

4.2.5.- Informes del ensayo

Los informes de los ensayos deben ser conforme al capítulo 5 de la Norma EN 1176-1:2017, además de lo indicado a continuación:

- a) Salvo indicación en contra, los requisitos del capítulo 12.2.3 de la norma anteriormente mencionada, documento se deben verificar mediante medición, examen visual o ensayos prácticos;
- b) Se debe incluir en el informe el número y la fecha de esta norma europea, esto es, EN 1176-2:2017.

4.2.6.- Mercado

Los columpios deben marcarse conforme al capítulo 7 de la Norma EN 1176-1:2017.

El marcado se debe colocar sobre el columpio en un lugar visible cuando esté instalado para su uso.

4.2.7.- Anexo A (Informativo): Recomendaciones para el diseño y emplazamiento de los columpios

Además de las recomendaciones del apartado 4.2.8.2.1 de la Norma EN 1176-1:2017, si se utilizan vallas como cerramiento, éstas deberían tener una o más entradas en las esquinas del cerramiento más próximas al centro del área de juego, para desanimar al niño a esperar o moverse alrededor de los columpios. Las entradas se deberían diseñar de modo que se limite la velocidad de entrada.

Las vallas deberían colocarse al menos a 1,5 m desde el borde lateral del asiento del columpio y, sujetas a evaluación de riesgo, a 1,5 m desde el borde del área de impacto (medidas $0,867 \times h_2 + 1,75$ m) en el sentido del movimiento de balanceo.

4.2.8.- Anexo B (Normativo): Determinación de la resistencia al impacto del asiento del columpio

Los asientos del columpio se elevan y se dejan balancear para golpear una masa de ensayo. La señal emitida por un acelerómetro durante cada impacto es procesada para determinar el valor de pico de aceleración y la compresión de la superficie.

4.2.8.1.- Equipo de ensayo

- Banco de ensayo, que consiste en la masa de ensayo, el acelerómetro, y el equipo de medición de impactos.

- Masa de ensayo, que consiste en una bola o una semiesfera de aluminio de $160 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de diámetro y $4,6 \text{ kg} \pm 0,05 \text{ kg}$ de masa, con una rugosidad superficial menor que $25 \text{ }\mu\text{m}$, de forma que la parte de impacto entre la superficie de golpeo y el acelerómetro sea homogénea y esté libre de espacios vacíos.

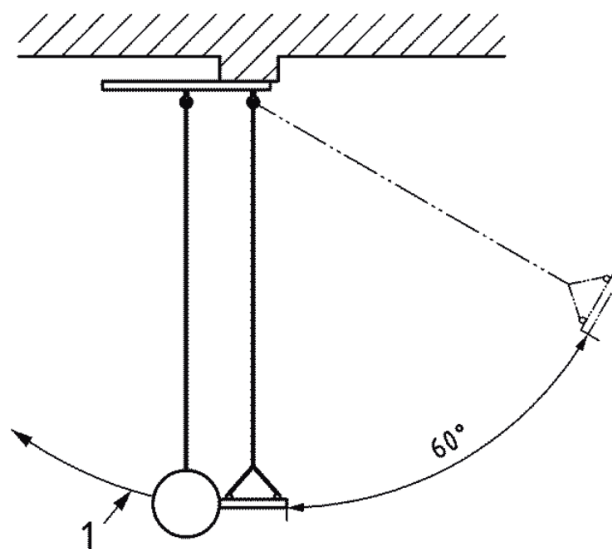


Figura 4.15: Disposición del ensayo. AENOR.

Leyenda

1 Equipo de medición

- Acelerómetro, montado en el centro de gravedad del conjunto de la masa de ensayo de modo que el eje de medida esté alineado con una desviación menor de 2° con la dirección de desplazamiento de la masa de ensayo, y capaz de medir la aceleración mediante una sonda triaxial.

- Equipo de medición de impactos. Cadenas, dos cadenas de 6 mm de calibre, de igual longitud, suspendidas de articulaciones separadas 600 mm entre sí, a la misma altura que la barra del asiento del columpio, de forma que se encuentren en el punto de conexión con la masa de ensayo.

4.2.8.2.- Procedimiento

4.2.8.2.1.- Asientos de columpios planos

Se suspende el asiento de las cadenas de 6 mm de modo que la parte inferior del borde frontal del asiento esté verticalmente a $2,4 \text{ m} \pm 10 \text{ mm}$ por debajo de la barra de suspensión.

4.2.8.2.2.- Asientos de columpios en cuna

Se suspende el asiento de las cadenas de 6 mm de modo que la parte inferior del borde frontal del asiento esté verticalmente a $1,8 \text{ m} \pm 10 \text{ mm}$ por debajo de la barra de suspensión.

4.2.8.2.3.- Disposición de banco de ensayo

Se dispone el banco de ensayo de modo que el borde frontal del asiento toque justamente el borde frontal del cuerpo de ensayo en su centro de gravedad.

4.2.8.2.4.- Elevación del asiento para el ensayo

Se eleva el asiento a lo largo de su arco de desplazamiento hasta que la proyección lateral de una línea recta trazada por el punto de articulación y por su posición inicial formen un ángulo de 60° .

Cuando el asiento este suspendido de cadenas, etc., se producirá alguna curvatura en los elementos de suspensión. Se ajusta la posición del asiento para establecer la curvatura que proporcione una trayectoria estable.

Se debería actuar con precaución para prevenir daños en el equipo de ensayo. Si existe cualquier posibilidad de que se excediera el rango del acelerómetro, se deberían realizar ensayos previos con ángulos inferiores (por ejemplo, 10° , 20° y 30°).

Si existiesen dudas sobre la trayectoria o estabilidad del asiento, la prueba de liberación de la masa de ensayo y/o la estructura guiada deber realizarse sin impactar la masa de ensayo.

Algunos asientos de naturaleza flexible requerirán abrazaderas para mantener la configuración del asiento durante el procedimiento de ensayo. La masa de las abrazaderas no debería exceder el 10% de la masa del asiento después del ensayo.

4.2.8.2.5.- Sujeción y liberación del asiento

Se sujeta el asiento en la posición elevada mediante un mecanismo que permita la liberación sin la aplicación de fuerzas externas que pudieran alterar la trayectoria del elemento suspendido. Se comprueba que el asiento y los elementos suspendidos están inmóviles. Se libera el asiento de forma que el conjunto se desplace con un arco descendente suave y libre de oscilaciones o rotaciones del asiento visibles que pudieran provocar que no se golpee a la masa de ensayo en el punto de impacto.

4.2.8.2.6.- Toma de datos

Una vez que el funcionamiento del sistema y la calibración sean satisfactorios, se recogen los datos de diez impactos. Se mide el pico de aceleración para cada impacto y el área de contacto entre el asiento y el cuerpo de ensayo.

4.2.8.2.7.- Pico de aceleración

Se registra el pico de aceleración como el valor medio de los diez impactos.

4.2.8.2.8.- Compresión en la superficie

Se registra la compresión de la superficie como el valor medio de los diez impactos.

4.2.8.2.9.- Promedio de la compresión en la superficie

Se mide el área del asiento que ha entrado en contacto con la masa de ensayo. Se calcula el promedio de la compresión de la superficie dividiendo la fuerza ejercida por el asiento entre el área del asiento que ha entrado en contacto con la masa de ensayo. Se registra el valor en N/cm².

4.2.8.3.- Equipo de medición de impacto

- Equipo de medición de impacto, que consiste en un sistema de medición con un acelerómetro y un dispositivo de registro.

- Sistema de medición con acelerómetro, capaz de medir todas las frecuencias en el intervalo de 1 Hz a 1 000 Hz, y con una respuesta suficiente en todas las frecuencias para mantener los errores de amplitud por debajo del 5%, conforme a la Norma ISO 6487. Debe ser capaz de medir, registrar y mostrar la aceleración y la duración de cada impacto completo.

- Sistema de registro, capaz de capturar y registrar las señales temporales de aceleración producidas durante un impacto, con una frecuencia de muestreo mínima de 10kHz. El acondicionamiento y el filtrado de la señal deben ser compatibles con el acelerómetro y el canal de datos especificado, y deben ser conformes a la Norma ISO 6487.

4.2.8.4.- Precisión de los ensayos

El equipo de ensayo debe ir provisto de dispositivos de medición calibrados. El sistema de medición de impacto, incluyendo el equipo de procesamiento de la señal, se debe validar al menos una vez al año en un laboratorio competente conforme a la Comisión Electrotécnica Internacional EN ISO/IEC 17025.

Los acelerómetros deben estar calibrados para todo el intervalo de frecuencia. Se deben someter a un re-calibrado con la frecuencia recomendada por el fabricante de los mismos, o al menos cada dos años.

Los acelerómetros deben tener una incertidumbre de medición $\leq 5\%$.

Las reacciones del sistema de liberación de la esfera de aluminio se deben someter a ensayo mediante una serie de al menos tres ensayos consecutivos sobre un asiento de columpio definido con propiedades constantes. Los valores de aceleración obtenidos no deben diferir más de $\pm 5\%$.

La experiencia ha demostrado que los ensayos comparativos realizados en asientos de columpios definidos podrían ser insuficientes, y que se requiere un calibrado externo del dispositivo de medición.

4.2.9.- Anexo C (Normativo): Ensayo de carga dinámica para los sistemas de suspensión de los columpios.

Se carga El sistema de suspensión que consta, por ejemplo, de las cadenas, los soportes y las conexiones, se carga con la masa de ensayo y se hace oscilar a lo largo de un arco durante un determinado número de veces. Se inspeccionan los daños del sistema de suspensión.

4.2.9.1.- Procedimiento

Se carga el asiento del columpio con la carga de ensayo de acuerdo con la tabla A.1 de la Norma EN 1176-1:2017.

Después, se realiza uno de los dos ensayos siguientes:

- a) se balancea el conjunto del asiento; o
- b) se rotan los conjuntos de los puntos de suspensión, continuamente durante 105 ciclos a lo largo de un arco no inferior a 120°.

Se retiran las cargas y se inspeccionan visualmente los signos de daños o fatiga del equipo.

Como advertencia fundamental se recomienda verificar que los pesos están firmemente fijados al equipo.

A continuación se exponen los apartados y contenidos de la norma UNE-EN 1176-1 a los cuales se hace referencia en los apartados de la norma UNE-EN 1176-2.

4.3.- UNE-EN 1176-1

4.3.1.- Introducción

Esta parte de la Norma EN 1176 especifica los requisitos generales de seguridad para los equipamientos y las superficies de las áreas de juego públicas instaladas de forma permanente. Otros requisitos de seguridad complementarios para elementos específicos de equipamientos de las áreas de juego se especifican en las partes subsiguientes de esta norma.

Esta parte de la Norma EN 1176 abarca el equipamiento de las áreas de juego para todos los niños. Se ha preparado con pleno reconocimiento de la necesidad de supervisión de los niños pequeños y de los niños menos capacitados o menos hábiles.

El objetivo de esta parte de la Norma EN 1176 es garantizar un nivel adecuado de seguridad cuando se juegue en el equipamiento de las áreas de juego o en sus alrededores, y al mismo tiempo fomentar actividades y prácticas que se sabe benefician a los niños porque aportan experiencias valiosas que les capacitarán para enfrentarse a situaciones fuera de las áreas de juego.

No es aplicable a los parques de aventuras, con la excepción de los productos que hayan sido obtenidos en el comercio.

Esta parte de la Norma EN 1176 especifica los requisitos que protegerán a los niños de daños que podrían no ser capaces de prever cuando utilicen el equipo del modo previsto, o de un modo que se pueda esperar razonablemente.

El uso de electricidad en los equipos de juego, ya sea como actividad lúdica o como fuerza motriz, queda fuera del campo de aplicación de esta norma. Se requiere la atención de los usuarios sobre las normas y reglamentaciones europeas y nacionales locales que se deben cumplir cuando se utiliza electricidad.

Esta norma no cubre el riesgo de exposición a niveles excesivos de radiación ultravioleta.

4.3.2.- Anexo A (Normativo): Cargas

4.3.2.1.- Cargas permanentes

- Generalidades: las cargas "Q" (en newtons) sobre el equipo y sobre los elementos del equipo están producidas por la gravedad (g) de las masas ($Q = G \times g$; masas "G" en kilogramos) así como por los efectos dinámicos de estas masas (por ejemplo, en los columpios), pero también está producidas por elementos conectados (por ejemplo, cuerdas o cadenas) y por influencias externas (por ejemplo, el viento). El cálculo de las cargas totales (fuerzas "F" y "T" en newtons) y sus combinaciones, que actúan en distintos tipos de equipos, se describen en los apartados siguientes.

Para el análisis estático (cálculo de tensión) de las partes de soporte de carga del equipo, se deben utilizar los coeficientes de seguridad para las cargas indicadas en el capítulo 4.3.3.2.

Las cargas permanentes (Q_p) se componen de:

las cargas producidas por la masa del peso propio de la estructura y del ensamblaje (Q_p);

las cargas de pretensado, por ejemplo, redes, tirolinas (Q_t); y

las cargas producidas la masa del agua, si hay algún depósito de agua que forme parte del equipo (Q_p).

- Cargas producidas por el peso propio: se deben evaluar las cargas producidas por la masa del peso propio de la estructura y del ensamblaje.

- Cargas de pretensado: las cargas de pretensado se consideran como cargas permanentes. Se deben tener en cuenta las cargas máximas y mínimas de pretensado.

Debido al deslizamiento o a la relajación, el pretensado depende del tiempo. Podría ser necesario verificar dos situaciones; el pretensado inicial, y el pretensado final.

- Masa del agua: se deben tener en cuenta los niveles máximo y mínimo posibles de agua del depósito.

4.3.2.2.- Cargas variables

- Generalidades: las cargas variables (Q_i) se componen de:

las cargas de los usuarios;

las cargas de la nieve;

las cargas del viento;

las cargas de la temperatura; y

las cargas específicas.

- Cargas de los usuarios: las cargas causadas por los usuarios del equipamiento de las áreas de juego se deben basar en el siguiente sistema de cargas:

a) masa total

$$G_n = n \times m + 1,64 \times \sigma \sqrt{n}$$

donde

- G_n es la masa total de n niños, en kilogramos;
 n es el número de niños en el equipo o sobre una parte de él, según lo indicado en la figura 7.16
 m es la masa media de un niño dentro de un grupo de edad determinado;
 σ es la desviación estándar del grupo de edad referido.

Para parques abiertos públicos y privados se pueden utilizar los siguientes valores:

$$m = 53,8\text{kg}$$
$$\sigma = 9,6\text{kg}.$$

Estos valores se basan en datos para niños de 14 años de edad. No obstante, las cargas calculadas incluyen factores de seguridad, que garantizan que las estructuras también puedan ser utilizadas por adultos.

Para parques con vigilancia abiertos solamente a grupos de edad claramente definida (por ejemplo, guarderías infantiles), se pueden utilizar los siguientes valores:

edad hasta 4 años:	$m = 16,7\text{kg}$	$\sigma = 2,1\text{kg}$
edad hasta 8 años:	$m = 27,9\text{kg}$	$\sigma = 5,0\text{kg}$
edad hasta 12 años:	$m = 41,5\text{kg}$	$\sigma = 7,9\text{kg}$

La masa de los niños de hasta 14 años se basa en datos antropométricos de grupos de edad de entre 13,5 a 14,5 años, incluyéndose 2 kg de ropa. Para otros grupos de edad, la masa incluye 0,5 kg, 1 kg y 1,5 kg de ropa para 4, 8 y 12 años respectivamente.

b) coeficiente dinámico

$$C_{\text{dyn}} = 1 + 1/n$$

donde

- C_{dyn} es n coeficiente que representa la carga ocasionada por el movimiento (correr, jugar, etc.) de los usuarios, incluido el comportamiento del material bajo las cargas de impacto;
 n es conforme a lo indicado en el punto a)

c) carga vertical total de los usuarios

$$F_{\text{tot};v} = g \times G_n \times C_{\text{dyn}}$$

donde

$F_{\text{tot};v}$ es la carga vertical de los usuarios sobre el equipo ocasionada por n niños, en newtons;

g es la aceleración debida a la gravedad (10 m/s²);

G_n es conforme a lo indicado en el punto a);

C_{dyn} es conforme a lo indicado en el punto b);

Número de usuarios	Masa de los n usuarios	Coefficiente dinámico	Carga vertical total de los usuarios	Carga vertical por usuario
n	G_n kg	C_{dyn}	$F_{\text{tot};v}$ N	$F_{1;v}$ N
1	69,5	2,00	1391	1391
2	130	1,50	1948	974
3	189	1,33	2516	839
5	304	1,20	3648	730
10	588	1,10	6468	647
15	868	1,07	9259	617
20	1146	1,05	12,033	602
25	1424	1,04	14,810	592
30	1700	1,03	17,567	586
40	2252	1,025	23,083	577
50	2801	1,02	28,570	571
60	3350	1,017	34,058	568
∞		1,00		538

NOTA En el infinito la carga vertical por usuario es igual a la masa media.

Figura 4.16: Carga vertical total de los usuarios para parques previstos para el uso de niños de todas las edades. AENOR.

d) carga horizontal total de los usuarios

La carga horizontal total de los usuarios es el 10% de la carga vertical total del usuario conforme al punto c) del apartado 4.3.2.2, y actúa sobre el mismo nivel, conjuntamente con la carga vertical:

$$F_{\text{tot};h} = 0,1 F_{\text{tot};v}$$

Esta carga tiene en cuenta el movimiento de los niños durante el juego y las imprecisiones en la estructura.

e) distribución de las cargas de los usuarios

Las cargas de los usuarios están uniformemente distribuidas sobre los elementos considerados de la siguiente manera:

1) cargas puntuales

$$F = F_{\text{tot}} \text{ en newtons;}$$

F actúa sobre un área de 0,1 m x 0,1 m;

2) cargas lineales

$$q = F_{\text{tot}}/L \text{ en newtons por metro;}$$

donde L es la longitud en metros;

3) cargas superficiales

$$p = F_{\text{tot}}/A \text{ en newtons por metro cuadrado;}$$

donde A es el área en metros cuadrados;

4) cargas volumétricas

$$q = F_{\text{tot}}/L \text{ en newtons por metro;}$$

o

$$p = F_{\text{tot}}/A \text{ en newtons por metro cuadrado;}$$

Las cargas volumétricas se expresan o bien en cargas lineales o bien en cargas superficiales, dependiendo de los tipos de elementos que conformen la estructura.

- Cargas por nieve: las cargas por nieve se deben tomar de la Norma EN 1991-1-3, considerando un periodo referencial de 10 años.

- Cargas por el viento: las cargas por el viento se deben tomar de la Norma EN 1991-1-4, considerando un periodo referencial de 10 años.

- Cargas por temperatura: las cargas por temperatura se deben tomar de la Norma EN 1991-1-2, considerando un periodo referencial de 10 años.

- Cargas específicas en columpios: el número de usuarios n en un columpio en movimiento se debe calcular de la siguiente forma:

para un columpio tradicional $n = 2$;

para una góndola, n se debe calcular según lo indicado en el capítulo X;

para un columpio con un punto de suspensión $n = L/0,6$ con $n \geq 2$.

donde

L es la longitud total del borde exterior de la plataforma del columpio, en metros.

Las fuerzas causadas por el movimiento del columpio se deben considerar para todas las posiciones correspondientes más desfavorables de los elementos considerados.

No es necesario considerar las cargas del usuario conforme a los puntos c) y d) del apartado 4.3.3.2; es decir, la carga vertical total de los usuarios y la carga horizontal total de los usuarios.

En el caso de los columpios, la masa se puede considerar repartida homogéneamente sobre el equipo entre los puntos de soporte.

El máximo ángulo de balanceo α máx. considerado para los asientos de columpios suspendidos de cuerdas o cadenas es 80° respecto a la posición vertical.

4.3.3.- Anexo B (Normativo): Método de cálculo de la integridad estructural

4.3.3.1.- Principios generales: estado límite

- Estado límite: cada estructura y elemento estructural, por ejemplo, las uniones, los cimientos, los soportes, se debe calcular teniendo en cuenta las combinaciones de carga indicadas en el capítulo 'Combinación de cargas para el análisis estático'.

El método preferente de cálculo se debe basar en los principios y definiciones generales de los estados límites, según lo establecido en los Eurocódigos estructurales apropiados. Se pueden emplear reglas técnicas y métodos de construcción generalmente aceptados, distintos de este método, siempre que se alcance al menos un nivel de seguridad equivalente.

Cabe mencionar que los estados límite son estados por encima de los que la estructura ya no cumple los requisitos de esta parte de la Norma EN 1176.

De forma simbólica, un estado límite se puede escribir como:

$$\gamma_F \times S \leq R / \gamma_M$$

donde:

γ_F es un coeficiente de seguridad parcial para cargas
 γ_M es un coeficiente de seguridad parcial para materiales
S es el efecto de la carga
R es la resistencia de la estructura

Con el fin de permitir una cierta imprecisión en las cargas reales y en el modelo empleado para determinar las cargas, éstas se multiplican por un coeficiente de seguridad parcial (γ_F).

Con el fin de permitir una cierta imprecisión en las propiedades reales de los materiales y en el modelo empleado para determinar las fuerzas en la estructura, la resistencia de la estructura se divide por un coeficiente de seguridad parcial para materiales (γ_M).

En la mayoría de los casos, la representación simbólica que aquí se indica no se puede emplear para representar el estado límite ya que la formulación real es a menudo no lineal, por ejemplo, en los casos donde las cargas tienen que combinarse.

- Estado límite máximo: los estados límite máximos que requieren consideración incluyen:

- a) la pérdida del equilibrio de la estructura o cualquier parte de ella, considerada como un cuerpo rígido;
- b) el fallo por deformación excesiva, rotura o pérdida de la estabilidad de la estructura o cualquier parte de ella.

Se debe explicar que los estados límite máximos son aquellos asociados a un desplome, o a otras formas de fallo estructural que puedan poner en peligro la seguridad de las personas.

- Estado límite de esperanza de duración: cuando se establezcan requisitos sobre la esperanza de duración, el método preferente de cálculo se debe basar en los principios de estado límite de esperanza de duración especificados en los Eurocódigos de estructurales correspondientes.

Los criterios de desviación para los estados límite de esperanza de duración mencionados en los Eurocódigos correspondientes no son de aplicación para los equipamientos para las áreas de juego.

Se debe explicar que los estados límite de esperanza de duración corresponden a estados que no cumplen los criterios de funcionamiento especificados.

4.3.3.2.- Combinación de cargas para el análisis estático

Para la verificación se deben utilizar las siguientes combinaciones:

$$\gamma_{G;c} \times Q_P + \gamma_{Q;c} \times Q_1$$

donde:

- Q_P es la carga permanente según lo indicado en anteriores capítulos
- Q_i es una de las cargas variables según lo indicado en anteriores apartados
- $\gamma_{G;c}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas permanentes que se utiliza en los cálculos
- $\gamma_{Q;c}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas variables que se utiliza en los cálculos

Para las cargas se deben utilizar los siguientes coeficientes de seguridad parciales.

- $\gamma_{G;c} = 1,0$ para efectos favorables
- $\gamma_{G;c} = 1,35$ para efectos desfavorables
- $\gamma_{Q;c} = 0$ para efectos favorables
- $\gamma_{Q;c} = 1,35$ para efectos desfavorables

Debe tenerse en cuenta que no es necesario combinar cargas variables independientes como las cargas del viento y el usuario. Las cargas asociadas que actúan en diferentes direcciones, tales como las cargas de usuario verticales y horizontales, se combinan.

4.3.3.3.- Cálculo de las fuerzas sobre el columpio

Para el columpio que se muestra en la siguiente figura, las fuerzas generadas por el movimiento son:

$$F_h = C_h \times g \times (G_n + G_s)$$

$$F_v = C_v \times g \times (G_n + G_s)$$

$$F_r = C_r \times g \times (G_n + G_s)$$

donde

F_h es la carga horizontal sobre el conjunto (en newtons)

F_v es la carga vertical sobre el conjunto (en newtons)

F_r es la carga resultante sobre el conjunto (en newtons)

g es la aceleración debida a la gravedad (= 10 m/s²)

G_s es la masa del conjunto en movimiento (en kilogramos)

G_n es conforme a las cargas de los usuarios

n es el número de usuarios sobre el columpio

C_h, C_v, C_r son los coeficientes de carga dependientes del máximo ángulo de balanceo y del ángulo de balanceo α de la posición considerada conforme a la tabla B.1.

La masa del conjunto en movimiento consta de la masa de la plataforma del columpio y la mitad de la masa de los cables, cuerdas o varillas.

La carga específica para los columpios es una carga variable que incluye el peso propio del columpio en movimiento (normalmente considerado como carga permanente). El efecto resultante de las diferencias de los coeficientes de carga para la carga permanente y la carga variable (como se aprecia en la siguiente imagen) no es significativo en este caso.

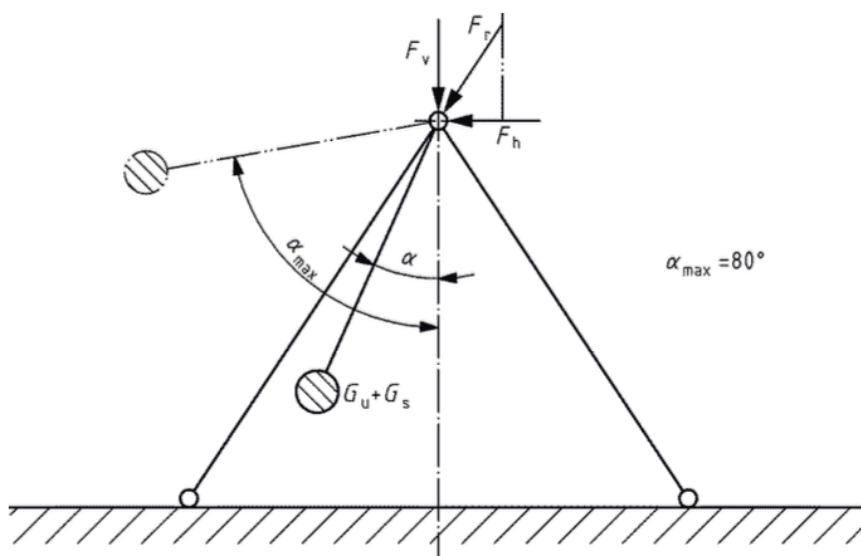


Figura 4.17: Cargas actuando sobre el columpio. AENOR.

En la tabla adjunta se muestran los coeficientes de carga para los columpios.

$\alpha_{\text{máx}} = 80^\circ$			
α	C_r	C_v	C_h
80°	0,174	0,030	0,171
70°	0,679	0,232	0,638
60°	1,153	0,577	0,999
50°	1,581	1,016	1,211
42,6°	1,861	1,370	1,260
40°	1,950	1,494	1,253
30°	2,251	1,949	1,126
20°	2,472	2,323	0,845
10°	2,607	2,567	0,453
0°	2,653	2,653	0,000

Figura 4.18: Coeficientes de carga para los columpios. AENOR.

4.3.4.- Anexo C (Normativo): Ensayos físicos de integridad estructural

4.3.4.1.- Criterios de aceptación/rechazo

- Capacidad de carga: la muestra debe poder soportar la carga total del ensayo durante 5 minutos.

- Fallo: después de los ensayos la muestra no debe presentar roturas, daños o deformaciones permanentes excesivas y no se debe haber aflojado ninguna unión. Se considera que una deformación permanente es excesiva cuando ésta genera un incumplimiento de cualquier otro requisito de la norma UNE 1176-1.

4.3.4.2.- Carga de ensayo para equipamientos

- Combinaciones de cargas para los ensayos: para los ensayos se debe utilizar la siguiente combinación de cargas:

$$\gamma_{Qp;t} \cdot Q_p + \gamma_{Qi;t} \cdot Q_i$$

donde

Q_p es la carga permanente indicada en el capítulo 4.3.2.1;

Q_i es una de las cargas variables indicadas en los apartados 4.3.2.1 y 4.3.3.2;

$\gamma_{Qp;t}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas permanentes a utilizar en los ensayos (con un valor de 1,0 en todos los casos);

$\gamma_{Qi;t}$ es un coeficiente de seguridad parcial para cargas variables a utilizar en los ensayos conforme a los apartados 4.3.3.2 o 4.3.2.1.

No es necesario combinar cargas variables independientes, tales como las cargas del viento y de los usuarios, pero las cargas asociadas que actúan en sentidos diferentes, como las cargas vertical y horizontal de los usuarios, sí se deberían combinar.

Las cargas permanentes están presentes durante los ensayos. Comparadas con las cargas variables sobre el equipamiento de las áreas de juego, las cargas permanentes son pequeñas en la mayoría de los casos, y por lo tanto no se requiere en los ensayos ningún coeficiente suplementario de seguridad para las cargas permanentes.

- Coeficiente de seguridad para los ensayos sobre un solo producto

Se debe utilizar el siguiente coeficiente de seguridad cuando se someta a ensayo cada muestra, incluyendo los productos por separado:

$\gamma_{Qi;t} = 0$ para los efectos favorables;

$\gamma_{Qi;t} = 1,35$ para los efectos desfavorables.

4.3.4.3.- Aplicación de cargas

- Cargas puntuales: cuando se apliquen las cargas sobre un elemento de la estructura, no se deben exceder las siguientes dimensiones:

elemento de tipo lineal: $l \leq 0,1\text{m}$;

elemento de tipo superficial $\alpha \leq 0,1\text{m} \times 0,1\text{m}$

donde

l es la longitud de apoyo de la carga de ensayo (en metros);

α es el área de apoyo de la carga de ensayo (en metros).

Para simular transferencia de carga causada por un usuario sobre la estructura, la carga se debería aplicar normalmente sobre una longitud no superior a 0,1m.

- Cargas lineales: las cargas lineales se pueden representar por una distribución uniforme de cargas puntuales espaciadas entre sí no más de 0,6m. La longitud de apoyo bajo las cargas puntuales puede ser hasta 0,6m.

- Cargas superficiales: las cargas superficiales se pueden representar por una distribución uniforme de cargas en forma de cuadrícula espaciadas entre sí no más de 0,6m x 0,6m. La superficie de apoyo bajo las cargas puntuales debe ser inferior a 0,6m x 0,6m.

5.- ESTUDIO DEL PRODUCTO

A continuación se presenta un estudio del producto seleccionado para la realización del mismo en CAD, el correspondiente estudio estructural y reacciones ante diversos casos expuestos al mismo.

5.1.- Explicación del producto

Tras haber realizado un estudio de mercado anteriormente, se ha desarrollado el producto que se va a explicar en este punto.

Cabe añadir que se han realizado modificaciones mínimas frente al objeto inicial que no varían en funcionalidad ni agregan ni atenúan la misma u otras características del producto.

El producto elegido consiste en un columpio denominado 'Columpio ASL_225C' y está formado de forma simétrica por una estructura en el extremo de madera en pino Flandes, un eje superior de acero galvanizado, eslabones como sujeciones, rodamientos blindados sin mantenimiento y asientos plásticos.

Como métodos de unión se usa tornillería autoblocante, aunque en puntos posteriores se explicará con mas detenimiento y profundidad cada elemento, así como sus uniones.

Es un columpio desarrollado para 2 usuarios de edad recomendada superior a 3 años.

En cuanto a la estructura principal, cuenta con listones de madera de pino Flandes de dimensiones 90x90mm carente de nudos. La estructura ha sido tratada en autoclave con protección para clase riesgo 5 y pintado en lasures para exterior. Este tratamiento permite una mayor resistencia frente a adversidades climatológicas y otros agentes dañinos para la madera.

El eje superior central es de acero galvanizado. Pieza que sirve de unión entre las dos partes de soporte en madera. Dicha pieza puede ser pintada en diversos colores.

La tornillería autoblocante es cincada y cumple con la normativa pertinente, DIN-603 y DIN-571. Se colocan dos rodamientos por asientos, dichos rodamientos son blindados sin mantenimiento.

Como punto fuerte del producto, destacan los tratamientos aplicados sobre la madera pudiendo alargar el tiempo de vida del producto enormemente. El eje superior obtiene una gran importancia pues sobre este recaen la mayoría de las tensiones de los usuarios, por lo que debe soportar con perfección los esfuerzos transmitidos a este sin que llegue al límite elástico del material, ni sufra deformaciones considerables y, sobretodo, aguante sobrecargas y actos vandálicos a los que se puede ver expuesto.

Todo ello será favorable si supera los ensayos a los que debe verse sometido el producto para estar conforme a la normativa correspondiente, la cual es necesaria para realización de dicho producto.

La producción de este producto recae sobre las manos de la empresa Agasa S.L.. Producciones Agasa cuenta con más de 20 años de experiencia como fabricante de mobiliario urbano y parques públicos. Está ubicada en Sevilla, en el polígono industrial El Cerro.

Agasa combina la experiencia como fabricante con el diseño creativo e innovador.



Figuras 5.1 y 5.2: Vistas de conjunto y detallada del columpio ASL_225C.
[http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no/]



Figura 5.3: Vista superior del techo de la planta industrial de Agasa S.L.
[http://www.agasasl.com/quienes_somos.php]

5.2.- Idea y concepto

Este modelo recibe gran influencia del concepto de columpio tradicional.

Las principales diferencias que existen frente a otros modelos ya establecidos en numerosos espacios públicos es la dualidad de elementos en cuanto a la estructura se refiere debido a, como anteriormente se ha mencionado, seguridad estructural aportando estabilidad al producto. Otro de los elementos que difiere de los modelos originales son los elementos de unión; así como, su mantenimiento.

La gran mayoría de columpios de hace unos años en el mercado solían tener uniones soldadas, en caso de ser metálicas, o atornilladas entre sí sin sobredimensionalidades específicas donde llevar a cabo dichas uniones. Esto provocaba un mantenimiento y seguimiento periódico. Se debe tener especial cuidado en los puntos de unión de los agarres laterales de los usuarios con el eje superior del columpio, puesto que son puntos críticos del producto. En caso de tratarse de uniones metálicas, como los eslabones de una cadena, debe tenerse especial cuidado en el desgaste por fricción de las superficies en contacto de los eslabones y la tribología que ello implica, esto es, su lubricación.

No obstante, un aspecto que sí que mantiene respecto de los modelos concebidos inicialmente y que ha sido modificado en algunos modelos es la ausencia de los refuerzos laterales. Estos son unos elementos dispuestos longitudinalmente que une ambas partes de la estructuras laterales siendo unidas a estas, mayoritariamente atornilladas, aportando cierta estabilidad al producto.

Por último, se debe añadir que el producto ha sido diseñado por el fabricante de AGASA S.L. sobredimensionado y pensado como un producto anti vandalismo. Resistente a acciones perjudiciales para el columpio.

5.3.- Piezas del producto

El columpio ASL_225C está compuesto de varios elementos que hacen de él un increíble columpio, además de una buena adaptación al espacio en el que se vaya a disponer y relativo confort al usuario que lo use.

Los elementos con los que cuenta son: 4 listones de madera, 2 soportes metálicos para sujeción entre viga central y listones, 2 pares de cadenas de eslabones, 8 anclajes para enterrar, 2 asientos plásticos con refuerzo interior, 4 anclajes para atornillar (la tornillería para la fijación del equipo al suelo no está suministrada), 1 viga central con sus 4 respectivos rodamientos antibloqueo, 16 tapones, 16 arandelas, 16 tuercas, 16 tornillos M8x160mm y 16 cubre pernos.

Todos los elementos anteriormente mencionados pueden verse recogidos de forma pictográfica y resumida en la siguiente imagen proporcionada por AGASA S.L.

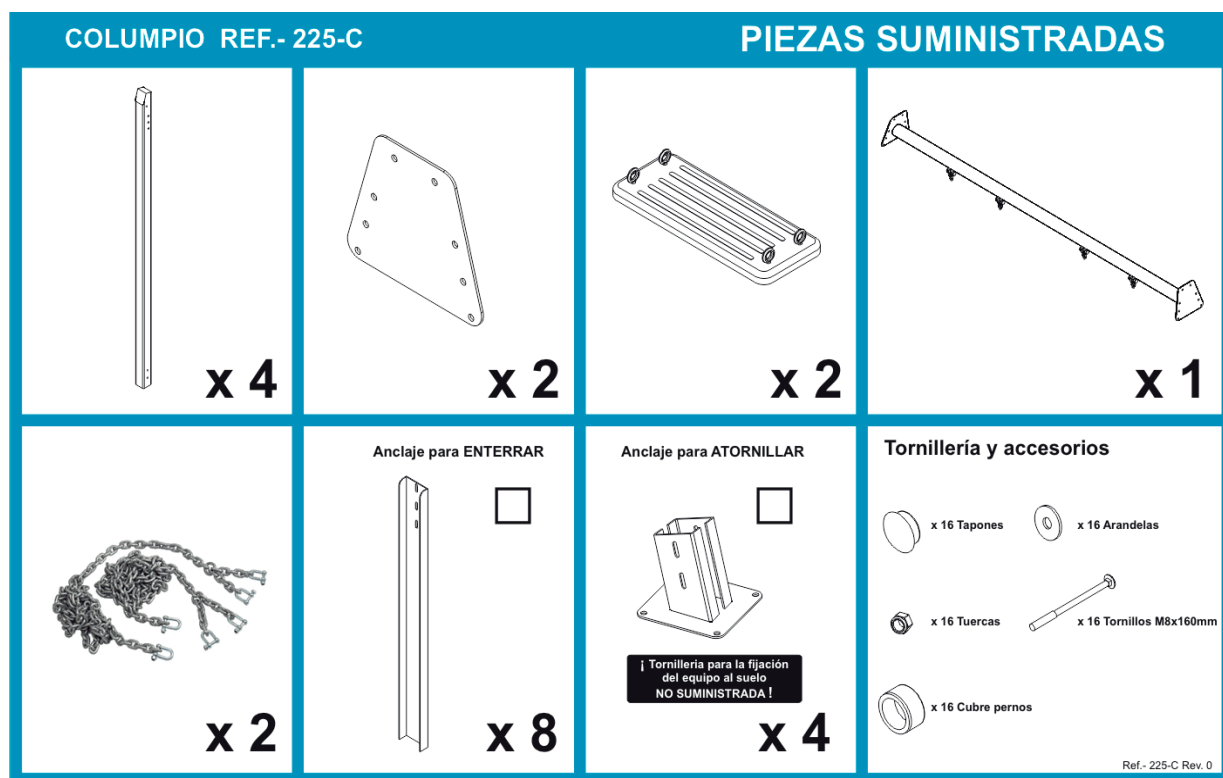


Figura 5.4: Información del conjunto de piezas suministradas en el producto Agasa S.L.

A continuación se procede a hacer una descripción más detallada de las piezas que resulten más complejas o interesantes.

5.3.1- Listones de madera

Los listones de madera son de forma cuadrada de dimensiones de 90x90mm. Cuentan con hendiduras para evitar el astillado. Los grosores de estos palos son sobredimensionados para poder soportar a la perfección situaciones de sobrepeso o, incluso, vandalismo.

La madera es un producto natural que a pesar de los tratamientos tan severos que se les da para prevenir la deformación o revirado, la hinchazón, la merma, el agrietado y expulsión de resina, en condiciones extremas, como por ejemplo; con veranos extremos que se llega a alcanzar temperatura a la sombra de 40 grados, inviernos fríos con mucha humedad.

Debido a los tratamientos que se les aplica, estos procesos hacen que afecte a la madera solo entre un 10 ó 20% respecto de si no tuviera los citados tratamientos, con ello se aminora la deformación o revirado, el agrietamiento, la hinchazón, la merma, la expulsión de resina, etc.

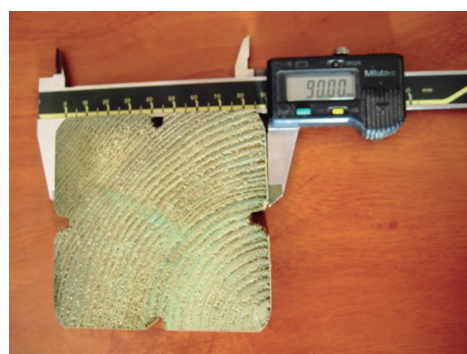


Figura 5.5: Medición del listón usado Agasa S.L.

Más adelante en el apartado de materiales se especifica con detenimiento los tratamientos aportados a la madera.

5.3.2- Asientos

El equipo cuenta con 2 asientos de columpio. Cuentan con una geometría rectangular y cuyo distanciamiento tanto a las estructuras laterales como entre sí cumple la normativa pertinente referida en la norma UNE-EN 1176.

En la imagen mostrada a continuación se puede observar el asiento de un columpio, con estructura interna de aluminio, forrada de goma blanda absorbidora de impactos, que minimiza los efectos de un posible golpe. Esta goma es resistente al desgaste, decoloración y agrietamiento, en las condiciones climatológicas más adversas.

Con todo ello se consigue un elemento de juego seguro y a su vez robusto.



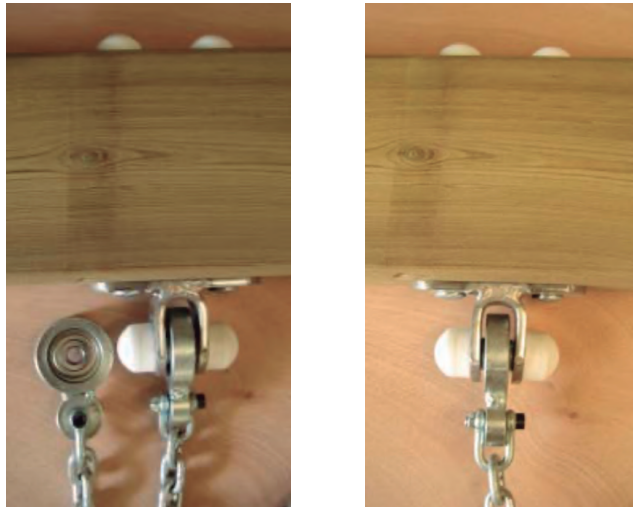
Figura 5.6: Vista en corte del asiento y estructura interior de aluminio.
Agasa S.L.

5.3.3- Rodamientos

El equipo cuenta con 4 rodamientos de bolas. Las siguientes imágenes muestran el sistema de giro con rodamientos de Agasa, el cual va blindado y con grasa de por vida (sin mantenimiento).

Este presenta múltiples ventajas: no hace ruidos (chirridos), tiene una larga vida a pesar del vandalismo, no necesita mantenimiento (pues el rodamiento es de bolas y reforzado), y en caso de necesidad de repuesto, se puede adquirir en cualquier casa de rodamientos o repuestos del automóvil.

La calidad aumenta la seguridad y la vida útil del producto de forma notable.



Figuras 5.7 y Figura 5.8: Rodamientos empleados y anclajes a las vigas.
[\[http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no\]](http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no)

En las siguientes imágenes se puede apreciar cómo algunos fabricantes de parques infantiles, para abaratar costos, en lugar de sistema de giro por rodamientos, montan un simple casquillo, con lo cual además de ser ruidosos (chirridos) , presentan riesgo de rotura y por consiguiente de accidente.



Figura 5.9: Degradación por fricción de eslabones.
 Agasa S.L.

En esta imagen se observa cómo el eslabón está a punto de romperse por desgaste, debido al mal funcionamiento del sistema de giro empleado, poniendo en riesgo la seguridad del usuario.

Se puede observar que la falta de rodamiento y engrase, provoca que el casquillo no gire y sea en su lugar la cadena la que lo haga sobre el eslabón del casquillo, con el riesgo de accidente por desgaste.



Figura 5.10: Degradación por fricción de eslabones.
 Agasa S.L.

En la imagen situada a continuación se aprecia tanto el casquillo de roce o fricción (fabricado en latón) como el tornillo desgastados por el uso, con el problema de rotura y posibles riesgos de accidentes para los niños.

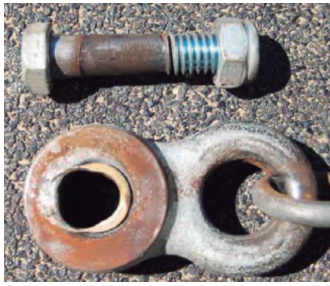


Figura 5.11: Degradación por oxidación y fricción de tornillería y elementos. Agasa S.L.

En algunos columpios se da la situación de que algunos fabricantes, el sistema de giro para economizar lo hacen sin rodamiento y, como se aprecia en la figura 5.12, está a punto de romperse, mientras en el sistema desarrollado por Agasa no ocurre.

La cadena de seguridad que vemos en las figuras a continuación impide los balanceos laterales y es un sistema de seguridad para riesgo por rotura del sistema de giro.



Figuras 5.12 y Figura 5.13: Cadena de seguridad en uniones de cadena y viga. Agasa S.L

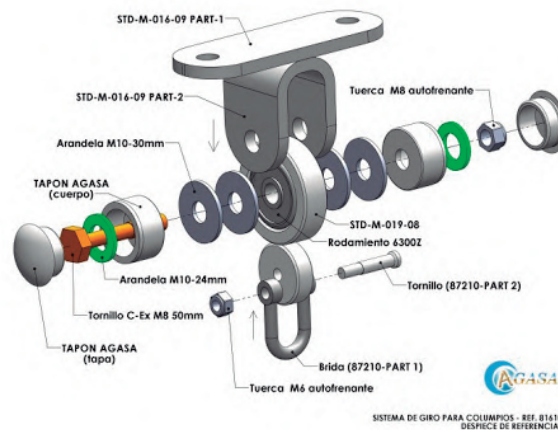


Figura 5.14: Despiece del sistema de giro del columpio. Agasa S.L

5.3.4- Viga de acero

El equipo cuenta con 1 viga de acero S-235 la cual actúa como eje superior, o larguero, sobre el que se sustentan tanto los rodamientos como los listones de madera laterales mediante las placas metálicas de forma trapecial gracias a elementos roscados.

El tubo tiene por dimensiones 3000mm de largo y una sección de 90.3. Escogido de las tablas normalizadas de tubo hueco. Cuenta con 10° de inclinación a cada extremo.

Perfil	Dimensiones			Términos de sección						Peso	
	d mm	e mm	u mm	A cm ²	S cm ³	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I _t cm ⁴	p kp/m	
Ø 90.3	90	3	283	8,19	11,40	77,60	17,30	3,07	155,00	6,43	P

La viga se une a las estructuras trapeciales mediante soldadura. Esta viga hace que el producto cuente con una gran seguridad y dureza. Más tarde en los ensayos del producto se hará especial detenimiento en esta pieza pues recae sobre la misma los pesos de los usuarios y las tensiones transmitidas a lo largo de los eslabones de la cadena.

5.3.5- Cadenas

El equipo cuenta con 2 pares de cadenas formadas por eslabones de 6mm.

Son de acero con un tratamiento de zincado, más tarde se hará una explicación del proceso y características que le otorga al elemento. Los eslabones se unen superiormente a los rodamientos situados en la parte inferior de la viga, y en la parte inferior se bifurcan para unirse en los salientes del asiento correspondientes.



Figura 5.15: Vista de asiento con refuerzo interior y argollas. Agasa S.L.

5.4.- Uniones

Las principales uniones que se encuentran en el columpio son; viga-elementos trapeciales laterales, viga-cadenas, listones-viga, fijaciones al suelo, cadenas-rodamientos.

5.4.1.- Sistemas de fijación al suelo

Los sistemas de fijación al suelo nos permiten afianzar la estructura evitando que la madera (tratada en autoclave riesgo IV) entre en contacto con la tierra o suelo, aunque esto le afecte poco en cuanto a su durabilidad, debido al tratamiento autoclave.

Se debe tener especial cuidado en hacer una especial diferenciación de los posibles casos en los que puede fijarse el equipo al suelo, dependiendo del material empleado en el mismo; sobre suelo no compacto o sobre suelo compacto.

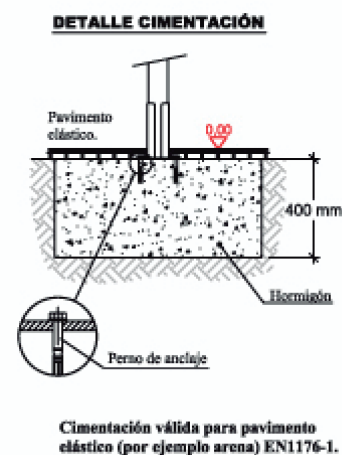


Figura 5.16: Detalle de cimentación del producto al suelo. Agasa S.L.

El fabricante del producto recomienda: “se deberá instalar el equipo sobre una superficie de áridos (arena, gravilla, etc.) o sobre un suelo amortiguador de impactos (baldosas de caucho), siendo éste último el más aconsejable. Su espesor irá en función de la altura de caída libre del equipo.”

En el supuesto anteriormente mencionado, suelo no compacto, indistintamente del tipo, se deberá rellenar el suelo en el área de juego a una profundidad de 300mm con material amortiguador de impactos. Este material puede ser corteza, viruta de madera, arena (materiales preparados propiamente para parques públicos) o gravilla (sin partículas de lodo o arcilla).

En caso de que el equipo se sitúe sobre suelo compacto; por ejemplo, lonetas de caucho o similares, se sitúan los anclajes para atornillar y sus respectivos espirros metálicos o químicos (los cuales no son proporcionados en el conjunto del equipo).

Bajo los anclajes debe situarse una capa de mortero de nivelación de una capa de espesor de 50mm. Por último debajo de la capa de mortero de nivelación se sitúa una de 100 a 120mm de espesor de solera hormigón.

Un caso particular es el empleado en caso de anclar el equipo sobre suelo de tierra, este tipo de emplazamiento requiere la realización de un agujero, preferiblemente más ancho en la base, para rellenar de hormigón en masa. El tapón rojo indica el nivel idóneo de la arena o chinos. Como se puede observar en las imágenes adjuntas.



Figura 5.17: Detalle de anclaje del producto al suelo. Agasa S.L.

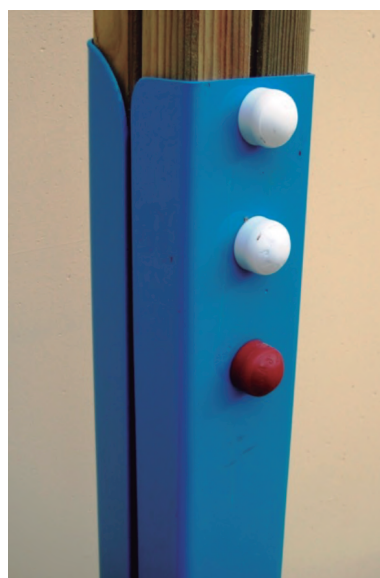
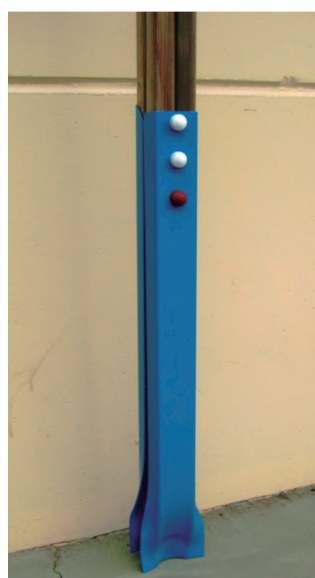


Figura 5.18 y Figura 5.19: Vista general y en detalle del anclaje del equipo al suelo de tierra. [http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no]

Todas las posibilidades anteriormente expuestas están recogidas de forma pictográfica y resumida, aunque explicada conceptualmente, en la siguiente composición proporcionada por ALGASA S.L.

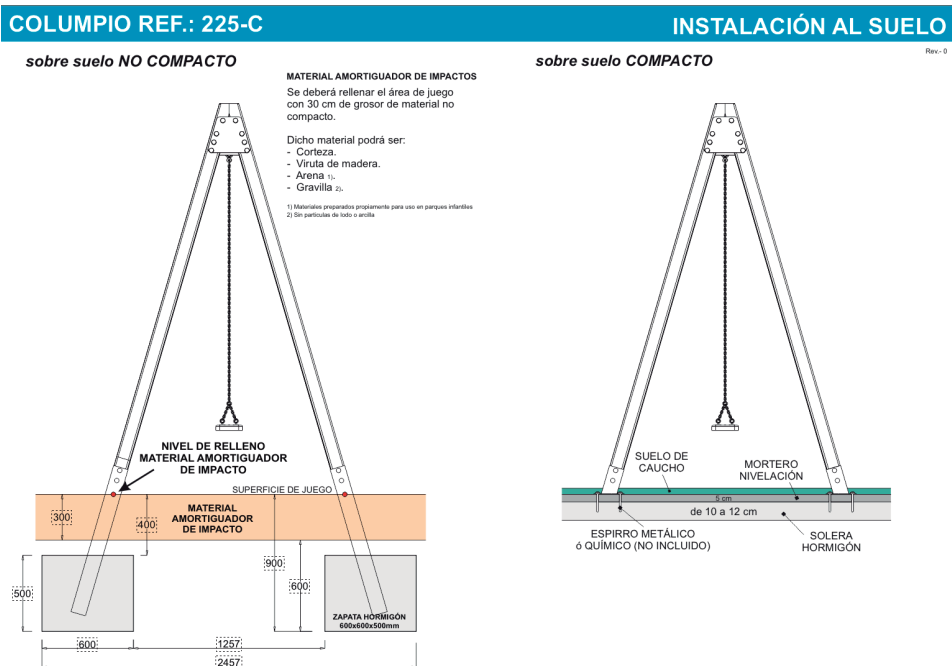


Figura 5.20: Croquis explicativo de instalación del producto al suelo. Agasa S.L.

5.4.2.- Listones-viga

Los listones se unen a la viga de tal manera que se atornillan a través de las estructuras laterales trapeciales. Tanto las estructuras trapeciales como los listones cuentan con una serie de agujeros; los listones cuentan con 4 agujeros cada uno y las estructuras trapeciales con 8.

Las uniones están compuestas por los siguientes elementos: tornillo M8x110mm, cubre perno, arandela, tuerca y tapa. Se deben instalar 8 unidades por pieza por cada lado del columpio; es decir, 16 elementos de cada en total.

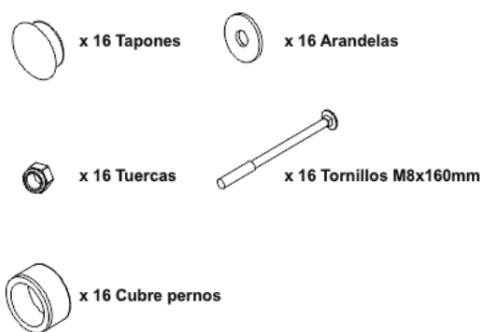


Figura 5.21: Elementos normalizados empleados en la unión de listones-viga. Agasa S.L.

La disposición en la que se deben introducir los tornillos ha sido diseñada de tal manera que sea más cómoda una posible extracción de la tornillería o los elementos necesarios.

En la siguiente imagen se representa de forma gráfica la instalación de la tornillería y el ensamble de los listones con la viga.

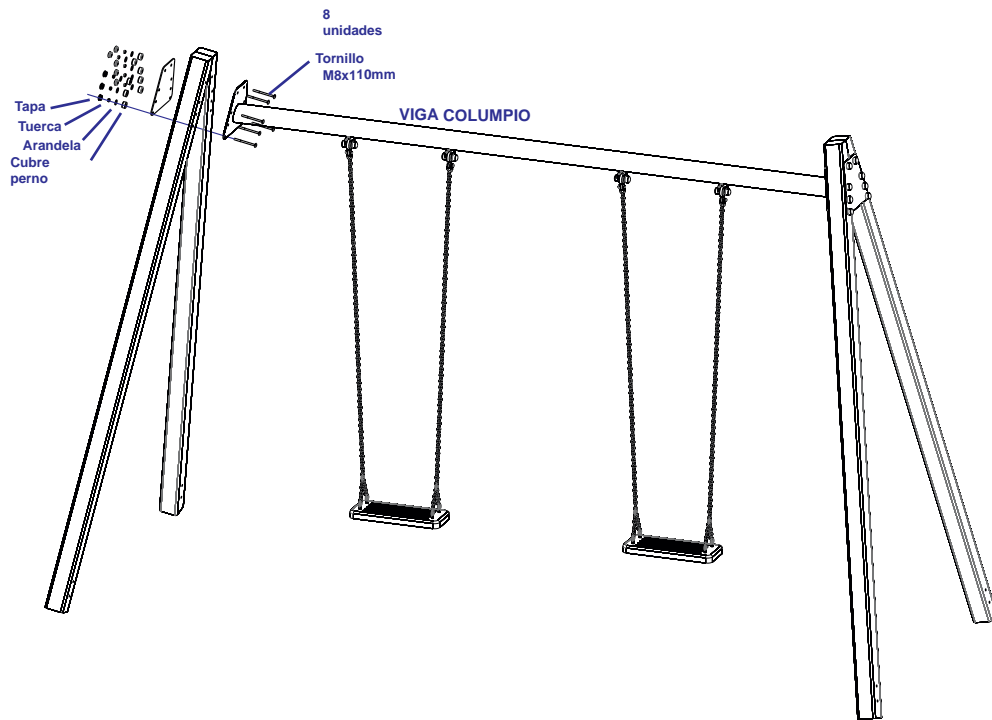


Figura 5.22: Vista de explosión para la posición de elementos normalizados en la unión de listones-viga. Agasa S.L.

5.4.3.- Viga-cadenas

La unión entre la viga y las cadenas de los columpios se consigue mediante el uso del sistema de giro de Agasa, el cual proporciona seguridad y durabilidad sin mantenimiento. Estos sistemas de giro son los rodamientos blindados. Los rodamientos son de bolas. Las siguientes imágenes muestran el sistema de giro con rodamientos de Agasa, el cual va blindado y con grasa de por vida (sin mantenimiento).

Los rodamientos blindados son anclados a la viga mediante la correspondiente tornillería que pasa sobre los agujeros realizados en el soporte del rodamiento y por la viga.

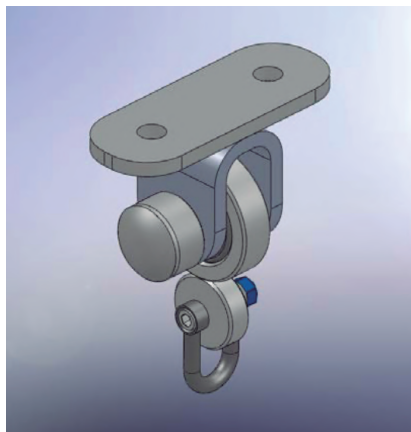


Figura 5.23 y Figura 5.24: Detalle y despiece del rodamiento blindado. Agasa S.L.

Las cadenas de los asientos se unen al rodamiento mediante la introducción del último eslabón de la cadena por el último elemento del rodamiento, con forma de u, en la siguiente imagen se muestra la pieza por la que debe introducirse el eslabón antes de incorporarla al rodamiento.



Figura 5.25: Detalle de los elementos de unión del rodamiento con los eslabones de la cadena.
Agasa S.L.



Figura 5.26: Detalle de los elementos de unión de la viga y las cadenas.
Agasa S.L.

5.4.4.- Viga-elementos trapeciales laterales

Este tipo de uniones se realiza mediante soldadura por TIG también conocida como soldadura por gas inerte de Tungsteno.

En el tipo de soldadura de tungsteno con gas inerte se produce el arco voltaico entre el electrodo de tungsteno y el material a procesar. Aquí es importante emplear un gas protector el cual no perjudique el proceso de soldadura. Para este objetivo, se utiliza con mucha frecuencia el gas argón, el que además protege la línea líquida de soldadura e incluso impide que el electrodo del soplete se oxigenice.

5.4.5.- Cadenas-asiento

La unión se produce mediante una argolla roscada sobre la que se introduce un tornillo el cual se empotra en la estructura interior de aluminio. Este tipo de unión es importante puesto que en caso de fractura parcial de ese punto crítico de tensiones se pueda reemplazar el elemento dañado sin necesidad de cambiar el asiento completo.



Figura 5.27: Detalle de los elementos de unión de las cadenas y el asiento.
Agasa S.L.

5.5.- Materiales

Los materiales empleados en el equipo son: madera de flandes tratada en autoclave, acero galvanizado, acero zincado, aluminio y goma blanda.

En cada uno de los apartados en los que se darrollarán las propiedades de cada material se procede a su vez al nombramiento y citación de los tratamientos aplicados en caso de haber sido llevados a cabo.

5.5.1.- Madera de pino flandes

El uso de dicho material reside exclusivamente en los listones de sección 90x90mm de las patas de la estructura.

Como se ha mencionado anteriormente, cuentan con hendiduras para evitar el astillado y tiene las aristas matadas para prevenir posibles cortes de los usuarios. Los grosores de los listones están sobredimensionados para así poder soportar a la perfección situaciones de sobrepeso o, incluso, vandalismo.

En cuanto a las principales características, han sido consultadas a la empresa Esteba S.L. empresa dedicada a la madera y ferretería desde 1969. Entre las cuales destacan:

- Densidad: 500 - 540 kg/m³ al 12% de humedad.
- Estabilidad dimensional
- Contracción y dureza: Poco nerviosa y semidura.
- Mecanizado y acabado: No suele presentar problemas, buenas aptitudes para el encolado y el acabado no presenta problemas, admite pinturas, barnices y tintes con facilidad.
- Resistencia a flexión estática: 1057 kg/cm²
- Módulo de elasticidad: 94.000 kg/cm²
- Resistencia a la compresión: 406 kg/cm²
- Resistencia a la tracción paralela: 1020 kg/cm²
- Coeficiente de contracción volumétrico: 0,38 % madera estable
- Relación entre contracciones: 1,81% tendencia a deformarse media
- Dureza (Chaláis-Meudon): 1,9 madera blanda a semiblanda

Entre los tipos de clasificación de la madera maciza de Pino flandes se pueden diferenciar los siguientes:

- U/S: Comprende las 4 calidades superiores (I-IV): Uso en carpintería fina.
- Quintas (V): Carpintería fina y para exterior.
- Sextas (VI): Es la calidad inferior: El tamaño de los nudos no se limita y sólo exige una solidez general (usada antiguamente para las estructuras y cubiertas).
- Sawfalling: Quintas y mejores (esta denominación sirve para comercializar juntas las calidades U/S y quintas).

Para el uso de los listones se opta por la madera de flandes de tipo IV puesto que se considera la óptima para los listones.

En cuanto al tratamiento, son tratados en autoclave con protección para clase riesgo IV y pintado en lasures para exterior.. Gracias a este tratamiento se consigue que la humedad solo afecte en un 10 ó 20% respecto de si no lo tuviera, con ello se aminora la deformación o revirado, el agrietamiento, la hinchazón, la merma o la expulsión de la resina.

El tratamiento de autoclave introduce dentro de la madera agentes protectores por medio de autoclave con vacío. El objetivo de este tratamiento es aumentar la durabilidad frente a organismos xilófagos. La aplicación de madera tratada con autoclave se suele usar para exterior en construcción, mobiliario urbano, vallados, postes, guarda raíles, muelles, puentes, carpintería, etc...

Los posibles productos protectores aplicados en el tratamiento de autoclave son; protectores hidrosolubles, protectores en disolvente orgánico, protectores orgánicos naturales, protectores hidrodispersables o productos mixtos.

La norma UNE-EN 335 define las diferentes penetraciones y retenciones del producto en la madera en el tratamiento de autoclave para las diferentes clases de uso (5 clases de uso). Se debe recordar que las clases de uso van en función de la exposición de la madera en su uso. Ejemplo una clase de uso 4, son elementos que están en contacto con el suelo o con agua dulce y expuesto a humectación permanente como; postes, valles, cercas, embarcaderos, etc....

En la siguiente tabla resumen recogida de la norma UNE-EN 335 se aprecian las distintas clases de uso y de los agentes biológicos que atacan la madera y los materiales derivados de la madera.

Clase de uso	Situación general de uso ^a	Aparición de agentes biológicos ^{b,c}				
		Hongos cromógenos	Hongos Xilófagos	Coleópteros	Termitas	Xilófagos marinos
1	En interior, seco	–	–	U	L	–
2	En interior o bajo cubierta, no expuesto a la intemperie. Posibilidad de condensación de agua	U	U	U	L	–
3	Al exterior por encima del suelo, expuesto a la intemperie Se subdivide en: 3.1 Condiciones de humidificación breve 3.2 Condiciones de humidificación prolongada	U	U	U	L	–
4	Al exterior en contacto con el suelo y/o con agua dulce	U	U	U	L	–
5	Sumergido en agua salada de forma regular o permanente	U ^d	U ^d	U ^d	L ^d	U

U = Universalmente presente en Europa y territorios de la UE.
L = Localmente presente en Europa y territorios de la UE.

^a Existen casos límite y situaciones extremas de utilización de la madera y los materiales derivados de la madera. Esto puede originar la asignación de una clase de uso que difiera de las definidas en esta norma.
^b No es necesario proteger la madera frente a todos los agentes biológicos relacionados por cuanto pueden no estar presentes o no tener importancia económica en todas las condiciones de servicio, en todas las regiones geográficas o incluso pueden no atacar a determinados materiales derivados de la madera por su constitución específica.
^c Véase el anexo C.
^d La parte aérea de ciertos elementos sumergidos en agua puede estar expuesta a todos los agentes biológicos mencionados aquí.

Figura 5.28: Clases de uso y de los agentes biológicos que atacan la madera y materiales derivados de la madera. Norma UNE-EN 335.

Entre los hongos destacan los xilófagos (hongos basidiomicetos de pudrición de la madera, hongos de pudrición blanda), los cromógenos de la madera (hongos de azulado, mohos).

Se encuentran dentro de los insectos; coleópteros (hylotrupes bajulus, también conocida como carcoma grande, anobium punctatum, también conocida como carcoma, lyctus brunneus) y las isopteras; es decir, termitas.

El producto recomendado como fungicida es el FKR-ACQ EXTRA. Es un producto preservante de la madera formulado a base de Cobre (II) y CDDA que no contiene Arsénico ni Cromo. Ejerce una acción preventiva contra los insectos xilófagos (carcoma y termitas) y los hongos de pudrición. Es eficaz en el tratamiento preventivo de las maderas situadas a la intemperie, en contacto o no con el suelo. Este producto se fija fuertemente en la madera y resiste el deslavado, lo cual lo hace idóneo para el uso que se pretende para la madera en el producto.

El producto cumple con la Biocidal Products Regulation en la Unión Europea. Posee una formulación muy avanzada que aprovecha la efectividad biológica del cobre combinado con un co-biocida de baja toxicidad en un sistema alcalino que ayuda a obtener un alto grado de penetración y fijación en una amplia variedad de maderas.

Cumple la Norma EN47 Hylotrupes bajulus tras ensayos de envejecimiento según la norma EN73 (evaporación) y EN84 (deslavado). Cumple la Norma EN113 Hongos basidiomicetos tras ensayos de envejecimiento según la norma EN73 (evaporación) y EN84 (deslavado).

Cumple la Norma EN807 Microorganismos de pudrición blanda tras ensayos de envejecimiento según la norma EN73 (evaporación) y EN84 (deslavado). Cumple la Norma EN117 Termitas reticulitermes tras ensayos de envejecimiento según la norma EN73 (evaporación) y EN84 (deslavado).

El producto FKR-ACQ EXTRA es miscible en agua en cualquier proporción. El producto se ha de diluir en agua para su aplicación por autoclave de acuerdo a la Clase de Riesgo que quiera alcanzarse; en el caso de riesgo IV, 3,00 % en agua. La retención mínima para esta clase de riesgo es de 16 kgs de concentrado /m3 de madera.

La vida en servicio de la madera tratada correctamente con FKR-ACQ EXTRA se estima en 30-40 años.

La higroscopia es un proceso natural de la madera, que le da la capacidad de absorber o ceder humedad al medioambiente, por ello la hinchazón y la merma de la madera en exteriores (entre 0,2 / 5% según madera), no se puede evitar, se aminora con tratamiento de lasures (barniz al agua), por ello es necesario un mantenimiento de reaprieto, para mantener los elementos de parques infantiles en óptimas condiciones. En Agasa fabrican unos tapones reutilizables, son desmontables con destornillador más martillo, después del reaprieto se vuelve a poner el citado tapón.



Figura 5.29: Detalle de tapón reutilizable. Agasa S.L.

5.5.2.- Acero

Este material es empleado tanto en la viga como en las estructuras trapeziales laterales, en las unidas por soldadura a la propia viga y en las que están separadas en el otro extremo de los listones de madera sobre los que pasa la tornillería.

El acero utilizado es un S-235. Este tipo de acero es un acero estándar en la construcción de estructuras metálicas, edificios y puentes, así como en la ingeniería civil, hidráulica, de vehículos y mecánica.

El acero cuenta con multitud de variaciones; entre las que destacan, S235JR, S235JRC, S235J2 y S235J2C. En función del tipo de requerimiento que se necesite o características que se quieran para el acero se procederá a un caso u otro.

En la siguiente tabla se expone la composición química de cada variedad del acero (análisis de colada en %).

Tipos de acero	C Espesores nominales del producto en mm			Si	Mn	P	S	N	Cu
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40						
S235JR			0,20	–	≤ 1,40	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,012	≤ 0,55
S235J0	0,17	0,17	0,17	–	≤ 1,40	≤ 0,030	≤ 0,030	≤ 0,012	≤ 0,55
S235J2			0,17	–	≤ 1,40	≤ 0,025	≤ 0,025	–	≤ 0,55

Figura 5.30: Composición química de cada variedad del acero.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Equivalente de carbono (CEV) (según el análisis de colada en %).

Tipos de acero	Carbono equivalente en %, máx. para el espesor nominal en mm				
	≤ 30	> 30 a ≤ 40	> 40 a ≤ 150	> 150 a ≤ 250	> 250 a ≤ 400
S235JR	≤ 0,35	≤ 0,35	≤ 0,38	≤ 0,40	-
S235J0	≤ 0,35	≤ 0,35	≤ 0,38	≤ 0,40	-
S235J2	≤ 0,35	≤ 0,35	≤ 0,38	≤ 0,40	≤ 0,40

Figura 5.32: Tabla equivalente de carbono (CEV).
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Propiedades mecánicas a temperatura ambiente.

Tipos de acero	Límite elástico mínimo R_{eH} [MPa] Espesores nominales [mm]									Tensión de rotura $R_m^{1)}$ [MPa] Espesores nominales [mm]				
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^b	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ^b
S235JR									–					–
S235J0	235	225	215	215	215	195	185	175	–	360– 510	360– 510	350– 500	340– 490	–
S235J2									165					330– 480

Figura 5.33: Tabla de propiedades mecánicas de los aceros a temperatura ambiente.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Tipos de acero	Orientación de la probeta	Alargamiento de rotura mínimo $A^{1)}$ [%] $L_0 = 80$ mm					Alargamiento de rotura mínimo $A^{1)}$ [%] $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$						
		Espesores nominales [mm]					Espesores nominales [mm]						
		≤ 1	> 1 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2	> 2 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400 ²⁾	
S235JR	l	17	18	19	20	21	26	25	24	22	21	–	
S235J0												–	
S235J2	t	15	16	17	18	19	24	23	22	22	21	21	

Figura 5.34: Detalle de cimentación del producto al suelo.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Se debe especificar que en las anteriores tablas la indicación “t” hace referencia a la dirección perpendicular respecto de a la dirección de laminado; “l” en la dirección de laminado.

Energía de impacto (probeta longitudinal con entalla en V).

Tipos de acero	Temperatura °C	Energía de impacto (KV) en [J] Espesores nominales [mm]		
		≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
		≥ 27	≥ 27	–
S235JR	20	≥ 27	≥ 27	–
S235J0	0	≥ 27	≥ 27	–
S235J2	-20	≥ 27	≥ 27	≥ 27

Figura 5.35: Tabla de energía de impacto de los aceros.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

KV: Energía de impacto para el ensayo Charpy de probetas longitudinales con entalla en V (media de 3 valores individuales, ninguno de los cuales puede ser menor que el 70 % del valor medio mínimo).

Propiedades físicas.

Densidad a 20 °C kg/dm ³	Modulo de elasticidad kN/mm ² a				Conductividad térmica a 20 °C W/m K	Específica capaci- dad térmica a 20 °C J/kg K	Específica resistibilidad eléc- trica a 20 °C Ω mm ² /m
	20 °C	100 °C	200 °C	300 °C			
7,85	212	207	199	192	54	461	0,15

Figura 5.36: Tabla de propiedades físicas de los aceros.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Coefficiente mediano de dilatación térmica lineal 10⁻⁶ K⁻¹ entre 20 °C y

100 °C	200 °C	300 °C
11,1	12,1	12,9

Figura 5.37: Coeficiente mediano de dilatación térmica lineal.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Valores característicos para el dimensionamiento a altas temperaturas (según la hoja informativa W1 de AD 2000).

Espesor mm	Valores característicos K en N/mm ² a la temperatura de cálculo			
	100 °C	200 °C	250 °C	300 °C
≤ 16	187	161	143	122
>16 ≤ 40	180	155	136	117

Figura 5.38: Tabla de valores característicos para el dimensionado a altas temperaturas.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Conformado en caliente y tratamiento térmico.

Conformado en caliente		Tratamiento térmico		
Temperatura °C	Tipo de refrigeración	Normalización ¹⁾	Alivio de tensión ²⁾	Tipo de refrigeración
950–1100	Aire	850–950 °C	580–630 °C	Aire

Figura 5.39: Tabla de conformado en caliente y tratamiento térmico.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

Donde:

- 1) Recocido de normalización con un tiempo de mantenimiento 1 min. por cada mm de espesor de chapa, mínimo 30 min.
- 2) Recocido de relajación de tensiones con un tiempo de mantenimiento 1–2 min. por cada mm de espesor de chapa, mínimo 30 min.

En cuanto al mecanización y/o soldadura, los métodos de soldadura estándar para este grado de acero son:

- Soldadura TIG
- Soldadura MAG-alambre maciza
- Soldadura por arco (E)
- Soldadura por arco sumergido
- MAG- alambre tubular

Con los procedimientos de soldadura indicados, los aceros pueden soldarse manual o automáticamente, con independencia del espesor, respetando las reglas básicas de la técnica.

Los materiales de aporte indicados son válidos para los requisitos más elevados, tales como sobredimensionalidades o vandalismo. Los materiales indicados entre paréntesis están concebidos para requisitos menos exigentes.

Tampoco debe dejarse pasar el aspecto magnetizable del material.

Métodos	Metal de relleno	
WIG	Union I 52	
MAG alambre maciza	Union K 52 Union K56	
MAG alambre de relleno	Union MV 70 Union BA 70 (Union RV 71)	
Arco manual (E)	Phoenix 120K Phoenix Spezial D	
Arco sumergido	Alambre	Polvo
	Union S 2 (Union S 2)	UV 400 (UV 306)

Figura 5.40: Métodos de soldadura y metal de relleno.
[https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf]

5.5.3.- Acero zincado

El acero zincado es usado tanto en los eslabones de las cadenas de los asientos como en la tornillería empleada en el equipo. El acero sobre el que se aplica el tratamiento es AISI-304 para la tornillería y AISI-316 para los eslabones.

El zincado es un proceso de deposición electrolítica en baños (recogidos en UNE EN ISO 2081 ó 10152), similar al cromado o cobreado.

Es un proceso en el que se adhiere una capa de zinc al acero para protegerlo contra la corrosión, que es deterioro de un material cuando está en contacto con el aire y la humedad, regresando a su forma de mayor estabilidad o de menor energía interna (generalmente mineral). La capa de Zinc es mucho más fina (5-20 micras), por lo que se suele realizar posteriormente un proceso de pasivado (tratamiento que incrementa la protección).

Como ventajas, las piezas son más suaves y uniformes aumentando su valor estético, y se pueden pasivar, lacar o pintar.

Hasta aquí, la definición es la misma que la del galvanizado, sin embargo, se trata de procesos, resultados y usos diferentes.

El electrozincado es el método de recubrimiento electrolítico de acero más utilizado. Este proceso de recubrimiento garantiza una protección razonable contra la corrosión y una apariencia agradable de las piezas a un coste bajo. El recubrimiento también se usa para mejorar las propiedades de corrosión y la persistencia de la pintura.

Se lleva a cabo en frío (por eso a veces se llama -erróneamente- galvanizado en frío), y se usa cuando se requiere una resistencia menor a la corrosión y una fortaleza mecánica menor, y unas mayores cualidades estéticas.

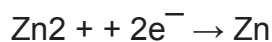
A diferencia de otros revestimientos de zinc, como el pintado con zinc, el proceso de zincado es continuo y el espesor del revestimiento es mínimo, e igual que el galvanizado, implica una serie de baños y enjuagados antes del baño de zinc.

En cuanto al proceso se refiere, se aplica una capa de zinc utilizando corriente eléctrica. Para ello se utiliza un baño electrolítico de zinc con dos electrodos: un ánodo (polo positivo) y las partes de acero que se recubrirán de zinc como cátodo (polo negativo), a las que se aplica corriente.

El zinc disuelto también se incluye en el baño, y se introduce como un concentrado a través de bombas dosificadoras, agregando una sal conductora, generalmente soda cáustica (hidróxido sódico/NaOH), para aumentar la conductividad.

Bajo la influencia de la corriente eléctrica, el zinc que se disuelve en el baño (Zn^{2+}) se reduce en el cátodo, y luego se deposita gradualmente en la superficie del componente de acero (ver figura siguiente, de Azo Materials).

Durante el proceso de zincado, los iones de zinc presentes en el cátodo recogen electrones y posteriormente se depositan en el componente como zinc elemental:



En ese punto, el ánodo no contiene zinc, sino un material inerte. Durante el proceso de zincado, la concentración de iones de zinc se reduce en el baño de zinc y los iones de zinc se agregan nuevamente como concentrado de zinc.

La calidad del recubrimiento de zinc depende de que todas las fases se ejecuten correctamente.

En ese punto, el ánodo no contiene zinc, sino un material inerte. Durante el proceso de zincado, la concentración de iones de zinc se reduce en el baño de zinc y los iones de zinc se agregan nuevamente como concentrado de zinc. La calidad del recubrimiento de zinc depende de que todas las fases se ejecuten correctamente.

En este contexto, los pasos del proceso aguas abajo y aguas arriba son igualmente importantes como el zincado en sí mismo en lo que concierne a la fabricación de revestimientos duraderos y de calidad.

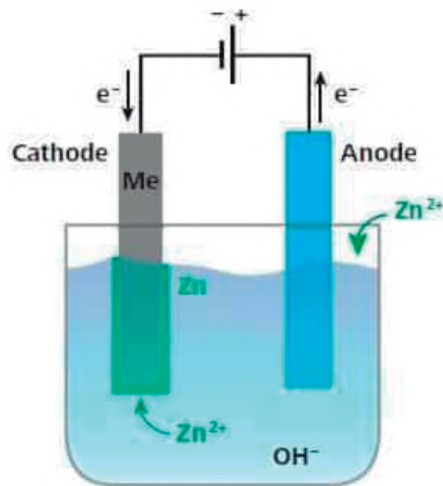


Figura 5.41: Proceso de zincado.
 [https://ferrosplanes.com/proceso-de-zincado-que-es-y-que-ventajas-tiene/]

Los componentes de acero se limpian y preparan para el proceso de recubrimiento con la ayuda de baños de decapado y desengrasado aguas arriba. Dado el proceso se realiza con un baño de zinc libre de cianuro y respetuoso con el medio ambiente, es muy importante que los componentes a revestir estén libres de impurezas, como sarro superficial y óxido. Después del recubrimiento, la capa sensible del zinc se protege y se sella adicionalmente mediante pasivación.

Como se explicó en el proceso de galvanizado en el punto anterior, el proceso de zincado, como el de galvanizado, incluye una serie de baños y aclarados: cuatro baños activos, así como baños de limpieza y enjuague complementarios (ver figura más abajo, de Azo Materials).

Estos baños son:

- 1. Baño de desengrase en ácido (1)
- 2. Baños de enjuague (2 + 3)
- 3. Baño de decapado en ácido (4)
- 4. Baños de enjuague (5 + 6)
- 5. Baño de zinc alcalino (7)
- 6. Baños de enjuague (8 + 9)
- 7. Baño pasivante (10)
- 8. Baños de enjuague y limpieza (11 + 12)

Para obtener una excelente calidad del producto, es importante asegurarse de que la composición de los numerosos baños permanezca dentro del rango especificado. Incluso una pequeña diferencia con respecto a la ventana de proceso puede reducir significativamente la calidad y provocar un mayor número de rechazos.

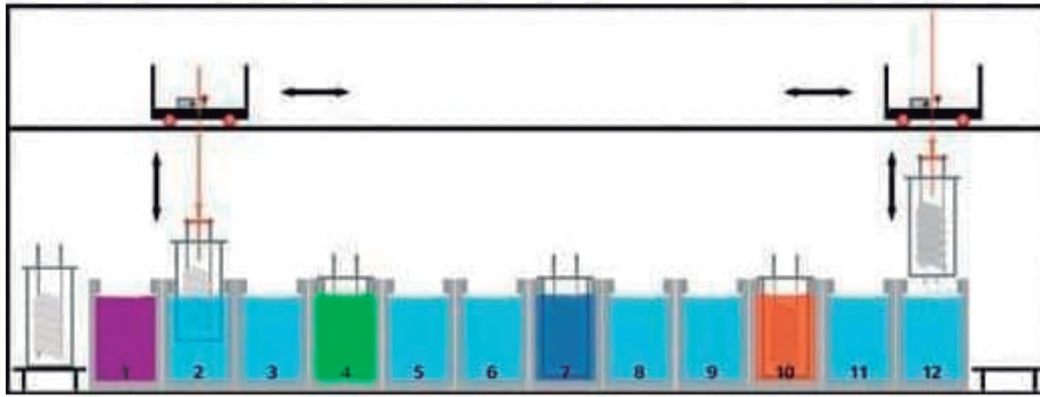


Figura 5.42: conjunto de baños para el proceso de zincado.
 [https://ferrosplanes.com/proceso-de-zincado-que-es-y-que-ventajas-tiene/]

Se pueden utilizar diferentes métodos de recubrimiento en función del tamaño de las partes metálicas a recubrir. Se requiere un buen flujo de corriente durante el proceso de zincado, por lo que las piezas más pequeñas se galvanizan en un barril, mientras que las piezas más grandes pueden desplazarse de baño a baño de forma automatizada en raíles.

5.5.4.- Caucho natural

El caucho natural es usado en la mayor parte de los asientos del equipo, el restante es de una estructura interior de aluminio con el fin de reforzar los mencionados asientos.

Entre las principales características del caucho destacan:

- Muy buenas propiedades para soportar cargas y tensiones mecánicas elevadas.
- Gran elasticidad que posibilita deformaciones importantes del material.
- Resistente al desgaste por proyección de partículas de granulometría fina (arena, granalla).
- Buenas propiedades eléctricas por su condición de aislante frente a estas.
- Buena resistencia a ácidos, bases y sales.
- Buena relación calidad/precio.

Desde el punto de vista de las propiedades mecánicas del material, destacan las siguientes:

- Densidad: 1 g/cm³
- Temperatura de trabajo: -40 / 80 °C
- Dureza: 43 Shore A, mediante el ensayo ASTM D2240
- Tensión de rotura: ≥ 20 MPa, mediante el método de ensayo ISO 37
- Elongación a la rotura: ≥ 650%, mediante el método de ensayo ISO 37
- Resistencia al desgarro: ≥ 30 N/mm, mediante el método de ensayo ISO 34-1

- Resistencia a la abrasión (5N): $\leq 80 \text{ mm}^2$, mediante el método de ensayo ISO 4649
- Deformación remanente después de 22h a 70°C: $\leq 30\%$, mediante el ensayo ISO 815-1
- Δ Dureza después de 70h a 70°C: ≤ 5 Shore A, mediante el ensayo ASTM D573
- Δ Tensión de rotura después de 70h a 70°C: $\leq -15\%$, mediante el ensayo ASTM D574
- Δ Elongación a la rotura después de 70h a 70°C: $\leq -25\%$, mediante el ensayo ASTM D575

5.5.5.- HDPE

El polietileno de alta densidad es usado en los elementos de forma trapecial laterales con inclinación de 10° sobre los que se atornilla la correspondiente tornillería; tornillos M8x110, arandelas, tuerca y cubre pernos o cubre tuercas.

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. La fórmula del material es $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$.

Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. En el proceso de polimerización, se emplean catalizadores tipo Ziegler-Natta, y el Etileno es polimerizado a bajas presiones,libres.

El polietileno de alta densidad es un polímero que se caracteriza por:

- Excelente resistencia térmica y química.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Es sólido, incoloro, translúcido, casi opaco.
- Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformado empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- Es flexible, aun a bajas temperaturas.
- Es tenaz.
- Es más rígido que el polietileno de baja densidad.
- Presenta facilidad para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- Es muy ligero.
- Su densidad se encuentra en el entorno de $0.940 - 0.970 \text{ g/cm}^3$.
- No es atacado por los ácidos, se considera una resistencia máxima de 60°C de trabajo para los líquidos, pues a mayor temperatura la vida útil se reduce. Otros termoplásticos ofrecen mejor resistencia a mayores temperaturas.
- Es mucho mejor para el reciclaje mecánico y térmico.

Se puede procesar perfectamente por el método de moldeo por inyección. Puede ser atacado por los ácidos, pero es resistente al agua a 100°C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.

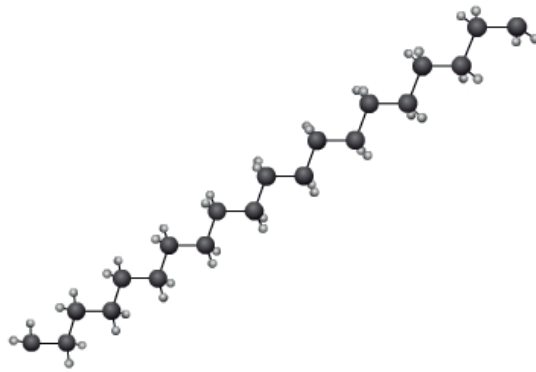


Figura 5.43: Representación cadena del polímero HDPE.
[<http://www.ub.edu/cmmaterials/es/content/polietileno-de-alta-densidad>]

5.6.- Fabricación

En el siguiente apartado se procede a los procesos de obtención de los listones de madera, la viga de acero galvanizado y asientos de caucho.

En cada uno de los apartados en los que se darrollarán los procesos de cada material se procede a su vez al nombramiento y explicación de los tratamientos aplicados en caso de haber sido llevados a cabo.

5.6.1.- Listón de madera y tratamiento

Para la fabricación de los listones se procede a la obtención de troncos de pino flandes mediante la tala; se realiza en la explotación con sierras mecánicas o máquinas cosechadoras que también realizan la poda y descortezado. Una vez derribados los árboles, se cortan sus ramas con sierras mecánicas.

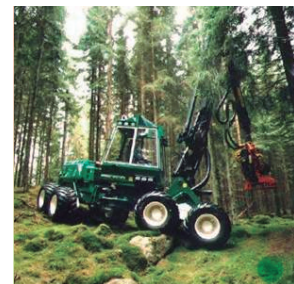


Figura 5.44: Extracción de madera.
[<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=25062>]

Para llevar a cabo el transporte, se construyen deslizadores de gran pendiente que conducen por gravedad los troncos a zonas de fácil acceso. También se utilizan grandes máquinas que elevan los troncos. Estos son transportados por carretera, ferrocarril o por agua a su destino.



Figura 5.45: Traslado de los troncos.
[<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=25062>]

Posteriormente se procede al descortezado. Se puede hacer mediante dos procesos; se les sumerge en un baño durante aproximadamente 20 minutos para así ablandar la corteza y limpiarle de barro e impurezas que puedan contener, lo que facilitará la eliminación de la corteza. El otro proceso consiste en situar los troncos en la cadena de rodillos. Esta operación y las siguientes tienen lugar en la serrería o aserradero.

En caso de haber sido sumergidos los troncos, pasan por la descortizadora. La descortizadora es una máquina que raspa la corteza. Se compone de un rotor que cuenta con 6 cuchillas afiladas, dichas cuchillas en aproximadamente 10 segundos elimina totalmente la corteza del tronco.

Aquí se hace una separación de troncos en dos grandes grupos en función del diámetro.

En el aserradero se lleva de manera exhaustiva un control de las cuchillas de las máquinas aserradoras. Si es preciso se afilan y enderezan. Se comprueba el filo de las mismas y su rectitud mediante un calibre fijo gracias al método “pasa - no pasa”. Mediante un control por láser se reconfigura la disposición de los troncos para así obtener una optimización en el aserrado y obtener la cantidad máxima de listones posibles por unidad. De un tronco medio se obtienen de 7 a 9 listones.



Figura 5.46: Calibración y rectificación por láser del tronco
[<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=25062>]

Los troncos más estrechos pasan a una sierra diferente en la cual se cortan los extremos del tronco y el resto pasa a otra sierra. Las piezas del primer bloque que ya fueron aserradas pasan a una segunda fase denominada reaserrado, donde coinciden con los restos de los troncos del segundo grupo.

Mediante 8 sierras circulares se procede al reaserrado con posibilidad de procesar gran variedad de dimensiones del listón, adaptándose bajo pedido.



Figura 5.47: Proceso de cepillado del listón.

[<https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=25062>]

Ambos grupos de listones siguen en la cadena hacia los cepillos pulidores que depuran cantos y otras impurezas que puedan encontrarse aún en los listones, eliminando así cualquier defecto que puedan afectar a la fuerza o resistencia de la madera.

A continuación, una clasificadora ordena los listones en función de su tamaño. De los contenedores, pasan mediante cintras transportadoras a la máquina apiladora. De ahí irán a un horno donde se secarán hasta obtener un 15% de humedad. Por último se clasifican las piezas y se envían al cliente.

El siguiente paso es la aplicación, una vez listos los listones en cuanto a geometría se refiere, del correspondiente tratamiento para el autoclave clase de riesgo IV siguiendo el proceso vacío-presión-vacío, que garantiza su durabilidad frente a la pudrición en contacto con el suelo y con fuentes de humedad.

El proceso se realiza conforme a lo estipulado en la norma EN/335.2.92. Posteriormente se pinta en lasures. El tratamiento en autoclave, también denominado como tratamiento por impregnación (Vacío-Presión-Vacío) para la conservación de la madera nace como alternativa a otros métodos, que por su menor penetración, han quedado en desuso (acabados superficiales, productos exteriores protectores,...). Con estos tratamientos se consigue que los productos protectores lleguen hasta lo más interior de la madera, lo que supone un resultado final que va a prolongar la vida de esta.

El autoclave es un recipiente metálico hermético capaz de soportar grandes presiones y que permite aplicar tratamientos que mejoran la resistencia de la madera a la putrefacción y acción degradadora de agentes biológicos. El proceso a grandes rasgos consiste en la inyección de sustancias químicas, principalmente sales de cobre, utilizando técnicas de vacío.



Figura 5.48: Recipiente hermético autoclave y madera tratada.
[<https://maderame.com/tratamiento-autoclave/>]

A continuación se detalla el proceso de tratamiento de la madera en autoclave de clase de riesgo IV.

Primero se comienza con el llenado del autoclave de madera cuyo porcentaje de humedad no debe superar el 20%. Una vez lleno, se inicia un proceso de vacío inicial a 0,20 bares para extraer todo el aire de las células de la madera. Mantener entre 30-40 minutos la madera.

Con el vacío intacto, se procede al llenado del autoclave con el producto fungicida.

Posteriormente aumentar la presión hasta 9-12 bares manteniendo la presión durante durante 60 minutos, de forma que todo el porcentaje de albura de la madera queda saturada de producto.

Terminado el proceso de presión se procede a vaciar el autoclave de producto para aplicar una segunda fase de vacío a una presión de 0,30 bares , que retira el exceso de producto devolviéndolo al depósito principal. Mantener durante 10-20 minutos.

Finalmente, al entrar en contacto con la atmósfera, se produce una reacción de baja presión que acelera la fijación del producto y comienza el secado del mismo.



Figura 5.49: Proceso de tratamiento en autoclave.
[<http://maimsl.com/tratamiento-vacio-presion-en-autoclave/>]

En cuanto al secado y la fijación, la madera tratada estará protegida de la lluvia y agua de condensación durante las primeras 24 horas. El proceso de fijación tiene una duración variable entre 5-10 días, dependiendo de las condiciones ambientales (humedad, temperatura), tipo de madera, dimensiones de la pieza, etc.

Tras el secado y fijación, y cuando el contenido en humedad de la madera es inferior al 25 %, se puede pintar con pinturas, lacas, ó lasures para madera.

Para la aplicación de los lasures es recomendable el uso de una brocha plana de cerda acrílica, suave y que no pierda pelo.

En cuanto al mantenimiento y durabilidad del lasur, para un mismo producto dependerá de tres factores claves: aplicación, entorno y naturaleza de la madera. Un lasur puede resistir entre uno y tres años dependiendo de estos factores expuestos. Para el uso del columpio se estima una duración de 2 años.

Un lasur es un recubrimiento de acción impregnante que deja un acabado “a poro abierto” y que no crea capa de modo que permite a la madera respirar para regular la humedad y facilitar su salida. Al ser la madera un material poroso tiene la capacidad de absorción del lasur que penetra y protege la madera en profundidad. La flexibilidad de sus resinas permite adaptarse a las variaciones dimensionales de la madera.

La calidad del acabado es totalmente natural, respeta la apariencia, quedando un acabado muy estético al respetar las vetas de la madera.

El lasur se aplica directamente sobre la madera siempre que este limpia, seca, en ausencia de polvo y grasas. Si se hace una labor de mantenimiento y el tratamiento anterior es lasur solo será necesario un cepillado si fuera pintura o barniz hará falta un decapado y lijado.

Para el mantenimiento del lasur es posible el uso de una hidrolimpiadora, la cual puede complementar el lijado (eliminando el polvo y dejando la madera limpia) o reemplazar el lijado según la presión del agua. En caso de utilizarla, deje secar la superficie entre 6 y 24 horas (dependiendo de la humedad del ambiente y aplique posteriormente el proceso seleccionado.

El mantenimiento de la madera es una ventaja que ofrece como material ya que permite renovarse con ese mantenimiento, otros materiales, una vez se deterioran, hay que sustituirlos por completo.

Por último, se procede a los taladros correspondientes para la colocación de la tornillería y elementos normalizados sobre los listones.

5.6.2.- Viga de acero

Consiste en una barra horizontal en tubo redondo de acero, con imprimación por inmersión, aplicando 3 capas de pintura sintética o poliuretano.

Para el proceso de obtención del tubo del larguero de acero primero se debe anotar que las fajas de acero están hechas para atravesar diversos controles de calidad y son cortadas por los bordes, en el caso del larguero con una inclinación de 10 grados orientados hacia el eje de simetría vertical del larguero.

Luego, son introducidas a la laminadora de tubos por los fabricantes de tuberías de acero. Las fajas pasan a través del número de laminadoras según el tamaño requerido. En la laminadora de tubos, la faja es convertida, gradualmente, en forma tubular. Después, se usa la máquina ajustada de soldadura para soldar los bordes cortados de la faja usando el proceso de soldadura WIG. Los residuos y el cordón de soldadura interno son removidos instantáneamente por la máquina oportuna. De esta forma se forman los tubos y tuberías laminados.

Las tuberías de acero laminadas que se fabrican son cortadas en las medidas requeridas, dependiendo de la demanda industrial que se tenga. Estos tubos y tuberías luego son sujetos a la limpieza a fin de remover la suciedad. Además, se brinda un tratamiento térmico a los hornos de laminación de solera. El horno se ajusta a los registros y controles de temperatura. Luego del proceso de tratamiento térmico, los tubos y tuberías de acero inoxidable son enderezados y sujetos al decapado para remover escalas de la superficie.

Finalmente se usa una máquina computarizada de marcado de tinta para realizar el marcado en los tubos o tuberías acabados. Estos son marcados con el grado de material, tamaño, el número término y el sello de la inspección realizada por una tercera parte antes de pasar a mano de los exportadores de tuberías de acero.

El galvanizado es un proceso de aplicación de un recubrimiento de zinc para la protección del acero y evitar la oxidación. El método más común es el galvanizado por inmersión en caliente, en el que los elementos de acero se sumergen en un baño de zinc fundido. El acero recién galvanizado es brillante y reluciente, y es zinc puro en la superficie.

El acero galvanizado presenta problemas de adhesión y debe estar limpio, seco y libre de cualquier contaminación, incluyendo sales de zinc y cualquier solución de cromato antes de pintar. Esto se puede lograr mediante el uso de un lavado con detergente biodegradable o con un desengrasante y acondicionador de metales; que a su vez también debe eliminarse con agua fresca y limpia antes de aplicar cualquier recubrimiento de barrera.

Una vez limpio se ha de imprimir con una imprimación específica para el galvanizado antes de proceder a pintarlo como se desee. Incluso más en casos que haya alta humedad en el ambiente.

La adhesión de pintura sobre acero galvanizado es mejor cuando los elementos de acero han estado expuestos a las condiciones climáticas durante al menos un período de un año, debido a que los productos de corrosión de zinc forman una capa protectora muy densa, insoluble, que acepta una capa de pintura con facilidad, pero si se ha de pintar, la imprimación mayoritariamente es recomendada.

En el caso de acero galvanizado ya está imprimado pero que haya parte de la imprimación despegada o desprendida debe ser cepillada a fondo con un cepillo de púas metálicas y eliminada antes de proceder a reparar con la imprimación. Una vez imprimado el acero galvanizado, puede aplicarse directamente la pintura requerida de acabado.

Para el larguero se procede a la aplicación de 3 capas de pintura sintética o poliuretano.

Una vez realizada ya anteriormente toda la limpieza de la grasa, imperfecciones y sumergido en la imprimación, con su respectiva espera para su adecuación al material, la aplicación de las capas de pintura puede hacerse perfectamente siempre y cuando se compruebe que no hay impurezas, ni se observen motivos por los que se debiera realizar un depurado mediante decapación o similares.

Para la aplicación de estos productos se recomienda la utilización de brochas o rodillos de calidad y que no desprendan cerdas de los mismos. Una vez aplicada cada capa se debe esperar a que la pintura seque y sea adherida en su totalidad a la capa de imprimación o capa de pintura según corresponda.

5.6.3.- Asiento de caucho

Para la fabricación del asiento de caucho con el refuerzo interior de aluminio se procede mediante el proceso de moldeo por inyección con inserciones, estando ya perfectamente situada la estructura interior de aluminio.

El caucho natural suele vulcanizarse, proceso por el cual se calienta y se le añade azufre o selenio, con lo que se logra el enlazamiento de las cadenas de elastómeros, para mejorar su resistencia a las variaciones de temperatura y elasticidad.

En el moldeo por inyección con inserción la materia prima es colocada en un husillo que lo arrastra a un depósito calefactado y posteriormente dentro del molde cerrado, con una temperatura inferior a la de la materia prima inyectada, se produce una transferencia del material a elevada presión mediante máquinas especiales. Después de unos segundos o minutos se retira la pieza terminada. La presión de la inyección es alta y se mantiene hasta la completa solidificación del material. El moldeo por inyección es un proceso rápido, muy apto para producir gran cantidad de productos idénticos.

El método de adición del caucho dependerá de las propiedades físicas del mismo, el tipo de molde y el resultado formal final que se desee. El molde empleado es

Entre las propiedades físicas principales que deben tenerse en cuenta del caucho para el proceso son la densidad, resistencia, elasticidad, dureza y conductividad. De propiedades tecnológicas; colabilidad, maquinabilidad y la aptitud de colado.

Son factores determinantes la temperatura, presión y velocidad de flujo del material, especialmente en piezas plásticas, donde pequeñas variaciones de temperatura o presión, pueden producir defectos.

El aire que se encuentra dentro del molde debe de ser expulsado, como en cualquier proceso de fundición el aire que pueda quedarse dentro del molde provocara defectos en la piezas.

Mediante este procedimiento las piezas obtenidas no tienen una densidad uniforme, por el proceso de enfriamiento las capas superficiales tendrán una densidad mayor que en la parte central de la pieza.

Se pueden producir ciertos defectos de porosidades o huecos interiores que serán mayores cuanto mayor sea la sección de la pieza. Estas porosidades pueden se debidas a:

- Desigual enfriamiento
- Existencias de impurezas en el material o en el molde
- Gas contenido en el metal

Permite un alto grado de automatización, tanto de la inyección del material como de la extracción de la pieza del molde. Mínima intervención de los operarios, consiguiendo reducción de tiempos.

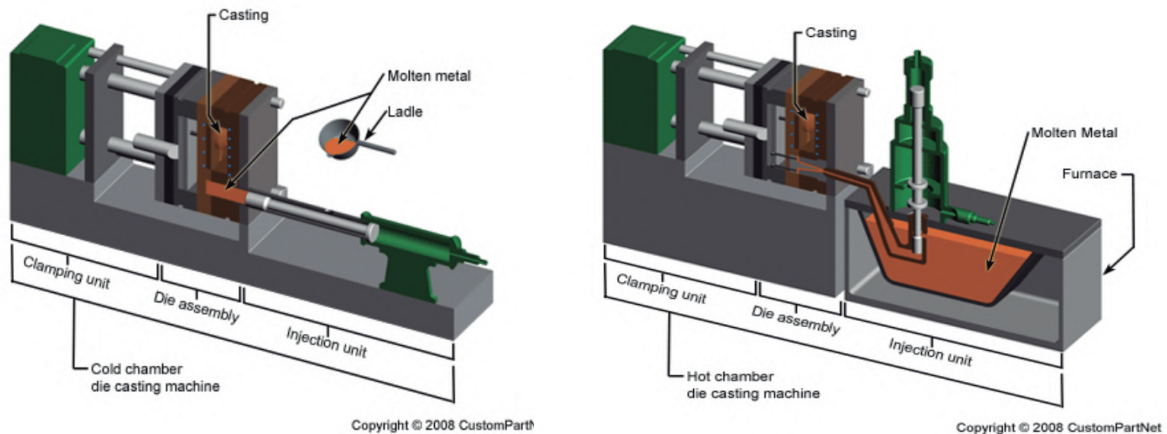


Figura 5.50: Proceso de moldeo por inyección.
CustomPartNet.

Entre las principales características particulares del proceso destacan; la elevada capacidad de fabricación en tolerancias dimensionales reducidas, altas prestaciones de acabado. No requiere de mecanizados u operaciones de acabado convencional. Tiempo de fabricación de pieza unitaria reducido; al tratarse de materiales plásticos, economía del material, rentabilidad orientada a la fabricación de grandes series. El principal inconveniente es el coste de los moldes y matrices.

Al poderse realizar insertos de otros materiales, se debe aprovechar esta característica del proceso ya que es muy usual en piezas de plástico.

Generalmente a los materiales plásticos se les incluye algún tipo de aditivo; tales como, estabilizadores, filtros UV, plastificantes, lubricantes, colorante o cargas de refuerzo (como fibras de vidrio).

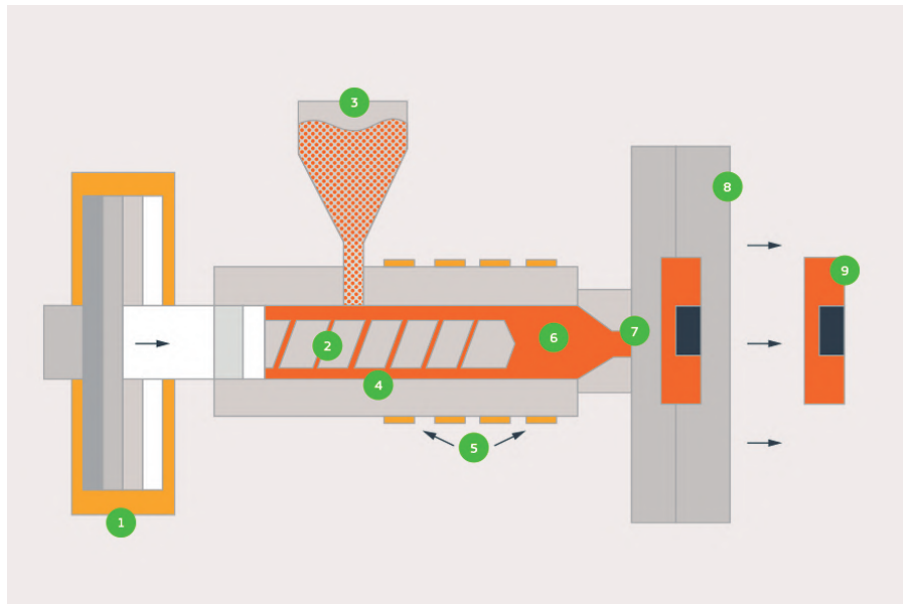


Figura 5.51: Proceso de moldeo por inyección.

[<https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>]

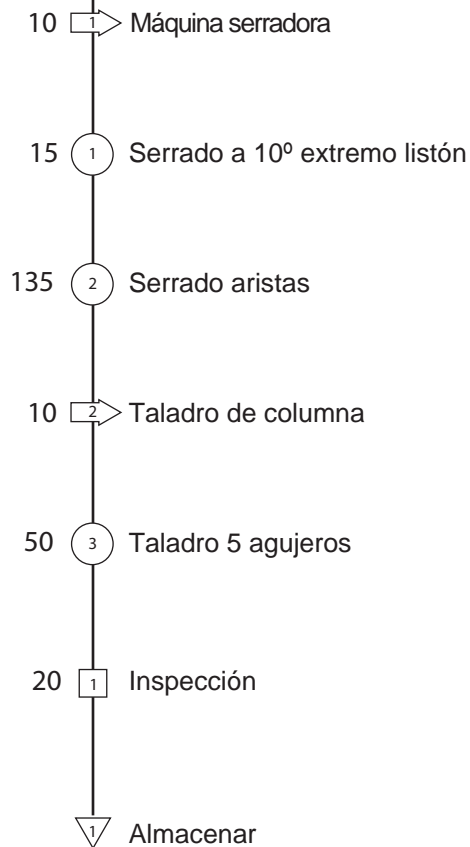
Todo el proceso de fabricación que se lleva a cabo de la mano del fabricante ha sido recogido en los diagramas analíticos de fabricación que a continuación se presentan.

El diagrama analítico aborda un proceso de modo más detallado que el diagrama sinóptico, ya que en él se encuentran incluidas e ilustradas las cinco actividades fundamentales. Es por ello que se toma como una segunda etapa, en donde se introducen los detalles relativos al almacenamiento, la manipulación y el movimiento de los materiales entre las operaciones inherentes a la fabricación.

Expone la circulación o sucesión de los hechos en un proceso, debido a que representa gráficamente el orden en que suceden las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos durante un proceso o un procedimiento, e incluye información adicional, tal como el tiempo necesario.

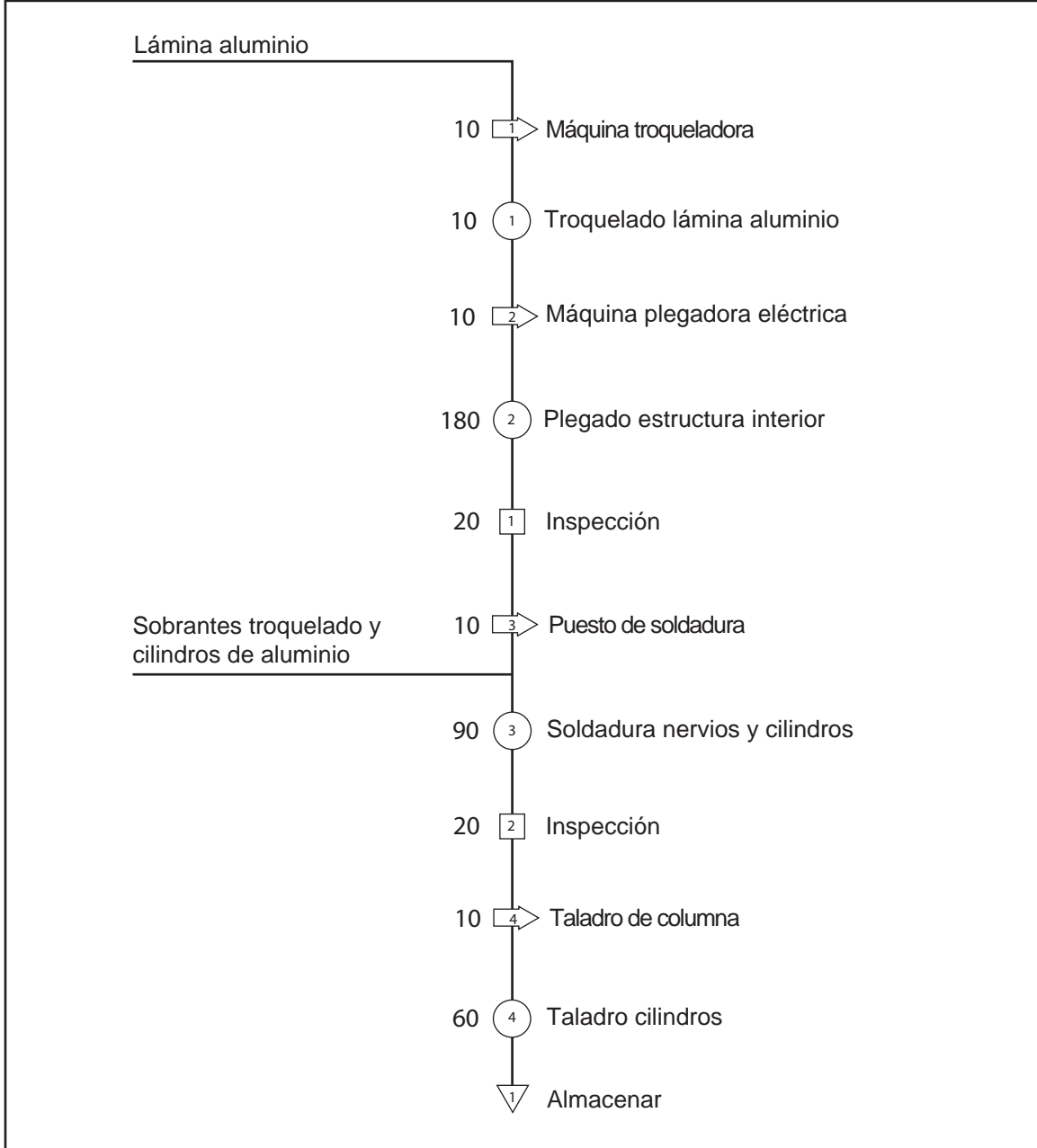
Pieza: Listón de madera con tratamiento autoclave	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1

Listón de madera con tratamiento autoclave



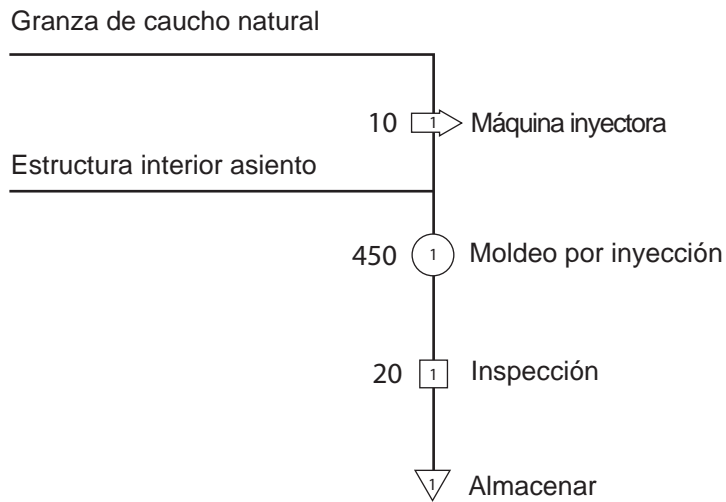
Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	3	200
	Inspección □	1	20
	Transporte ⇨	2	20
	Almacenamiento ▽	1	
	Espera □	0	
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	240	

Pieza: Estructura interior asiento	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1



Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	4	340
	Inspección □	2	40
	Transporte □→	4	40
	Almacenamiento ▽	1	
	Espera □○	0	
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	420	

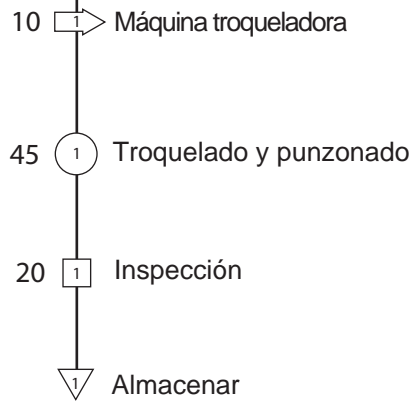
Pieza: Recubrimiento asiento	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1



Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	3	450
	Inspección □	1	20
	Transporte □→	2	20
	Almacenamiento ▽	1	
	Espera □○	0	
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	490	

Pieza: Estructura lateral trapezoidal interior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1

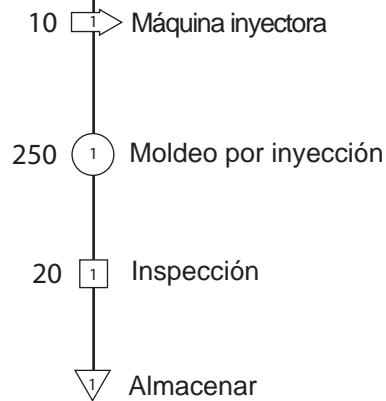
Lámina S235 galvanizado



Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	1	45
	Inspección □	1	20
	Transporte □ →	1	10
	Almacenamiento ▽	1	
Espera □ D	0		
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	75	

Pieza: Estructura lateral trapezoidal exterior	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1

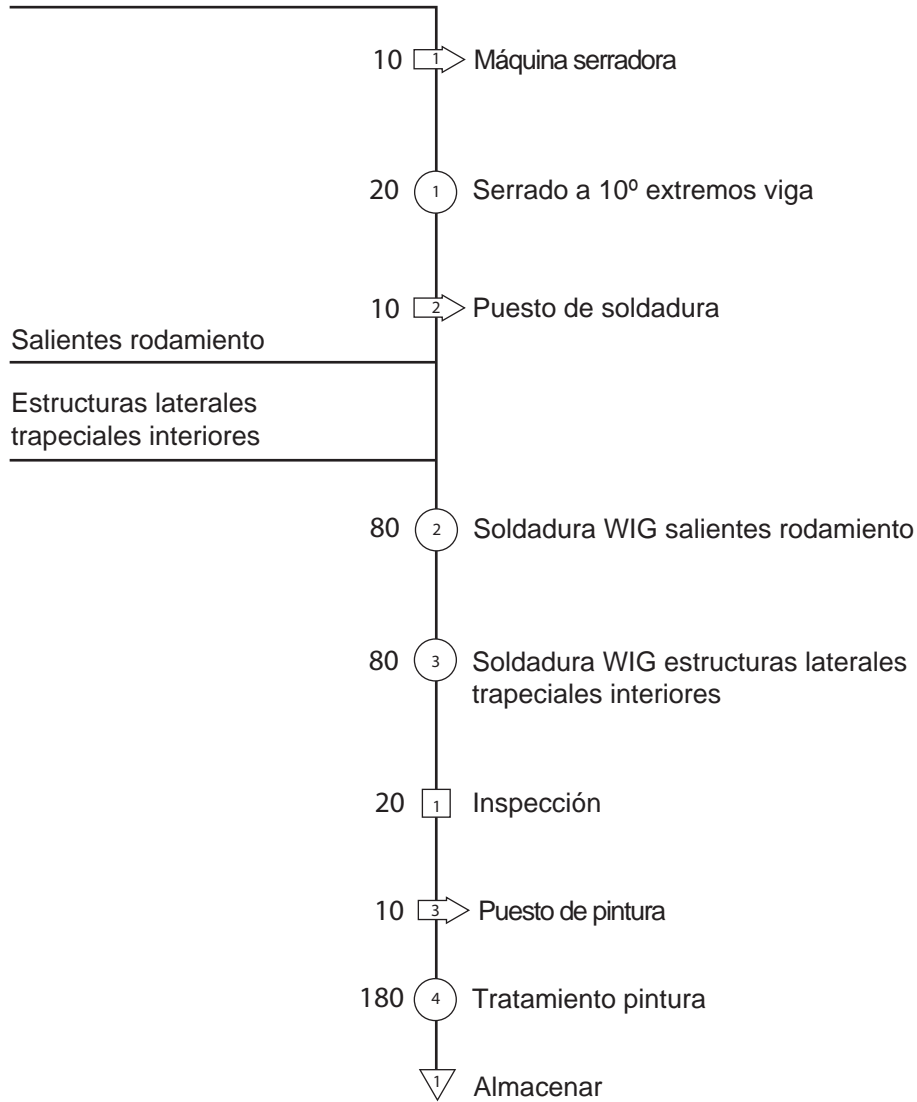
Granza de HDPE



Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	1	250
	Inspección □	1	20
	Transporte ⇨	1	10
	Almacenamiento ▽	1	
Espera □	0		
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	280	

Pieza: Viga - larguero	Comienza en: Planta de producción	DIAGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO	
		MÉTODOS Y TIEMPOS	
Proceso: Fabricación	Termina en: Planta de producción	Realizado por: Miguel Villagrà García	Hoja: 1/1

Viga - larguero S235 galvanizado



Croquis:	Resumen por unidad de costo		
	ACTIVIDAD	Nº	Segundos
	Operación ○	4	360
	Inspección □	1	20
	Transporte □→	2	30
	Almacenamiento ▽	1	
Espera □D	0		
Observaciones:	TIEMPO TOTAL	410	

En los diagramas anteriormente mostrados se realiza el análisis de cada elemento por unidad; es decir, se debe tener en cuenta que el tiempo total de fabricación de cada elemento será en función del número de elementos a fabricar del mismo tipo.

Por lo tanto, realizando el cálculo de todas las piezas en fabricación se obtiene un tiempo de 1,083 horas. A mayores se ha añadido un 20% del tiempo atribuyéndose a la colocación de piezas, posibles fallas en procedimientos o elongaciones de las operaciones por motivos diversos obteniendo un total de 1,3 horas por columpio.

Se entiende una jornada laboral de 8 horas diarias. El tiempo de fabricación de 100 columpios realizando los montajes pertinentes (los cuales son especificados en la guía de montaje) se estima un tiempo de 130 horas; es decir 16,25 jornadas laborales quedando finalmente en 16 días y media jornada.

Estos tiempos son tenidos en cuenta a la hora de la realización del presupuesto así como el tipo de operario encargado para cada operación y su correspondiente coste/hora.

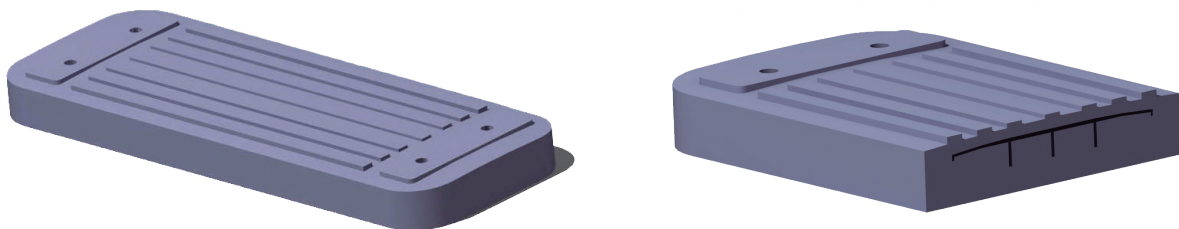
5.7.- CAD

El modelo CAD del producto ha sido realizado en el programa CATIA V5.

Todos y cada uno de los componentes han sido realizados conforme a la consulta realizada al fabricante del objeto en estudio; Agasa S.L y la información proporcionada en su página web.

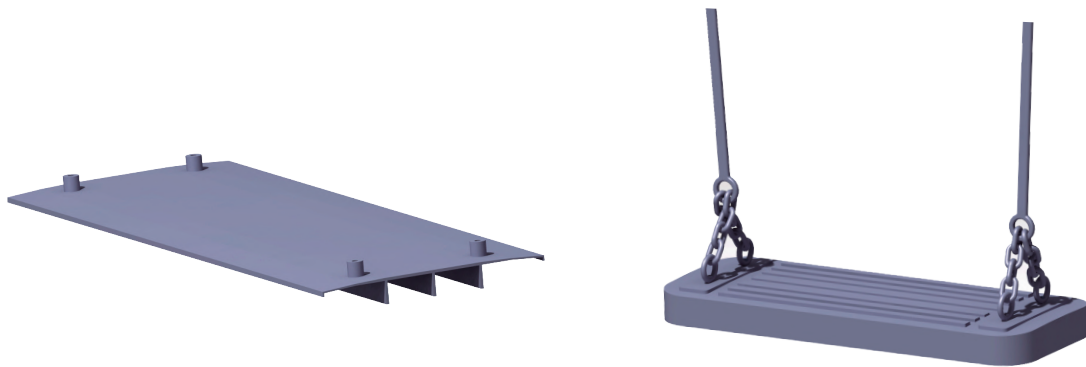
Los elementos normalizados usados en la tornillería han sido calculados mediante las correspondientes normas UNE en vigor. Las condiciones de contorno entre elementos han sido establecidas tal y como se realizan en el producto real aportando la mayor funcionalidad y fidelidad al modelo respecto al producto.

- Recubrimiento del asiento en vista de perspectiva y en corte



Figuras 5.52 y 5.53: Vistas del recubrimiento del asiento en perspectiva y en corte

- Estructura interior de aluminio y conjunto del asiento con argollas, eslabones y cadenas

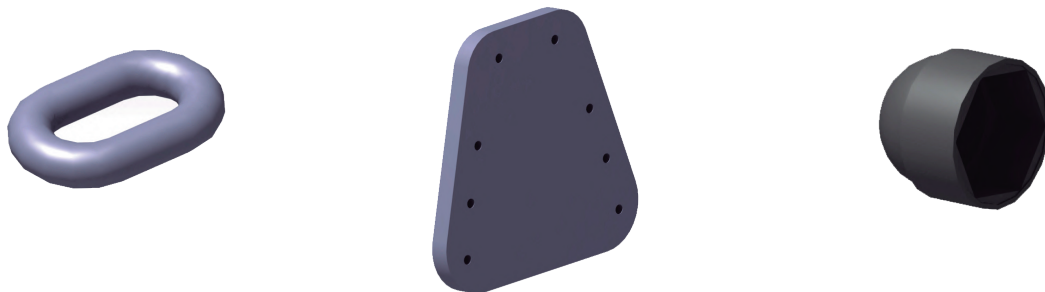


Figuras 5.54 y 5.55: Vistas de la estructura interior del asiento y del asiento en conjunto



Figura 5.56: Vistas de detalle de la unión del asiento y la cadena

- Eslabón, placa lateral y capuchones para los elementos normalizados



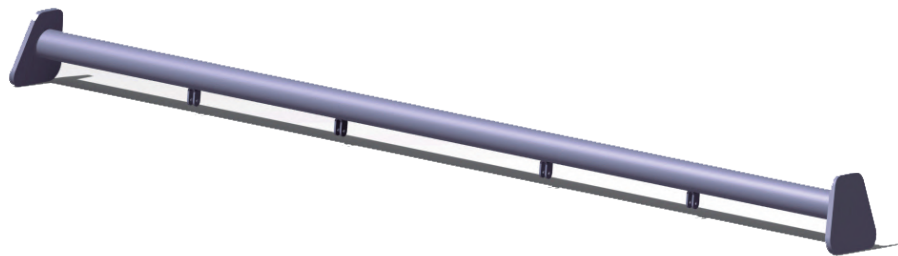
Figuras 5.57, 5.58 y 5.59: Vistas de eslabón, estructura lateral trapecial y cubre pernos en perspectiva

- Rodamiento con brida, tuerca y listón.

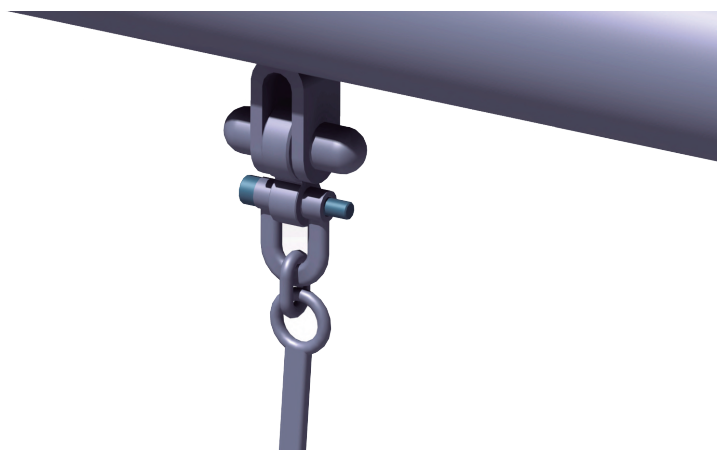


Figuras 5.60, 5.61 y 5.62: Vistas del rodamiento con brida, tuerca y listón de madera en perspectiva

- Viga con estructuras trapeziales laterales soldadas y salientes para ensamblado de rodamientos

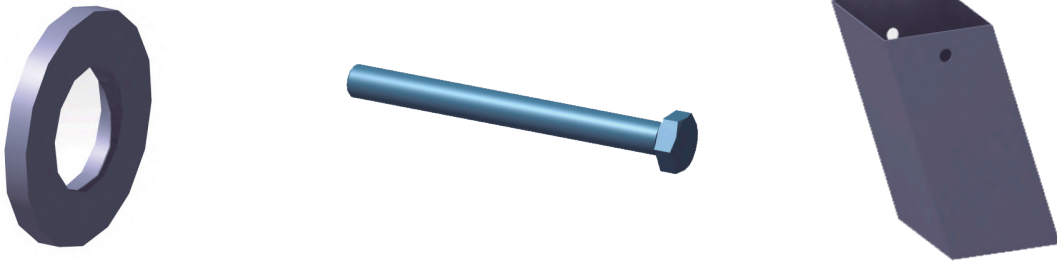


Figuras 5.63: Vista de la viga-larguero en perspectiva



Figuras 5.64: Vista de la unión entre el rodamiento y la cadena

- Arandela, tornillo y calza para listón



Figuras 5.65, 5.66 y 5.67: Vistas de arandela, tornillo y calza en perspectiva

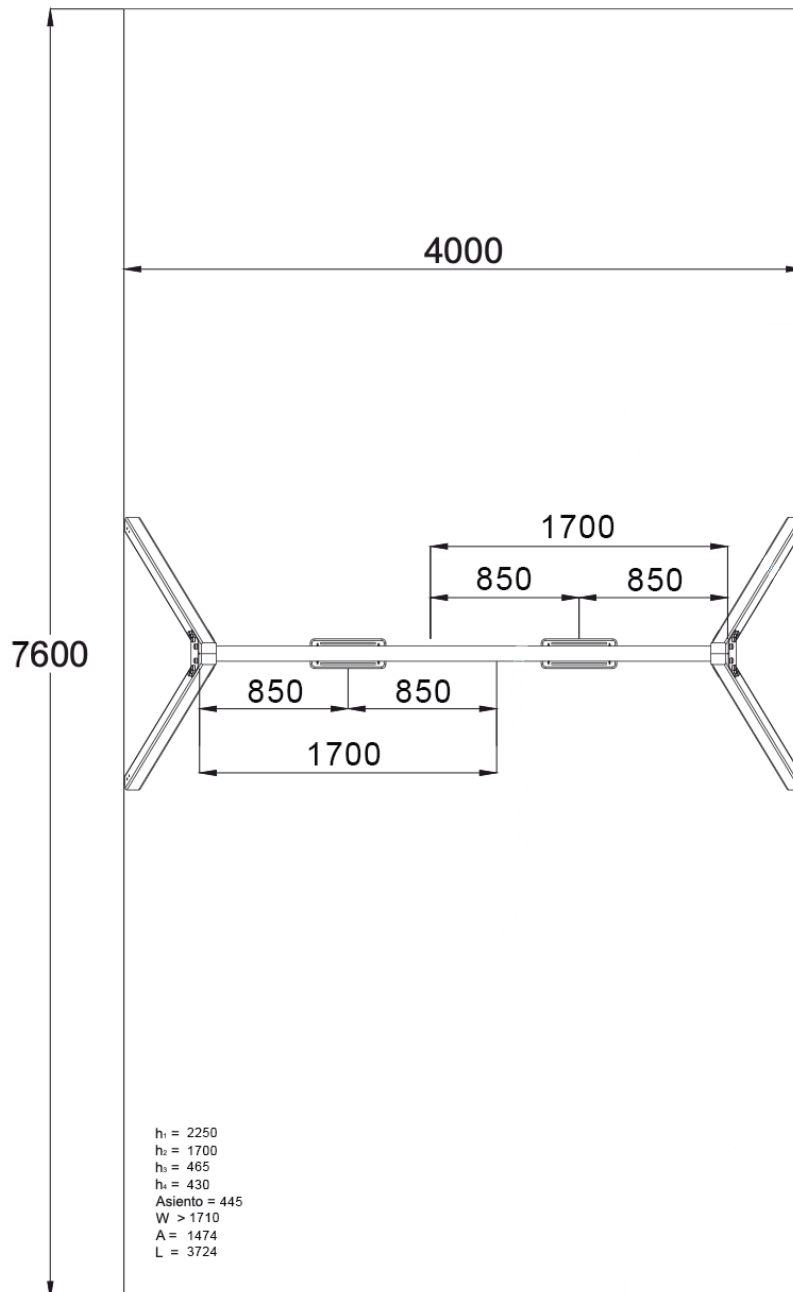
- Producto con todos los elementos ensamblados



Figuras 5.68: Vista del conjunto en perspectiva

5.8.- Dimensiones

Teniendo como base lo expuesto en los apartados 4.2.2 y 4.2.3 en los cuales se explica los distintos parámetros a tener en cuenta a la hora de la acotación del columpio y el establecimiento de sus dimensiones, se ha llegado a la solución mostrada a continuación.



Figuras 5.69: Representación en planta de las dimensiones del columpio

Para la realización del cálculo del área de seguridad se han tomado los datos del modelo CAD realizado en Catia V5; así como, la distancia del eje de giro al suelo (h₁), longitud del elemento de suspensión (h₂), altura del asiento (h₃) y espacio libre al asiento (h₄).

Cabe mencionar que el espacio libre mínimo al suelo para los columpios individuales en la posición de reposo es correcta pues, como dice la normativa, debe ser superior a 350 mm.

En cuanto al espacio mínimo lateral entre los asientos, la dimensión horizontal mínima, C, entre el lateral del asiento de un columpio y la estructura contigua en la posición de reposo es correcta (850mm) pues debe ser:

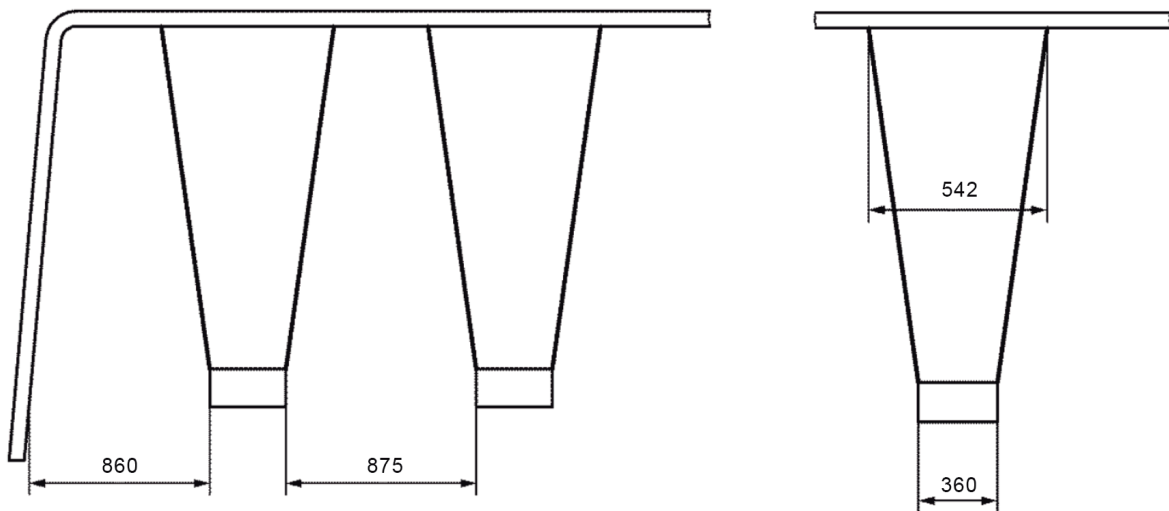
$$\geq 20\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión (+200 mm) = 340mm}$$

La dimensión horizontal mínima, S, entre asientos de columpios contiguos en la posición de reposo es correcta (875mm) pues debe ser:

$$\geq 20\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión (+300 mm) = 340mm}$$

La distancia entre los elementos de suspensión, F, también se cumple (542mm) pues debe ser:

$$\geq G + 5\% \text{ de la longitud del elemento de suspensión = 445mm}$$



Figuras 5.70 y 5.71: Vistas en alzado de la distancia del elemento a la estructura, distancia entre los elementos de suspensión, espacio mínimo lateral entre asientos.

La altura libre de caída D de un columpio se debe determinar desde el centro de la superficie del asiento verticalmente hasta el suelo, cuando el asiento del columpio se eleve a 60°. Como alternativa, la altura libre de caída se puede determinar mediante la fórmula:

$$D = h2/2 + h3 = 1700/2 + 465 = 1315mm$$

Finalmente, el espacio de caída se debe corresponder con el área de impacto extendida en una distancia equivalente a la altura libre de caída D.

Para todos los columpios, las dimensiones del área de impacto se deben calcular tomando el punto A alcanzado horizontalmente por el centro del asiento del columpio cuando éste se encuentra formando un arco de 60° (que se puede calcular como 0,867 x la longitud del elemento de suspensión (h2) y añadiendo una distancia fija B o C (en función del tipo de superficie), en este caso se escogerá C por tratarse de superficies de amortiguación de impacto de relleno (normalmente de material no compacto)).

En el caso de un área de impacto que esté nivelada con la superficie circundante (normalmente sintética) la longitud fija adicional B debe ser 1,75 m, y en el caso de una superficie de relleno (normalmente de material sin cohesión) la longitud fija adicional C debe ser 2,25 m.

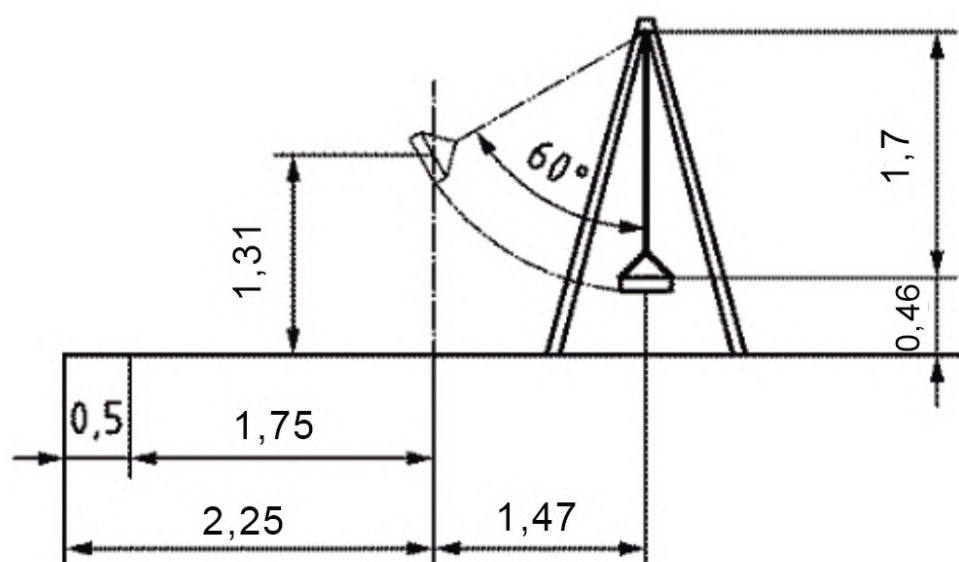


Figura 5.72: Vista en perfil de la altura libre de caída, longitud del elemento de suspensión, distancia del asiento al suelo, distancia horizontal de la caída libre y distancias de B y C.

Para el cálculo de A se realiza mediante la multiplicación del seno de 60° por la altura del elemento en suspensión (h2):

$$A = 0,867 \times 1700 = 1473,9\text{mm}$$

Para el cálculo de L se realiza mediante la suma de A y C, para este caso:

$$L > A + C = 1473,9 + 2250 = 3723,9\text{mm}$$

Para el cálculo de la anchura W se realiza mediante la suma de las distancias laterales de los asientos:

$$W > 855 + 855 = 1710\text{mm}$$

5.9.- Estudio y análisis por MEF del producto

5.9.1.- Objetivo del estudio

La finalidad del análisis que aquí se va a describir es conocer la resistencia, tanto del asiento como de la viga-larguero, y si cumplen con las especificaciones requeridas según la normativa.

Como base se va a utilizar el criterio de Von Mises, es decir, que la mayor tensión de este tipo que aparezca en el producto debe ser menor que el límite elástico para comprobar que el elemento de estudio no sufriría ninguna deformación plástica irreversible.

En cambio si la tensión supera a dicho límite significa que el cuerpo plastifica. Esta afirmación se puede expresar de la siguiente manera:

$$\sigma_{vm} \text{ (Tensión de Von Mises)} > \sigma \text{ (límite elástico del material a estudiar)}$$

Además de verificar las tensiones que se presentan se van a analizar los desplazamientos para comprobar si son admisibles o no.

En todo análisis será comprobado el orden de convergencia de los elementos, teniendo claro que un menor porcentaje de la tasa de convergencia corresponde a datos más fiables y estables. Este concepto es, desde el punto de vista práctico, muy importante si necesitamos trabajar con secuencias de sucesivas aproximaciones de un método iterativo.

Para estos casos prácticos se estima una buena aproximación siempre que la tasa de convergencia sea inferior al 10%, siendo su fidelidad creciente hasta alcanzar 0%.

Como se recoge en el manual de Diseño Mecánico por Jesús Magdaleno, el Método por Elementos Finitos tiene como base la simulación numérica la cual intenta reproducir la realidad a partir de la resolución numérica, mediante ordenador, de las ecuaciones matemáticas que modelan dicha realidad. Por lo tanto, la simulación tenderá a ser tan exacta como lo sean las ecuaciones de partida, el método matemático que las procesa y la capacidad del ordenador para procesarlas.

La simulación numérica hace posible un conocimiento más profundo del producto antes de que exista físicamente, siendo posible detectar a priori muchos de los problemas que, de otro modo, se hubieran detectado en el servicio real, con las dificultades y costes que esto ocasiona.

Es importante recalcar que existen diferencias entre los resultados obtenidos y la realidad, que suele ser mucho más compleja. Siempre es recomendada alguna verificación experimental para validar los resultados de la simulación.

En aplicaciones prácticas de la mecánica del sólido deformable pueden agruparse en dos grandes familias: la de los problemas asociados a sistemas discretos y la de los problemas asociados a problemas continuos; en este caso, se opta por la primera debido a que el sistema a analizar está dividido, de forma natural, en elementos claramente diferenciados. Dichos elementos están unidos entre sí por nodos.

En el MEF se supone que el comportamiento mecánico de cada parte o elemento en que se subdivide la estructura queda definido por un número finito de parámetros (o grados de libertad) asociados a los puntos en que dicho elemento se une al resto de elementos de su entorno (nodos). Para definir el comportamiento en el interior de cada elemento se supone que, dentro de mismo, todo queda perfectamente definido a partir de lo que sucede en los nodos y una adecuada función de interpolación (o función de forma), resultando fundamentales los conceptos de discretización e interpolación.

Los diversos coeficientes del modelo son calculados automáticamente por el ordenador a partir de la geometría y propiedades físicas de cada elemento. Sin embargo, queda en manos del autor del trabajo decidir hasta qué punto la discretización utilizada en el modelo representa adecuadamente el comportamiento de la estructura, quedando la discretización correcta dependiente de diversos factores; tales como, el tipo de información que se desea extraer del modelo o el tipo de sollicitación aplicada.

A modo de resumen, se tiene que como objetivo del estudio se consigue; entender mejor el comportamiento estructural, tener una primera información sobre la integridad estructural y de los componentes, evaluar los cambios de comportamiento estructural introducidos por cambios en el diseño, simular o ayudar a interpretar los resultados de ensayos estructurales, entender y evaluar las posibles causas de una rotura en servicio (en caso de que se produzca) y simular el conformado de metales por deformación plástica.

5.9.2.- Software utilizado

Para realizar el estudio se ha elaborado el modelo 3D del producto.

Este modelo se ha realizado utilizando el software Catia V5 e importando el archivo CAD a Autodesk Inventor 2019, programa utilizado para realizar análisis y simulaciones informáticas basadas en el método de elementos finitos. Dicho programa permite introducir las propiedades mecánicas del material concreto que se va a estudiar y de esta forma calcula el comportamiento que mostraría cuando se encuentra sometido a ciertas fuerzas y restricciones.

Aunque el programa ofrezca unos resultados, es deber del usuario verificar que los mismos son válidos y coherentes, o por el contrario hay que desecharlos.

5.9.3.- Cálculo de las cargas y fuerzas del columpio

Para realizar el cálculo de las cargas y fuerzas del columpio se ha seguido lo estipulado en la norma UNE 1176-1 expuesta en el punto 4.

5.9.3.1.- Cargas

- Cargas permanentes

Para el análisis estático (cálculo de tensión) de las partes de soporte de carga del equipo, se deben utilizar los coeficientes de seguridad para las cargas indicadas en el capítulo 4.3.3.2.

Las cargas permanentes (Q_p) se componen de:

las cargas producidas por la masa del peso propio de la estructura y del ensamblaje (Q_p) y;
las cargas de pretensado, en este caso, de las cadenas (Q_t).

- a) cargas producidas por el peso propio: se deben evaluar las cargas producidas por la masa del peso propio de la estructura y del ensamblaje
- b) cargas de pretensado: las cargas de pretensado se consideran como cargas permanentes. Se deben tener en cuenta las cargas máximas y mínimas de pretensado.

Debido al deslizamiento o a la relajación, el pretensado depende del tiempo. Podría ser necesario verificar dos situaciones; el pretensado inicial, y el pretensado final.

- Cargas variables: las cargas variables (Q_i) se componen de:

- a) las cargas de los usuarios;
- b) las cargas de la nieve;
- c) las cargas del viento;
- d) las cargas de la temperatura; y
- e) las cargas específicas.

a) Las cargas de los usuarios (G_n): las cargas causadas por los usuarios del equipamiento de las áreas de juego se deben basar en el siguiente sistema de cargas. Teniendo como referencia lo formulado en el apartado 4.3.2.2. se emplea una "n" con valor 2, y por tratarse de parque abierto público se elige un valor de "m" de 53,8 kg y un valor de "σ" de 9,6 kg.

$$G_n = n \times m + 1,64 \times \sigma \sqrt{n}$$
$$G_n = 2 \times 53,8 + 1,64 \times 9,6 \sqrt{2} = 107,6 + 22,27 = 129,87 \text{ kg}$$

Coeficiente dinámico:

$$C_{\text{dyn}} = 1 + 1/n$$
$$C_{\text{dyn}} = 1 + 1/2 = 3/2 = 1,5$$

No es necesario considerar las cargas del usuario conforme a los puntos c) y d) del apartado 4.3.2.2; es decir, la carga vertical total de los usuarios y la carga horizontal total de los usuarios, pero sí se deben tener en cuenta el resto de valores determinados en la imagen referencia.

Número de usuarios	Masa de los n usuarios G_n kg	Coefficiente dinámico C_{dyn}	Carga vertical total de los usuarios $F_{tot,v}$ N	Carga vertical por usuario $F_{1,v}$ N
1	69,5	2,00	1391	1391
2	130	1,50	1948	974
3	189	1,33	2516	839
5	304	1,20	3648	730
10	588	1,10	6468	647
15	868	1,07	9259	617
20	1146	1,05	12,033	602
25	1424	1,04	14,810	592
30	1700	1,03	17,567	586
40	2252	1,025	23,083	577
50	2801	1,02	28,570	571
60	3350	1,017	34,058	568
∞		1,00		538

NOTA En el infinito la carga vertical por usuario es igual a la masa media.

Figura 5.73: Carga vertical total de los usuarios para parques previstos para el uso de niños de todas las edades. AENOR.

Distribución de las cargas de los usuarios: las cargas de los usuarios están uniformemente distribuidas sobre los elementos considerados de la siguiente manera:

cargas superficiales

$$p = F_{tot}/A \text{ en newtons por metro cuadrado;}$$

donde A es el área donde se aplica la presión;

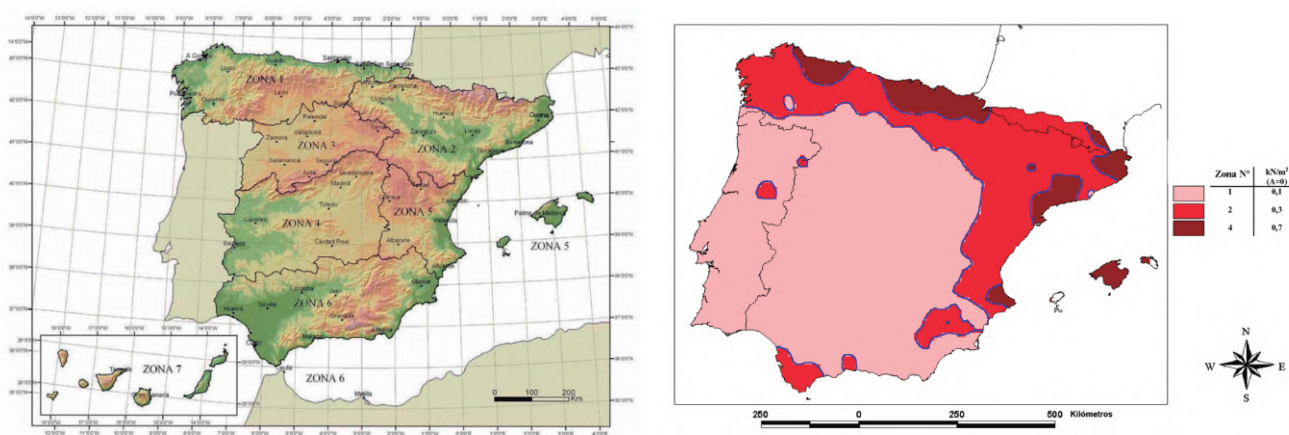
En el caso de los columpios, la masa se puede considerar repartida homogéneamente sobre el equipo entre los puntos de soporte. Por lo tanto, la carga efectuada por el usuario en el asiento se verá distribuida entre los distintos soportes a la estructura del producto; en este caso, 4 soportes.

b) Las cargas de la nieve: para las cargas causadas de forma excepcional por la nieve se calcula gracias a la norma UNE-EN 1991-1-3. La carga excepcional de nieve a nivel de terreno la define como la carga de una capa de nieve a nivel del terreno producida por una nevada que tenga una probabilidad de ocurrencia excepcionalmente infrecuente.

En general, salvo que se especifique para un proyecto concreto, no es necesario tener en cuenta la carga debida a nevadas excepcionales, como lo son en este caso. Pero se ha decidido tener en cuenta la pequeña influencia que pueda ocasionar sobre el producto.

El cálculo de la carga de nieve se ha realizado teniendo en cuenta factores como el peso específico de la nieve en función de la altitud de la zona geográfica donde emplazar el producto (1,5 kN/m³), la sobrecarga de nieve en un terreno horizontal según la figura 5.76 ($\approx 0,4$), el coeficiente de exposición (1,0), el coeficiente térmico (1,0) y el coeficiente de forma de la carga de nieve (0,8). Finalmente se obtiene que la carga de nieve sobre el producto es de 0,212 kN/m² ($2,12 \times 10^{-4}$ MPa).

Además influyen en los cálculos las siguientes características; la forma de la cubierta, sus propiedades térmicas, la rugosidad de la superficie, la cantidad de calor generada bajo la cubierta, la proximidad de edificios cercanos, el terreno circundante, la meteorología local, en particular, el régimen de vientos, las variaciones de temperatura, y la probabilidad de precipitaciones (de lluvia o de nieve).



Figuras 5.74 y 5.75: Zonas climáticas de invierno y carga de nieve a nivel del mar. AENOR.

Altitud [m]	Zona climática de invierno (según figura AN.1)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0
1000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0
1200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0
1400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0
1600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	4,3	0
1800	4,3	4,6	4,0	4,6	2,5	4,3	0

Figuras 5.76: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal, sk [kN/m²]. AENOR.

c) Las cargas del viento: para las cargas causadas por el viento se calcula gracias a la norma UNE-EN 1991-1-4.

El cálculo de la carga de viento se ha realizado teniendo en cuenta factores como la velocidad básica del viento en el pico (26,5 m/s), el factor dimensional (1), el factor estacional (1), velocidad media del viento (18,55 m/s), el factor de rugosidad (0,7), el coeficiente topográfico (1), el factor del terreno (0,19), la longitud de la rugosidad (0,05m), la intensidad de la turbulencia (0,271), la desviación típica de la turbulencia (5,04), el factor de la turbulencia (1) y la densidad del aire (1,25 kg/m³).

Finalmente se han obtenido un valor de presión correspondiente a la velocidad pico de $6,23 \times 10^{-4}$ MPa y una presión referente a la velocidad media de $2,15 \times 10^{-4}$ MPa.

Los valores deberían aplicarse para las tres direcciones ortogonales 0°, 90°, 180°. Estos valores representan los valores más desfavorables obtenidos en un rango de direcciones del viento de $\alpha = \pm 45^\circ$ a ambos lados de la dirección ortogonal.

d) Las cargas de la temperatura: este tipo de cargas pueden verse modificadas debido a las diversas estaciones climatológicas provocando dilataciones y contracciones en los elementos en función del material y tratamientos aplicados sobre estos.

De la misma manera, por el tipo de material y tratamientos aplicados sobre ellos se descarta el cálculo pertinente debido a que frente al resto de cargas empleadas en los ensayos se considera mínima.

Para consulta de las cargas por temperatura se realiza mediante la norma UNE-EN 1991-1-2.

e) Cargas específicas en columpios: el número de usuarios n en un columpio en movimiento se debe calcular de la siguiente forma:

para un columpio tradicional $n = 2$;

para un columpio con un punto de suspensión $n = L/0,6$ con $n \geq 2$.

donde

L es la longitud total del borde exterior de la plataforma del columpio, en metros.

Las fuerzas causadas por el movimiento del columpio se deben considerar para todas las posiciones correspondientes más desfavorables de los elementos considerados. En este caso, se estima que este punto se alcanza cuando $\alpha = 0^\circ$.

El máximo ángulo de balanceo α máx. considerado para los asientos de columpios suspendidos de cuerdas o cadenas es 80° respecto a la posición vertical.

5.9.3.2.- Fuerzas

Para realizar el cálculo de las fuerzas del columpio se ha seguido lo estipulado en la norma UNE 1176-1 expuesta en el punto 4.

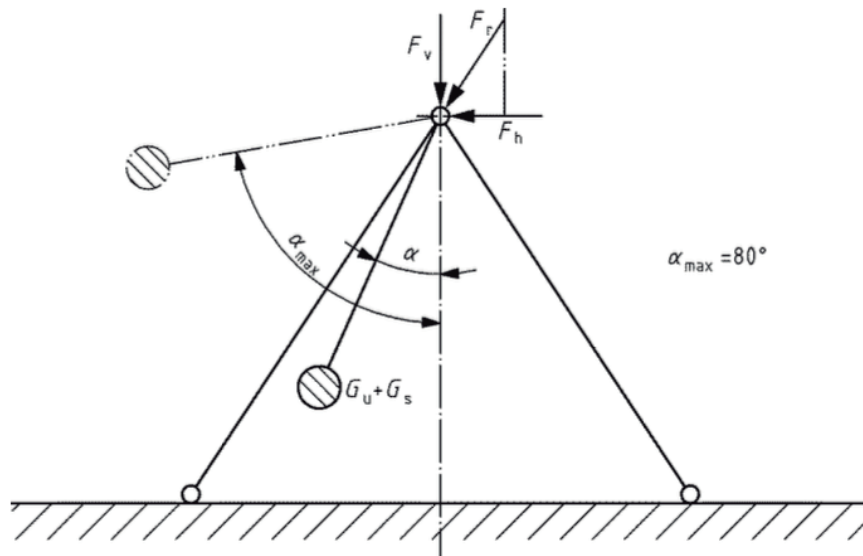


Figura 5.77: Cargas actuando sobre el columpio. AENOR.

Para el columpio que se muestra en la siguiente figura, las fuerzas generadas por el movimiento son:

$$F_h = C_h \times g \times (G_n + G_s)$$

$$F_v = C_v \times g \times (G_n + G_s)$$

$$F_r = C_r \times g \times (G_n + G_s)$$

donde

F_h es la carga horizontal sobre el conjunto (en newtons)

F_v es la carga vertical sobre el conjunto (en newtons)

F_r es la carga resultante sobre el conjunto (en newtons)

g es la aceleración debida a la gravedad (= 10 m/s²)

G_s es la masa del conjunto en movimiento (en kilogramos)

G_n es conforme a las cargas de los usuarios

n es el número de usuarios sobre el columpio

C_h, C_v, C_r son los coeficientes de carga dependientes del máximo ángulo de balanceo y del ángulo de balanceo α de la posición considerada conforme a la figura 4.18.

La masa del conjunto en movimiento consta de la masa de la plataforma del columpio y la mitad de la masa de los cables, cuerdas o varillas. Como se expone en el apartado 16.3 "Cálculo del peso total del producto", la masa de la plataforma del columpio tiene un valor de 6,244 kg y la masa de los cables, cuerdas o varillas es de 6,847 kg. Para los estudios a realizar se supondrán los casos en los que la carga sea máxima; es decir, el ángulo de balanceo es 0° (punto en el que la energía cinética es máxima y se produce la mayor tensión).

La carga específica para los columpios es una carga variable que incluye el peso propio del columpio en movimiento (normalmente considerado como carga permanente). El efecto resultante de las diferencias de los coeficientes de carga para la carga permanente y la carga variable (como se aprecia en la siguiente imagen) no es significativo en este caso.

Sustituyendo las fórmulas anteriormente expuestas se tiene:

$$F_h = 0 \times 10 \times (130 + (6,244 + (6,847/2))) = 0 \text{ N}$$

$$F_v = 2,653 \times 10 \times (130 + 6,244 + (6,847/2)) = 2,653 \times 10 \times 139,666 = 3705,38 \text{ N}$$

$$F_T = 2,653 \times 10 \times (130 + (6,244 + (6,847/2))) = 2,653 \times 10 \times 139,666 = 3705,38 \text{ N}$$

Las cargas son situadas en el modelo CAD en el programa Autodesk Inventor en el eje de la viga coincidiendo con cada uno de los puntos medios de los rodamientos teniendo un total de 4 puntos de carga.

Por lo tanto, las cargas usadas serán la carga horizontal sobre el conjunto (en newtons) y la carga vertical sobre el conjunto (en newtons). Cada una de estas cargas dividida entre 4 teniendo en cuenta el sumatorio de cargas, obteniendo entonces las siguientes cargas puntuales:

$$F_h = 0 \text{ N}$$

$$F_v = 3705,38 / 4 = 926,35 \text{ N}$$

Para el asiento, tanto el recubrimiento como la estructura interior, se emplean las cargas estipuladas en la figura 5.73, con una carga vertical por usuario de 974N.

La disposición de la carga vertical puede ser supuesta de varias formas; por ejemplo, distribución homogénea sobre la superficie del asiento, colocación de cargas en los puntos de transmisión a los eslabones de la cadena cuyo valor sea en cada punto la división de la carga total entre el número de puntos de transmisión (en este caso 4 resultando cargas de 243,5N por punto de carga), o distribución de la carga en un área determinado (bien simulando el área de contacto del usuario con el recubrimiento del asiento bien simulando casos extremos como el supuesto de la disposición del usuario de pie sobre el mismo).

5.9.4.- Elementos utilizados

El elemento usado en los mallados de los análisis de tensión son tetraedros cuadráticos, permitiendo la formación de elementos de malla curva para así aumentar la precisión en zonas de unión o localizadas en extremos.

Se caracterizan por tener 3 nodos por arista y compartir en cada arista 2 de estos 3 nodos nodos, dando un total de 10 nodos por elemento.

Tienen 3 grados de libertad repartidos en 3 dimensiones.

Tetrahedral Solid



SOLID92
10 nodes 3-D space
DOF: UX, UY, UZ

Figura 5.78: Sólido tetraedro cuadrático.
[Cálculo de Estructuras por el MEF, Oñate.E]

El elemento usado en los análisis de estructuras es un elemento viga 1D con 2 nodos situados a los extremos del elemento.

5.9.5.- Viga-laguero

Se procede al análisis de tensiones y deformaciones de este elemento de manera aislada aplicando las cargas y fuerzas calculadas en el apartado 5.9.3.

Ha sido aplicado como material un acero de alta resistencia siendo este un material isótropo modificándole el límite elástico a 235 MPa, contando con un límite de Poisson de 0,29, un módulo cortante de 128700 MPa y una densidad de 7850 kg/m³.

Como condiciones de contorno se establece que los extremos de la viga se encuentran con una ecuación de ligadura de pertenencia al mismo eje y fijos; es decir, restringido su movimiento en los 3 grados de libertad de los respectivos nodos.

5.9.5.1.- Primer supuesto

Como se ha explicado anteriormente, se han aplicado las cargas verticales en el punto medio de cada rodamiento de 926,35 N.



Figura 5.79: Representación de la viga en alzado

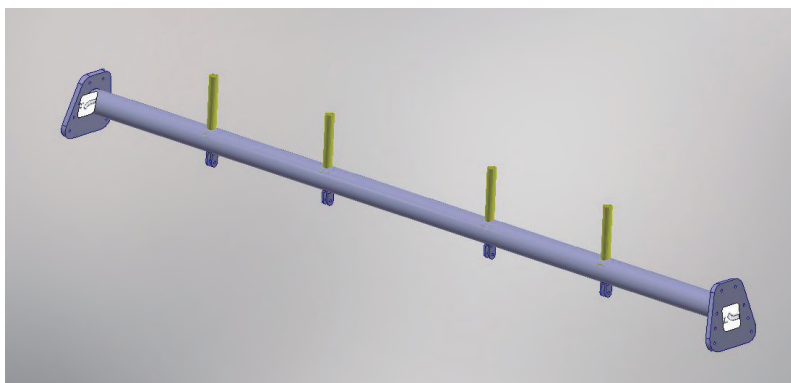


Figura 5.80: Representación de la viga en perspectiva con los puntos de carga

Se han realizado tanto un Análisis de Tensiones como Análisis de Estructuras debido a que el primero muestra gráficamente mejor los resultados obtenidos y ayuda a la comprensión, mientras que el segundo estudio es más preciso al ser tratado el elemento como lo que es, una viga.

9.5.1.1.- Análisis de Tensiones

Una vez realizado el mallado de la viga a analizar se han obtenido 30251 nodos y 15050 elementos iniciales.

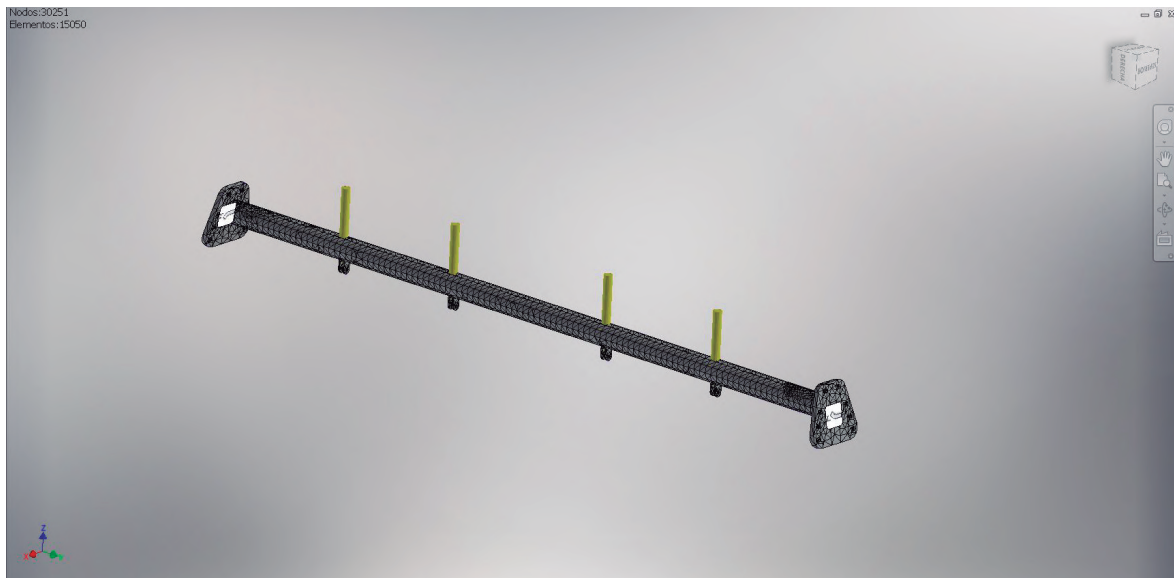


Figura 5.81: Representación de la viga en perspectiva con los nodos y elementos

En la figura que se muestra a continuación se observa la Tensión de Von Mises, la cual obtiene su punto máximo en los extremos como indica la sonda con un valor nominal de 19,68 MPa, valor muy lejando del límite elástico del acero S-235.

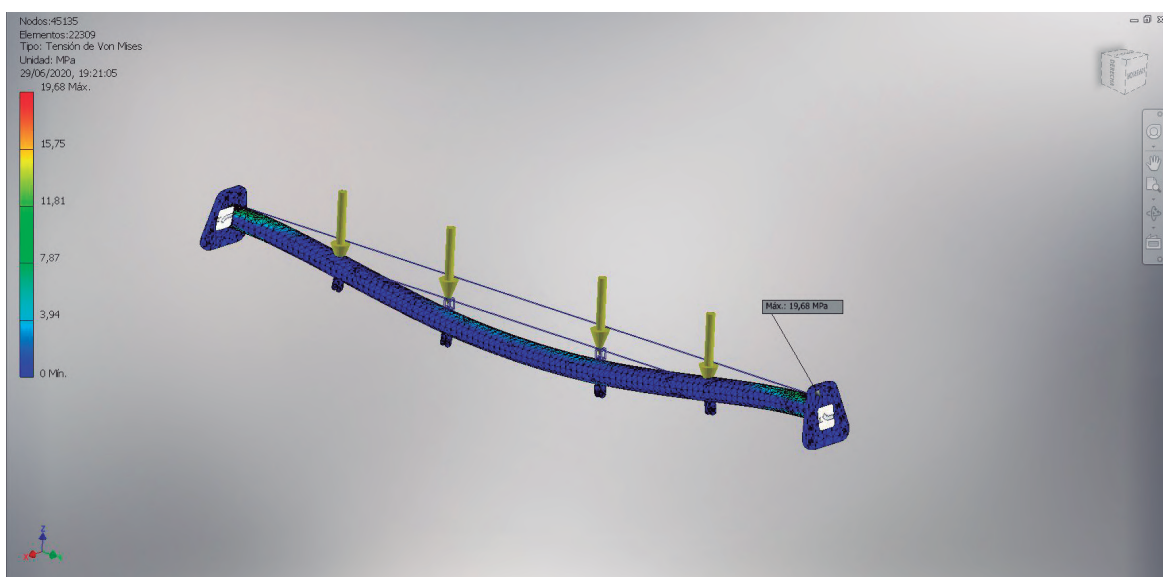


Figura 5.82: Representación de la Tensión de Von Mises

En la figura que se muestra a continuación se observa el desplazamiento, el cual obtiene su punto máximo en el punto medio de la viga como indica la sonda con un valor nominal de 0,399mm.

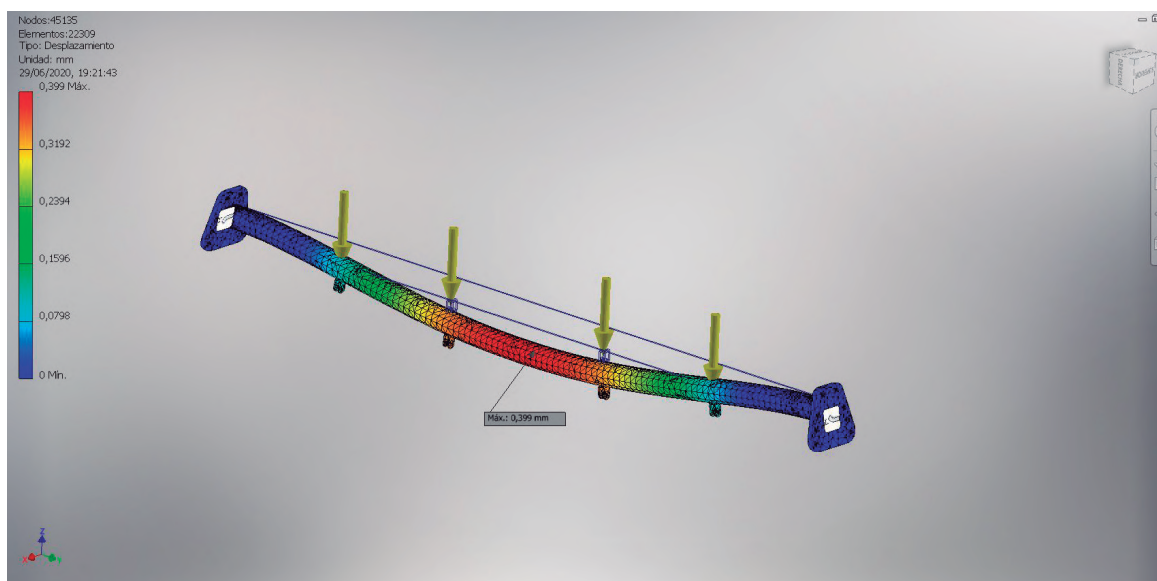


Figura 5.83: Representación del desplazamiento

Se puede observar el coeficiente de seguridad obtenido, 14,013 ul. Teniendo en cuenta que es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima del sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido, indica la capacidad en exceso (coeficiente de mayoración) que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.

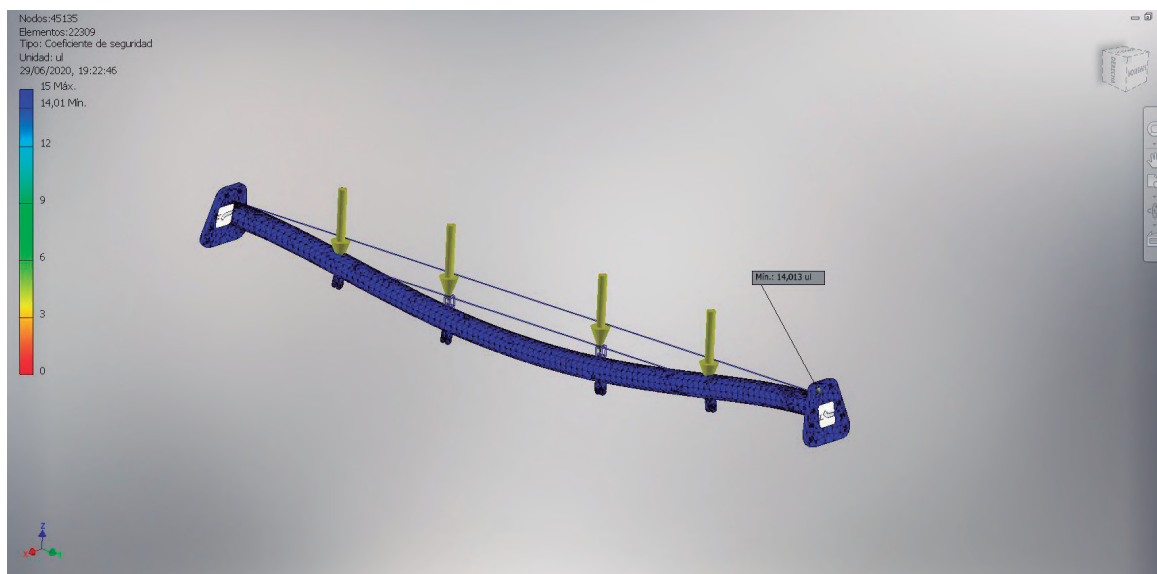


Figura 5.84: Representación del coeficiente de seguridad

En cuanto a la tasa de convergencia, se ha obtenido una tasa del 0,716% por lo que hace invitar a la precisión y validez de los resultados obtenidos teniendo en cuenta que se consideran más favorables cuanto más se acerque al 0%.

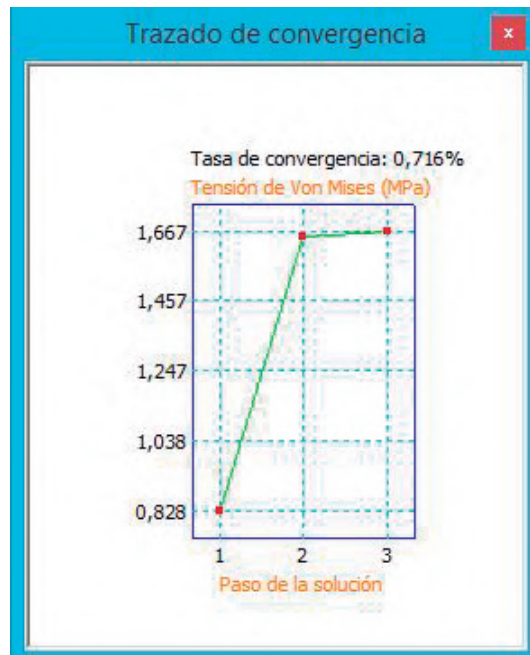


Figura 5.85: Trazado de convergencia

5.9.5.1.2.- Análisis de Estructuras

Para la realización del Análisis de Estructuras se ha procedido a la discretización del modelo reduciéndolo a una viga de 3000m de largo con un perfil de sección tubular de 90.3.

El material aplicado es el mismo que en el anterior apartado y las condiciones de contorno también, aplicando restricciones de elemento fijo a los nodos extremo de la viga, prohibiendo así el movimiento en sus 3 grados de libertad.

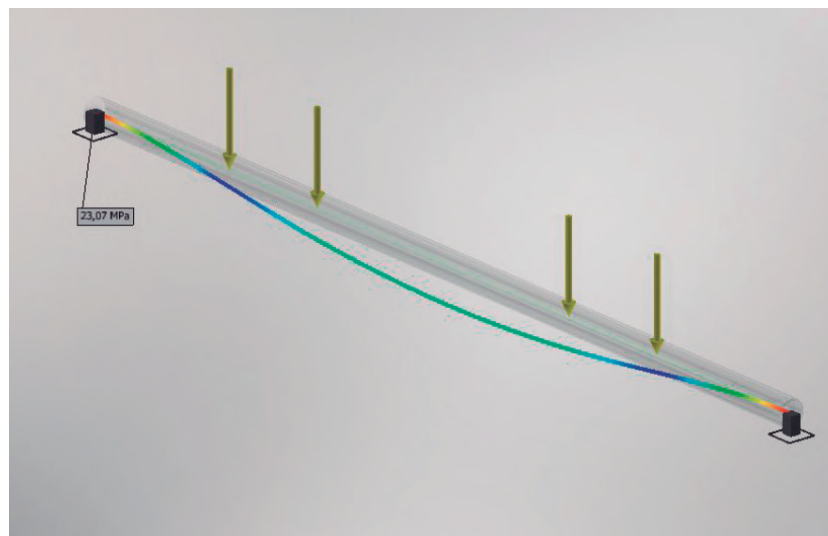


Figura 9.14: Representación de la viga en perspectiva

Entre los resultados obtenidos destacan:

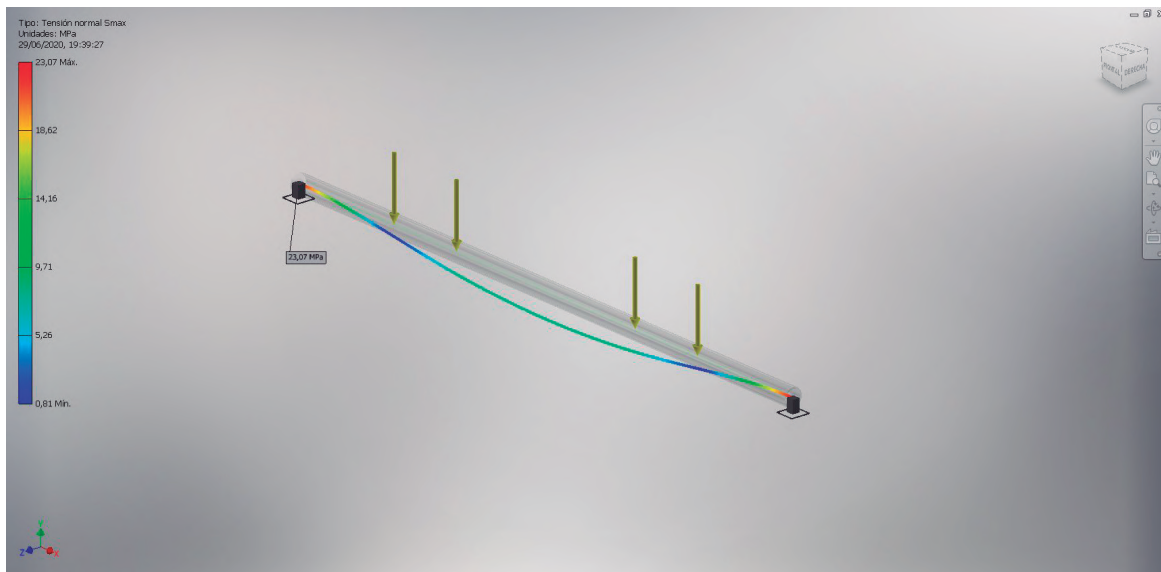


Figura 5.87: Trazado de convergencia

La tensión normal máxima, $S_{máx}$, con un valor de 23,07 MPa situado en los extremos de la viga, muy lejano de los 235 MPa del límite elástico del acero.

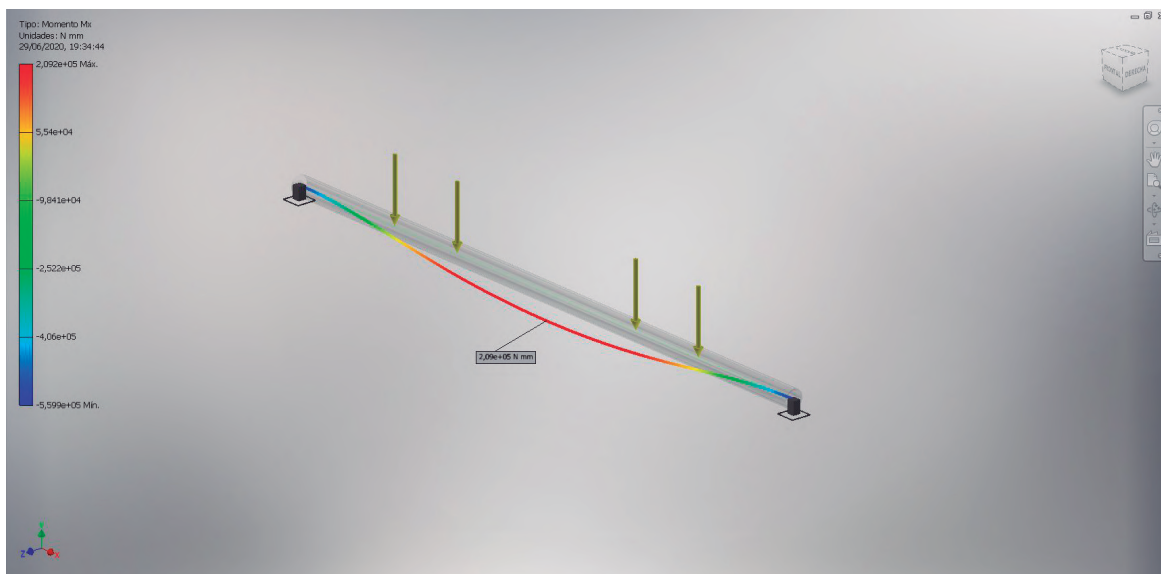


Figura 5.88: Representación Mx

En la figura 5.88 se muestra el momento flector en el eje X, M_x , alcanzando un valor nominal máximo de $5,599 \times 10^5$ N mm en los extremos en un sentido. También alcanza un valor notable en el punto medio de la viga con un valor de $2,092 \times 10^5$ N mm, con un sentido contrario al de los extremos.

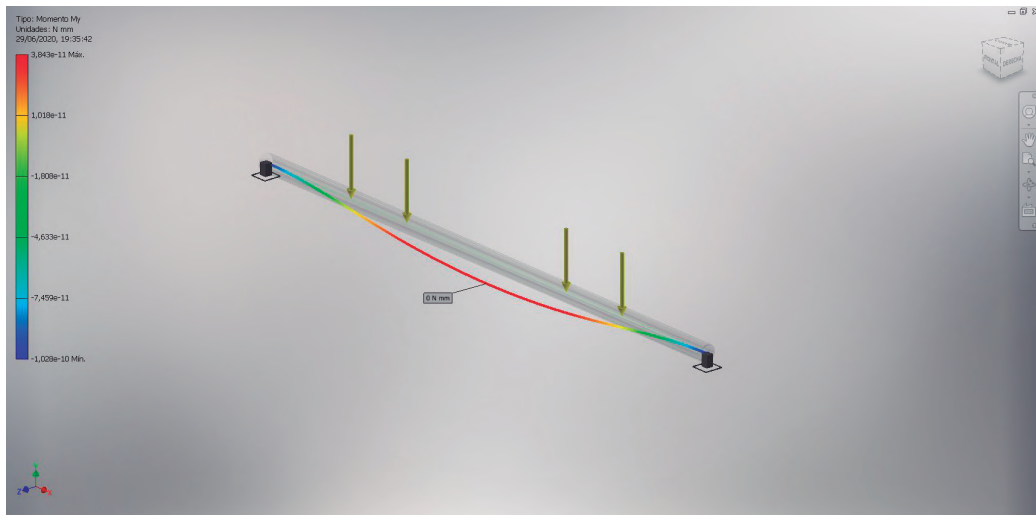


Figura 5.89: Representación de My

En la anterior figura se muestra el momento flector en el eje Y, M_y , alcanzando el valor máximo en el punto medio de la viga con un valor nominal de $3,843 \times 10^{-11}$ N mm en un sentido, mientras que en los extremos de la viga se produce un momento flector de valor $1,028 \times 10^{-11}$, pero en el sentido contrario al de los extremos.

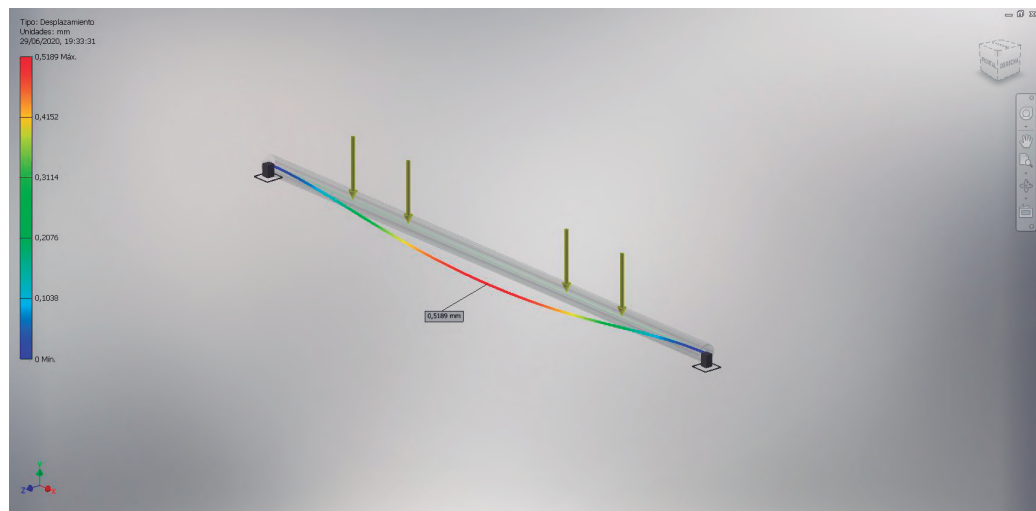


Figura 5.90: Representación del desplazamiento

En la anterior figura se muestra el desplazamiento, alcanzando el valor máximo en el punto medio de la viga con un valor nominal de 0,5189mm. Se considera mínimo teniendo en cuenta la proporción y dimensiones del resto de elementos del producto.

5.9.5.2.- Segundo supuesto

Se ha realizado el supuesto de que las fuerzas de las cargas en vez de estar repartidas en los 4 rodamientos de los 2 asientos estuvieran solo repartidas en 2 rodamientos en un único asiento, considerándolo como caso de uso extremo o con sobrecargas.

Las cargas por tanto son de 1852,7 N en dirección vertical.

Obteniendo como resultados más interesantes; la Tensión de Von Mises, el desplazamiento, y coeficiente de seguridad.

5.9.5.2.1.- Análisis de Tensiones

En la figura que se muestra a continuación se observa la Tensión de Von Mises, alcanzando su valor máximo en el extremo de la viga con un valor nominal de 46,22 MPa, muy lejano aún de los 235 MPa del límite elástico del material. Cabe mencionar que el valor es también próximo al máximo en el punto de transmisión del rodamiento con la viga más cercano al punto medio de la viga.

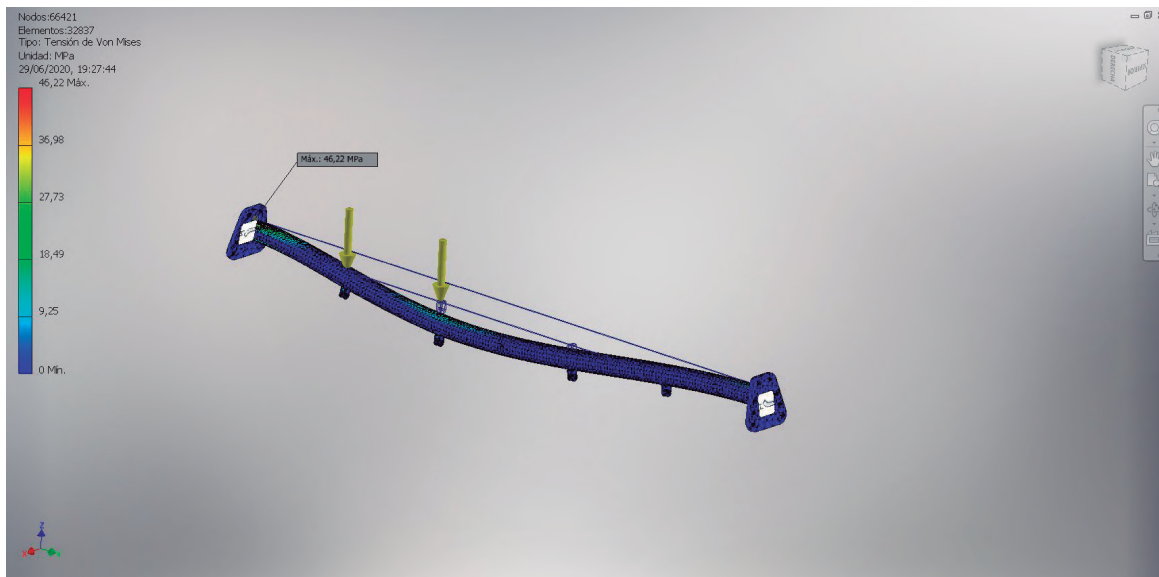


Figura 5.91: Representación de la Tensión de Von Mises

En la figura que se muestra a continuación se observa el desplazamiento, alcanzando el valor máximo de 0,8463 mm en el punto de aplicación del rodamiento más cercano al punto medio de la viga.

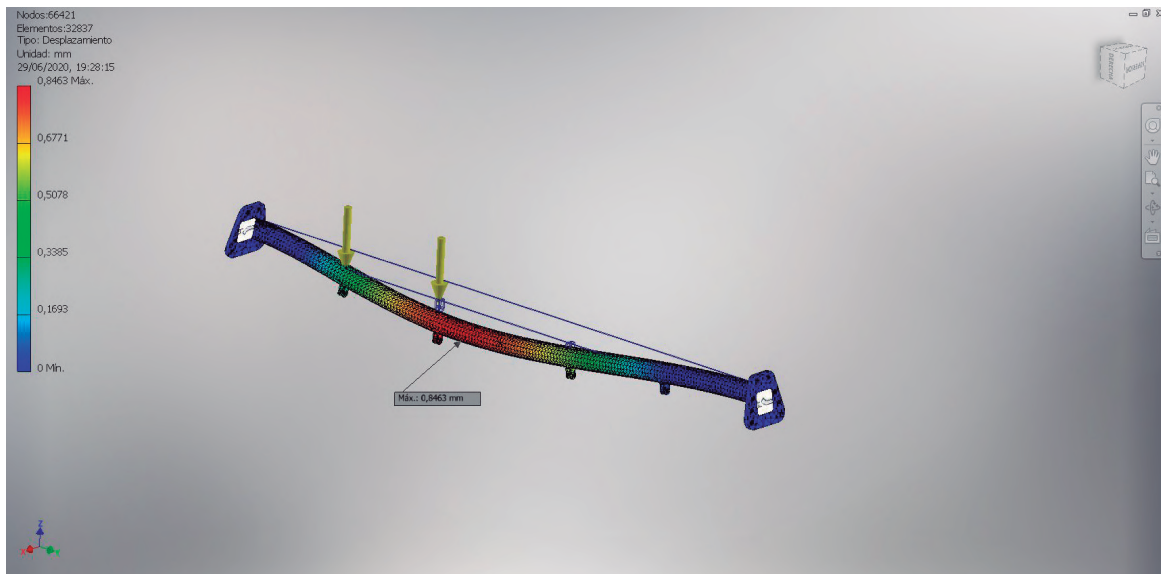


Figura 5.92: Representación del desplazamiento

Analizando el coeficiente de seguridad merece especial mención este caso debido a que se ve reducido de forma notoria respecto del uso “normal”, con las cargas repartidas en los 4 rodamientos. El coeficiente de seguridad queda reducido a 5,97 ul; es decir, puede llegar al límite con sobrecargas de practicamente 6 veces las aplicadas en el supuesto.

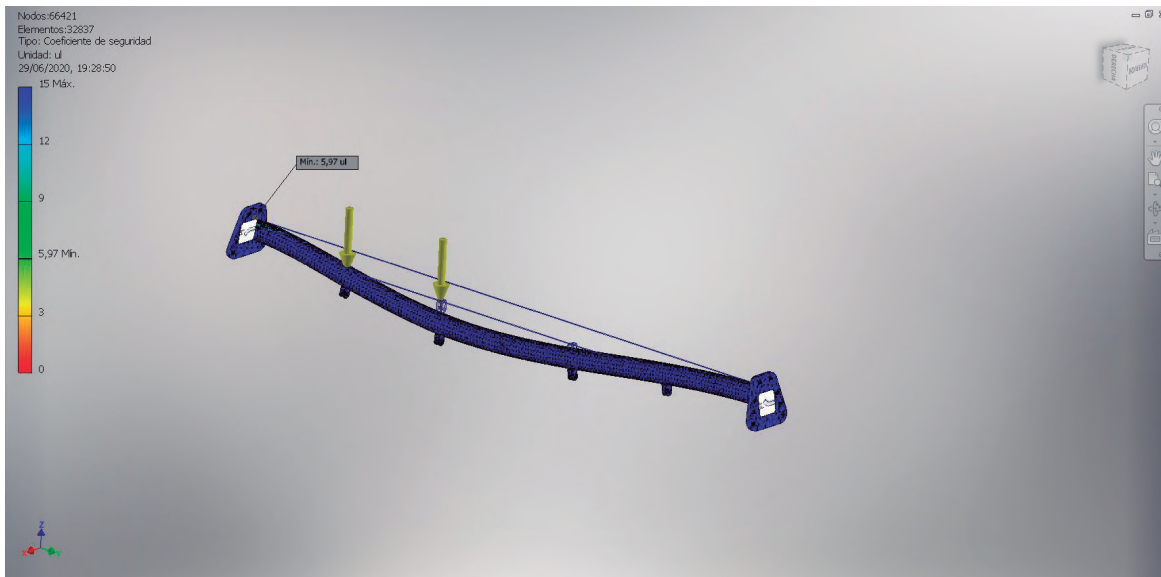


Figura 5.93: Representación del coeficiente de seguridad

5.9.5.2.2.- Análisis de Estructuras

En la figura que se muestra a continuación se observa la tensión normal máxima, $S_{m\acute{a}x}$, alcanzando un valor máximo en el extremo de la viga más cercano a los puntos de aplicación de carga con un valor nominal de 48,13 MPa.

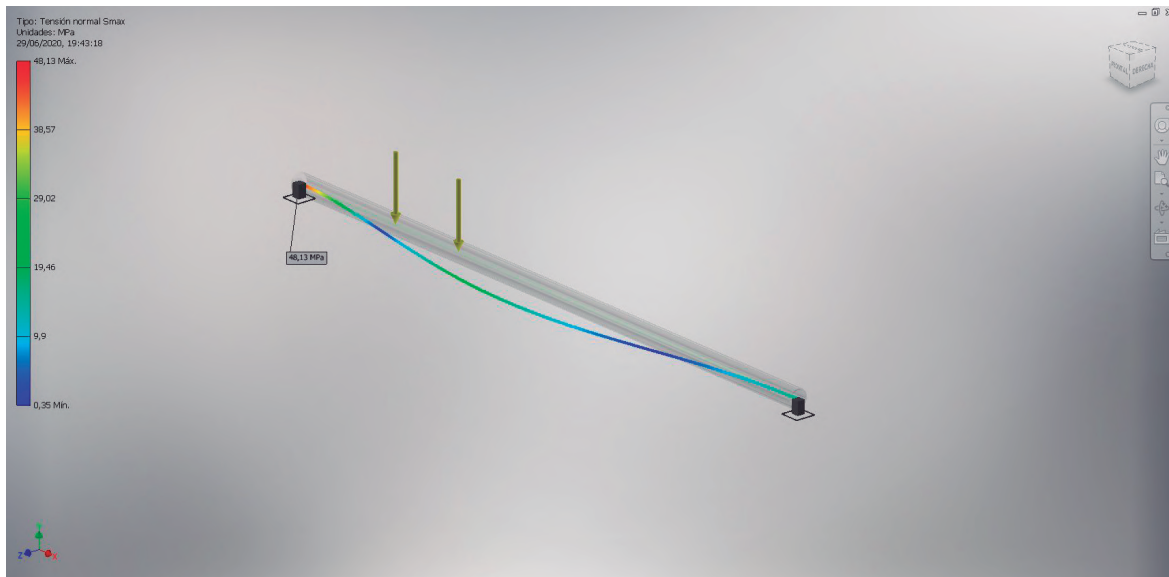


Figura 9.94: Representación de Fx

En la figura que se muestra a continuación se observa el momento flector en el eje X, M_x , alcanzando el punto máximo en el extremo de la viga más cercano a los puntos de aplicación de carga con un valor nominal de $1,518 \times 10^6$ N mm en un sentido determinado. Cabe mencionar que también alcanza un valor notorio en un punto próximo al rodamiento más cercano al punto medio de la viga, con un valor nominal de $7,235 \times 10^5$ N mm en el sentido contrario al del extremo de la viga.

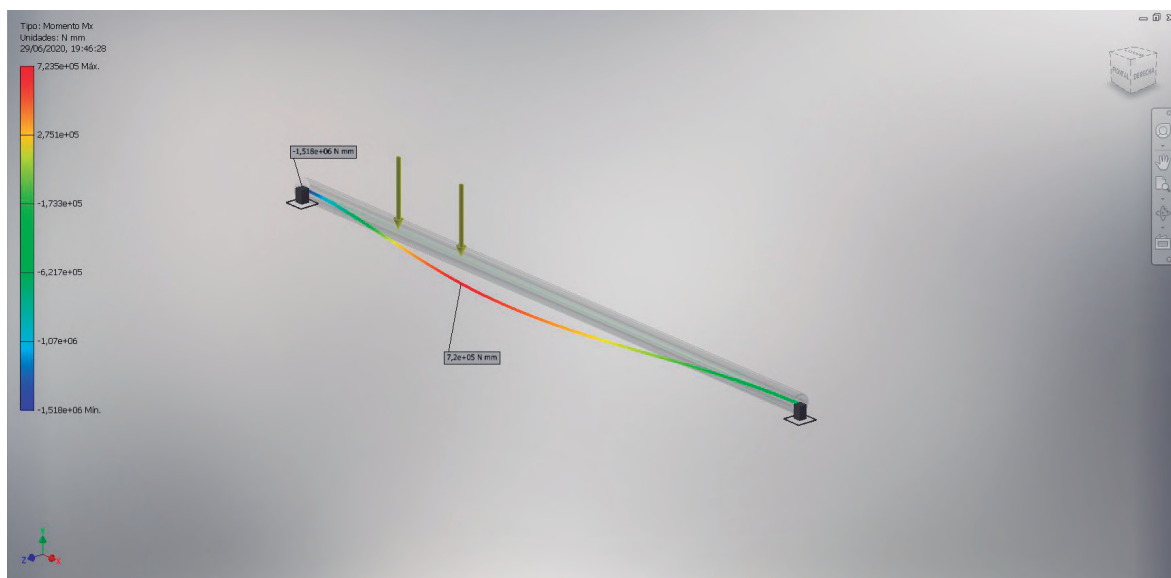


Figura 5.95: Representación de Mx

En la figura que se muestra a continuación se observa el momento flector en el eje Y, My, alcanzando el punto máximo en el extremo de la viga más cercano a los puntos de aplicación de carga con un valor nominal de $2,789 \times 10^{-10}$ N mm en un sentido determinado. Cabe mencionar que también alcanza un valor notorio en un punto próximo al rodamiento más cercano al punto medio de la viga, con un valor nominal de $1,329 \times 10^{-10}$ N mm en el sentido contrario al del extremo de la viga.

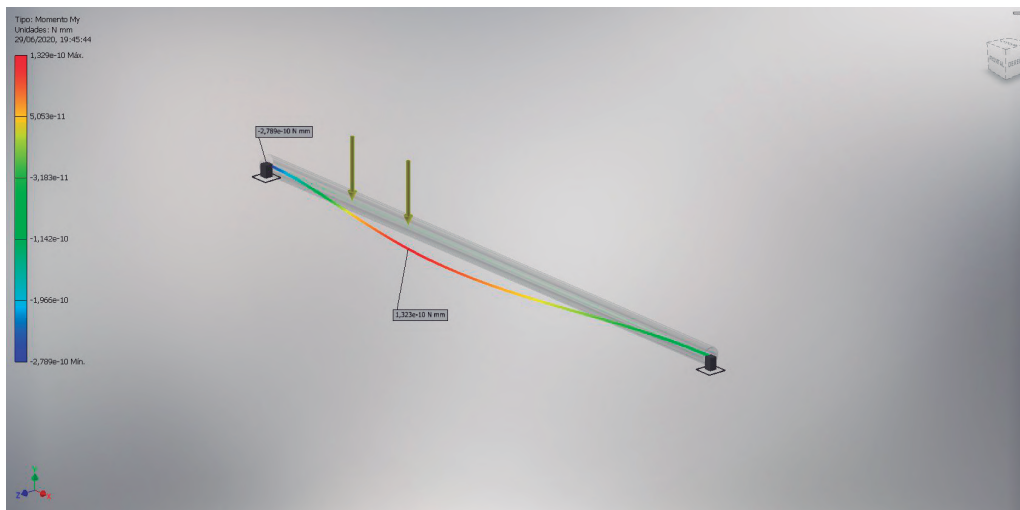


Figura 5.96: Representación del My

En la figura que se muestra a continuación se observa el desplazamiento, alcanzando un valor máximo de 0,8826 mm en un punto próximo al punto medio de la viga.

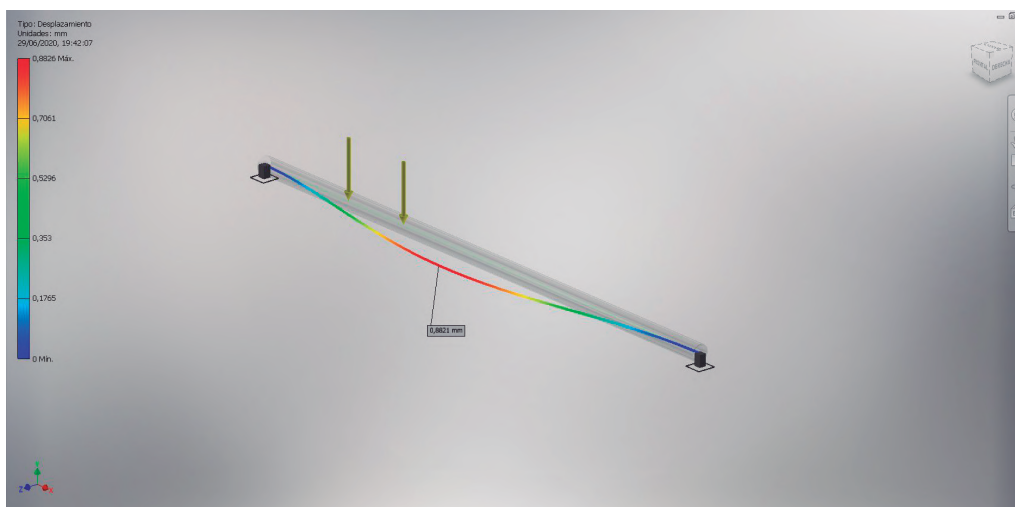


Figura 5.97: Representación del desplazamiento

9.6.- Asiento

Se procede al análisis de tensiones y deformaciones de este elemento de manera aislada aplicando las cargas y fuerzas calculadas en el apartado 5.9.3.

Ha sido aplicado como material de la estructura interior aluminio siendo este un material isótropo con límite elástico de 275 MPa, contando con un coeficiente de Poisson de 0,33 MPa, un módulo cortante de 25864 MPa y una densidad de 2700 kg/m³.

Para el recubrimiento del asiento ha sido aplicado como material caucho natural siendo un material isótropo con un límite elástico de 21 MPa, contando con un coeficiente de Poisson de 0,50, un módulo cortante de 1 MPa y una densidad de 930 kg/m³.

Como condiciones de contorno se establece que los puntos de las 4 argollas sean fijos; es decir, estén restringidos sus movimientos en los 3 grados de libertad, además estableciendo de manera automática con la herramienta de Inventor entre la estructura y el recubrimiento del asiento.

Como se explicaba al principio del capítulo en el cálculo de las cargas, se realizarán varios supuestos en función del área de aplicación de la presión ejercida por el usuario simulando casos tales como; un uso normal de usuario y un uso extremo del usuario siendo situado de pie y en un extremo de la superficie del asiento.

Para la realización de los estudios se llevarán a cabo exclusivamente Análisis de Tensiones debido a la discretización de la geometría del CAD.

5.9.6.1.- Primer supuesto

Se presupone un uso “normal” del usuario en el asiento, distribuyendo la carga vertical por usuario normalizada obtenida de la figura 5.73 teniendo un valor de 974N.

El área sobre el que se aplica la presión es de 160x200mm. Se debe recordar que la unidad de la presión es MPa siendo éste 1 Newton entre 1 mm². Para obtener la presión aplicable en el área mencionado se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= \text{Fuerza} / \text{Superficie} \\ &= 974 / (160 \times 200) = 0,0304 \text{ MPa} \end{aligned}$$

En la figura que se muestra a continuación se muestra la tensión de Von Mises del conjunto. No se logra apreciar dónde se encuentra el punto donde se alcanza la tensión máxima y la variación, por lo que se procede a ocultar el recubrimiento del asiento de caucho dejando solamente la estructura de aluminio como se muestra en la figura 5.99.

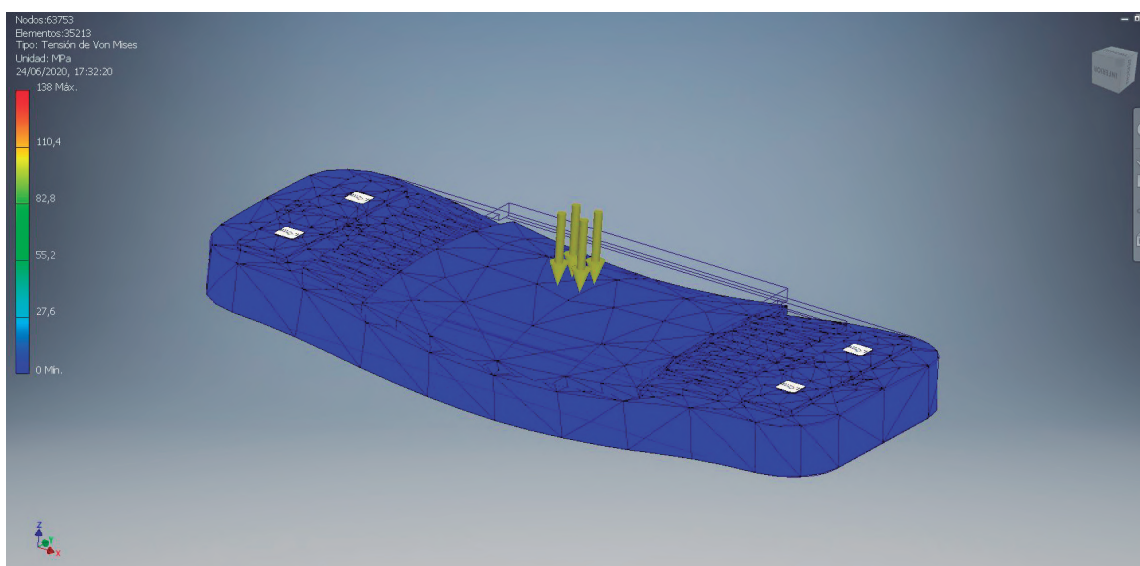


Figura 5.98: Representación de la Tensión de Von Mises del conjunto

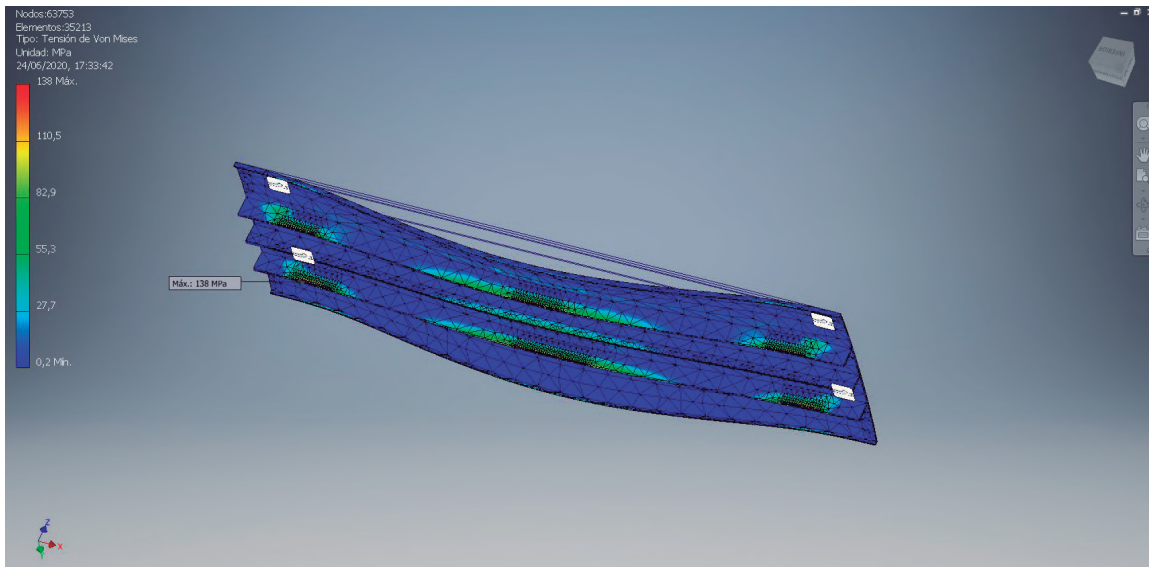


Figura 5.99: Representación de la Tensión de Von Mises de la estructura

Como se aprecia en la figura 5.99 el punto máximo se encuentra en la parte de los nervios extremos coincidente con la vertical del punto de unión de la argolla con las cadenas. Tiene un valor de 138 MPa, lejos de los 275 MPa del límite elástico del aluminio.

A continuación se muestra el desplazamiento del conjunto, alcanzando el punto máximo en la zona asignada a la de apoyo de las piernas, en el extremo de la parte central del asiento, con un valor de 3,182mm (valor razonable).

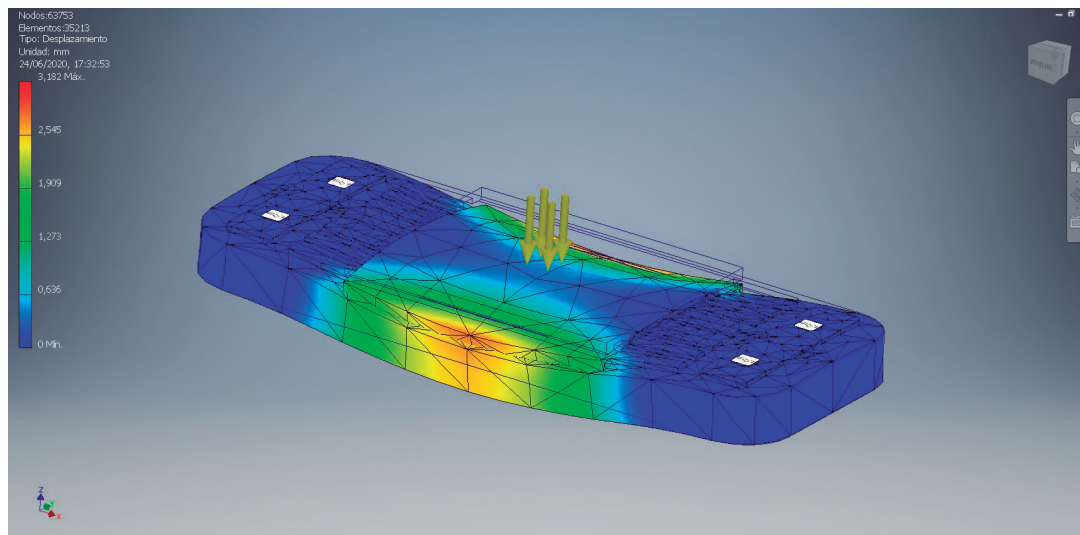


Figura 5.100: Representación del desplazamiento del conjunto

En la siguiente figura se muestra el desplazamiento solamente de la estructura, alcanzando el punto máximo en la misma zona que del recubrimiento, la zona asignada a la de apoyo de las piernas, en el extremo de la parte central del asiento, con un valor de 2,389mm (valor razonable).

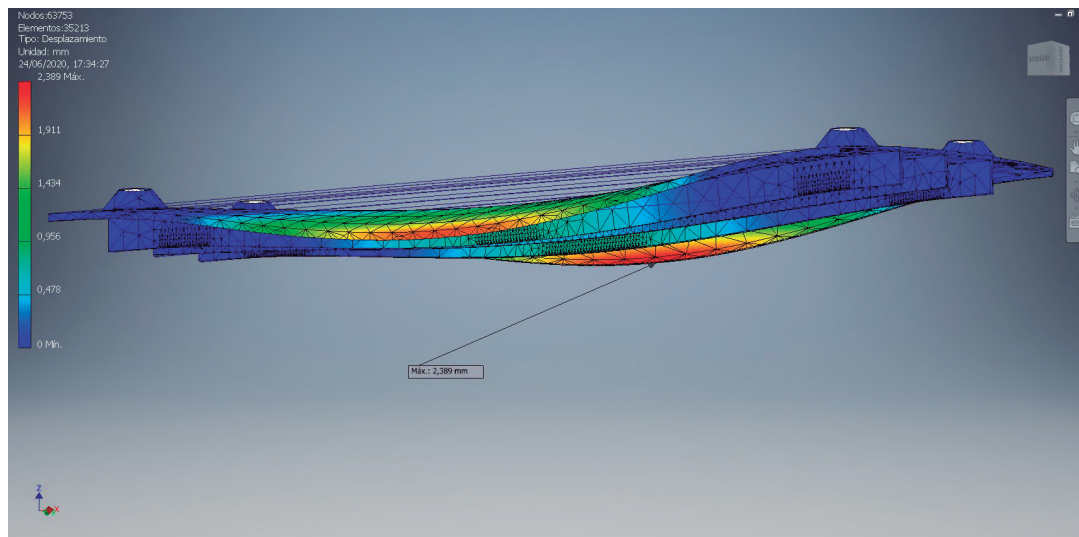


Figura 5.101: Representación del desplazamiento

El coeficiente de seguridad mínimo se encuentra en la misma zona que se produce la tensión máxima; es decir, se encuentra en la parte de los nervios extremos coincidente con la vertical del punto de unión de la argolla con las cadenas. Tiene un valor de 1,99 ul, por lo que se podría estimar que aguantaría como límite una carga en dicha presión del doble del valor aplicado.

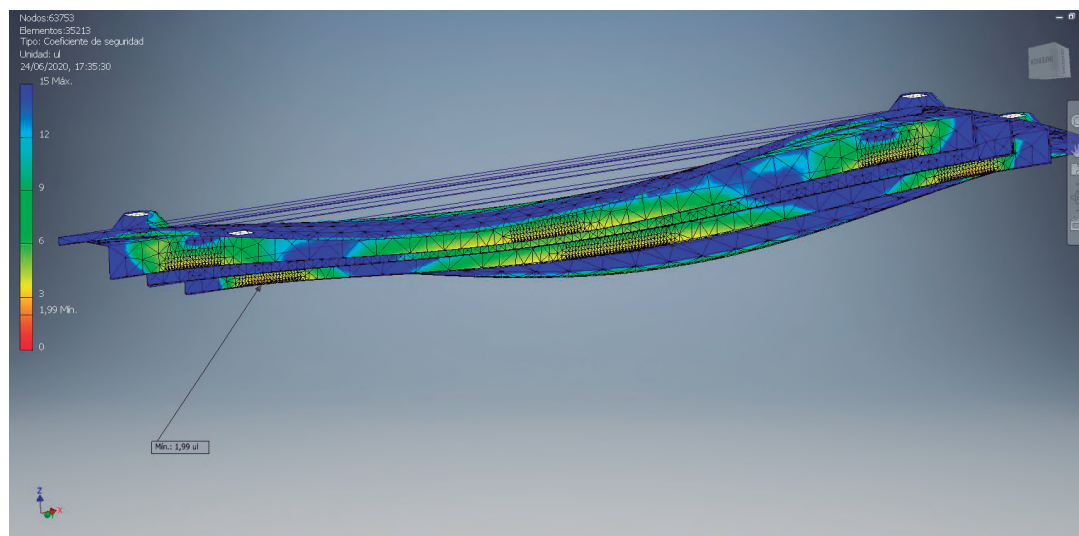


Figura 5.102: Representación del coeficiente de seguridad

La tasa de convergencia tiene un valor de 0,742% lo que, al igual que en los análisis realizados en la viga, hace pensar en la notable validez del estudio.

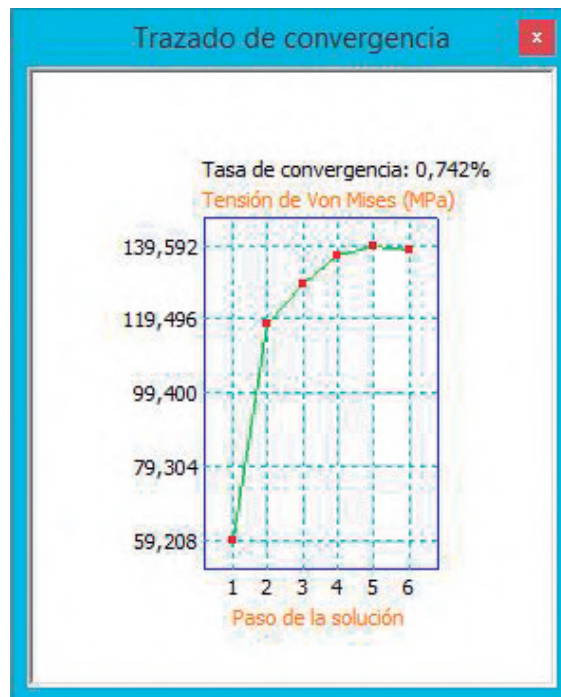


Figura 5.103: Representación de la tasa de convergencia

5.9.6.2.- Segundo supuesto

Se presupone un uso “extremo” del usuario en el asiento de tal forma que se simula como si el usuario se encontrara en posición de pie subido en el asiento y posicionado en hacia un extremo del mismo, distribuyendo la carga vertical por usuario normalizada obtenida de la figura 5.73 teniendo un valor de 974N.

El área sobre el que se aplica la presión es de 120x90mm. Se debe recordar que la unidad de la presión es MPa siendo éste 1 Newton entre 1 mm². Para obtener la presión aplicable en el área mencionado se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Presión} &= \text{Fuerza} / \text{Superficie} \\ &= 974 / (120 \times 90) = 0,0902 \text{ MPa} \end{aligned}$$

En la figura que se muestra a continuación se muestra la tensión de Von Mises del conjunto. No se logra apreciar dónde se encuentra el punto donde se alcanza la tensión máxima y la variación, por lo que se procede a ocultar el recubrimiento del asiento de caucho dejando solamente la estructura de aluminio como se muestra en la figura 5.105.

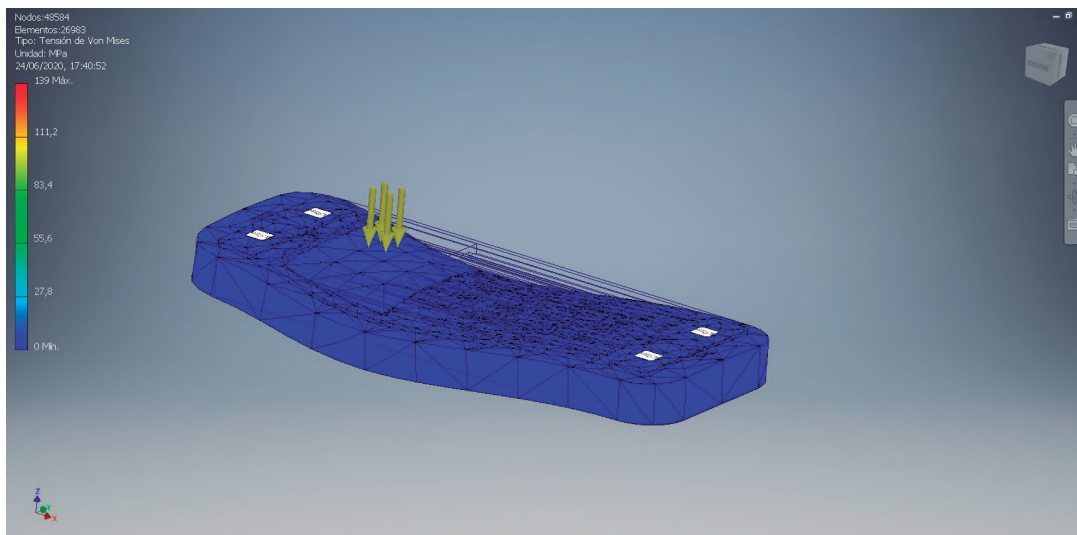


Figura 5.104: Representación de la Tensión de Von Mises del conjunto

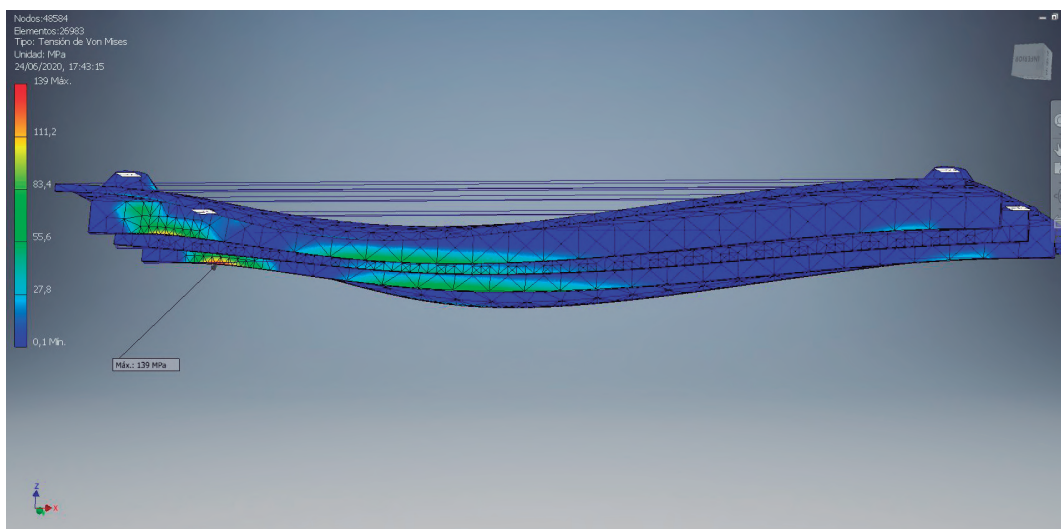


Figura 5.105: Representación de la Tensión de Von Mises de la estructura

Como se aprecia en la figura 5.105 el punto máximo se encuentra en la parte de los nervios extremos coincidente con la vertical del punto de unión de la argolla con las cadenas. Tiene un valor de 139 MPa, lejos de los 275 MPa del límite elástico del aluminio.

Cabe mencionar que no varía apenas la tensión máxima en el asiento respecto del uso normal (138 MPa).

A continuación se muestra el desplazamiento del conjunto, alcanzando el punto máximo en la zona cuasi central ligeramente desviado hacia la zona de carga, en el extremo transversal del asiento, con un valor de 1,299 mm. Valor más pequeño de lo esperado, si bien es cierto que se esperaba un valor inferior al obtenido en un uso “normal” debido a que la zona de presión está más próxima a 2 puntos fijos de argolla y tiene más rigidez estructural.

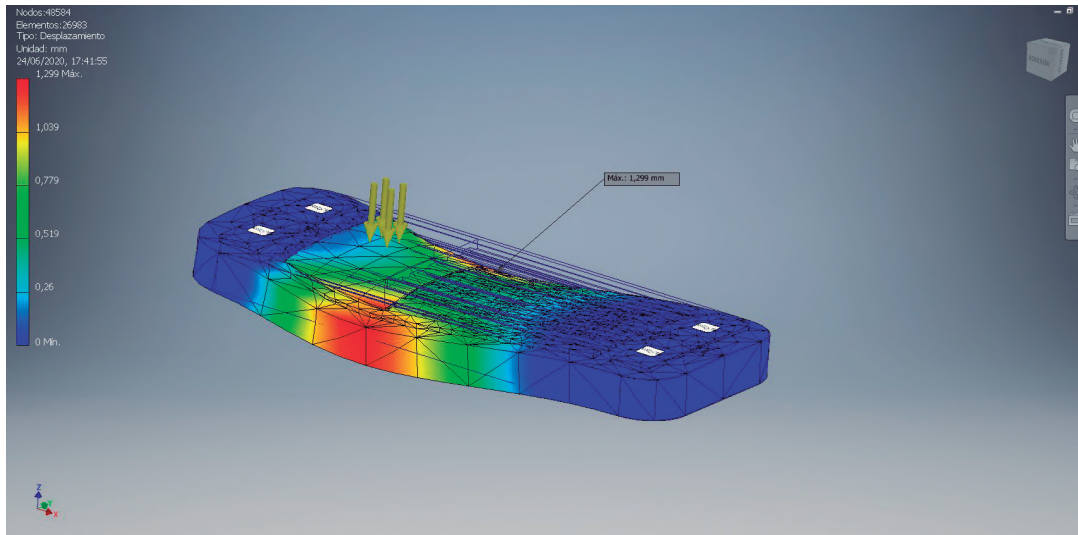


Figura 5.106: Representación del desplazamiento del conjunto

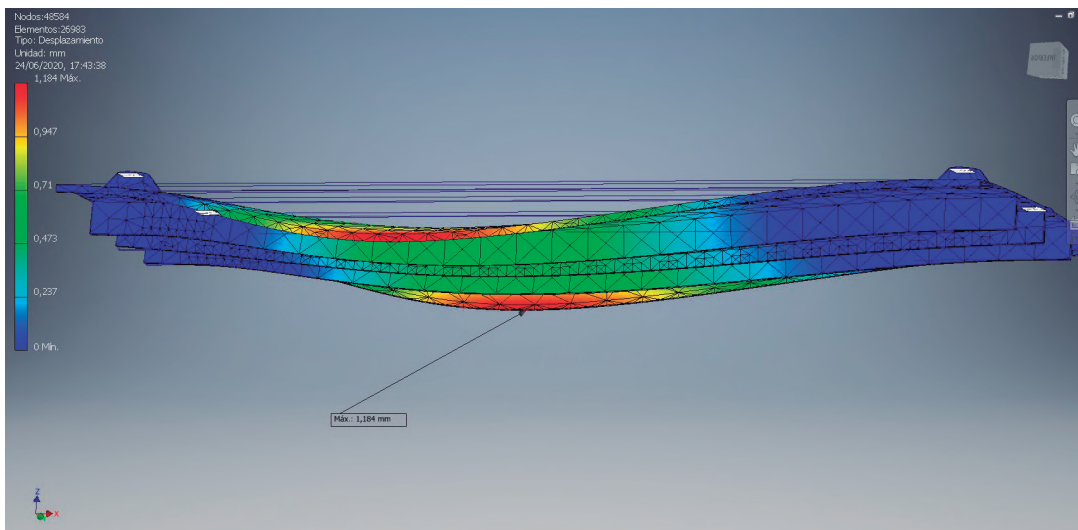


Figura 5.107: Representación del desplazamiento de la estructura

En la anterior figura se muestra el desplazamiento solamente de la estructura, alcanzando el punto máximo en la misma zona que del recubrimiento, en la zona cuasi central ligeramente desviado hacia la zona de carga, en el extremo transversal del asiento, con un valor de 1,184mm. De la misma manera que con el resto del conjunto, no se esperaba la diferencia notoria pero sí la disminución de esta respecto del uso “normal”.

En la figura 5.108 se muestra el coeficiente de seguridad de la estructura. El valor mínimo se encuentra, al igual que en el supuesto de uso “normal”, en la parte de los nervios extremos coincidente con la vertical del punto de unión de la argolla con las cadenas. Tiene un valor de 1,98 ul, por lo que se podría estimar que aguantaría como límite una carga en dicha presión del doble del valor aplicado.

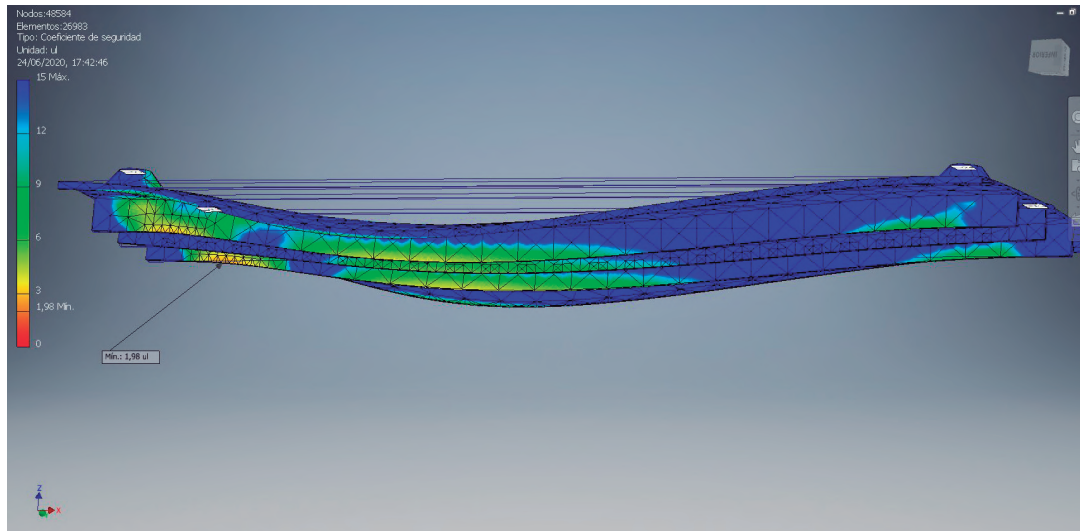


Figura 5.108: Representación del coeficiente de seguridad

La tasa de convergencia obtenida alcanza un valor de 0,709%. De la misma manera que en el resto de análisis realizados hace pensar en la notable validez del estudio.

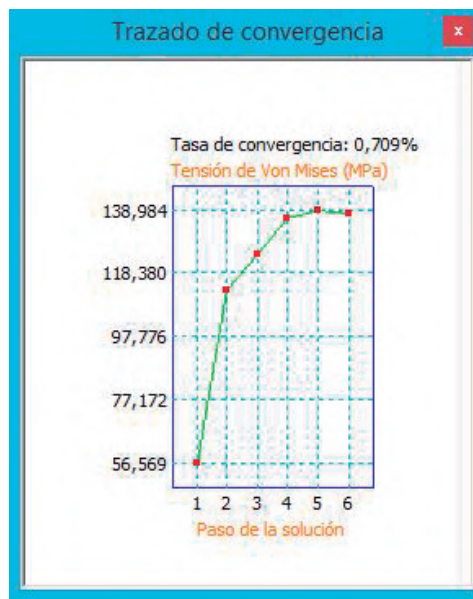


Figura 5.109: Representación de la tasa de convergencia

Se debe añadir que en los estudios realizados se han aplicado exclusivamente las cargas asociadas a los usuarios, excluyendo las cargas asociadas a nieve ($2,12 \times 10^{-4}$ MPa) por ser mínima frente a las cargas de los ya mencionados usuarios, y las cargas asociadas al viento debido a que este tipo de productos se encuentran en parques públicos y por protocolos de seguridad ciudadana ante rachas de viento de manera significativas son cerrados dichos emplazamientos debido al riesgo que conllevan, no solo los propios productos, sino el de la vegetación que hay en dichos emplazamientos. Es cierto que deben ser tenidos en cuenta dichas cargas para casos de condiciones extremas y que se permita su acceso ante dichas adversidades climatológicas.

5.10.- Embalaje y transporte

Para el transporte del producto se deben tener en cuenta las dimensiones del mayor elemento; en este caso, la viga larguero con unas dimensiones de 3000x250x250mm.

Se debe recordar que el transporte del producto se produce de manera que está montado parcialmente por parte del fabricante, teniendo que completar el montaje el propio usuario como se especifica en la guía de montaje.

Este procedimiento ha sido estudiado para asegurar la integridad de todos sus elementos en el transporte, situando los elementos más frágiles en zonas con mayor protección protegiéndoles así de posibles impactos o imperfecciones que se puedan producir en el trayecto del transporte.

Desde el punto de vista del packaging para la posterior distribución del producto se requiere una caja de cartón de 450x400x150mm en la que en su interior se encuentran los asientos (estructura interior y recubrimiento), cadenas de eslabones, calzas o sistemas de fijación al suelo, la tornillería correspondiente (sin venir incluida la necesaria para los sistemas de fijación) y las estructuras laterales trapeciales exteriores de HDPE.

La caja de cartón seleccionada es la denominada “Caja de cartón canal simple plana 45x40x15cm. Referencia: CPL35ES”. Está fabricada en cartón ondulado canal simple a la norma AFCO (la clase AFCO determina los valores mínimos de resistencia a la compresión y a la perforación). Su gran apertura permite una buena visión y manipulación de los productos. Fabricado con un mínimo del 70% en cartón reciclado. La clase AFCO determina los valores mínimos de resistencia a la compresión y a la perforación.

El área final de la caja es de 0,983 m², con un espesor de 3,96 mm y un gramaje total de 431,16 gr/m²



Figura 5.110: Caja de cartón canal simple plana 45x40x15cm.
[<https://www.rajapack.es/>]

Para proteger los elementos que se disponen en el interior de la caja de cartón y a la vez el medio ambiente, estos van envueltos en un film de polietileno de burbujas 50% reciclado. En caso de hacer uso de un palet para su distribución, este ha de ser americano (120x100cm), y la caja irá colocada en posición vertical.

Finalmente, se colocan los listones junto a la viga-larguero y la caja de cartón con las protecciones, en las que se encuentran el resto de elementos del producto, y son colocadas en palets de 3000x800mm. Una vez situados en el palet son amarrados con cinta de fijación, finalmente envuelto con film retráctil.



Figura 5.111: Embalaje de columpio.
MASGAMES S.L.

El transporte se realiza en camiones especializados de mercancías con personal cualificado, el cual asegura que el producto llegue en perfectas condiciones, así como salió de fábrica.

Por cada palet, debido a las dimensiones máximas tenidas en cuenta de los elementos (anchura de las estructuras trapeziales, y anchura de la caja de cartón), podría colocarse un columpio únicamente. Es recomendable el uso de cinchas para asegurar bien el producto.

Para el transporte y colocación del producto en el emplazamiento deseado se empleará un camión grúa autocargante. Destaca por tener un brazo hidráulico bien detrás de la cabina o al extremo de la mercancía pudiendo manejar los productos del remolque.

El camión elegido es el camión grúa autocargante JAC 4x2 6 ruedas. Cuenta con una carga de elevación de 8 toneladas, con una altura de elevación máxima de 13,5 metros y una capacidad de carga teórica de 10000 kg siendo unos 7240 kg los realmente aplicables. El tamaño de la caja de carga es de 6500x2500x550mm.



Figuras 5.112 y 5.113: Camión grúa autocargante en perspectiva y perfil
Veldlion S.L.

El brazo hidráulico cuenta con una capacidad máxima de elevación de 8000 kg pesando exclusivamente 3300 kg la grúa. Cuenta con un radio de funcionamiento máximo de 11,5m contando con una presión máxima hidráulica de 27 MPa.



Figura 5.114: Camión grúa autocargante en con la grúa articulada Veldlion S.L.

Teniendo en cuenta las dimensiones de 3000x800mm de los palets y el tamaño de la caja de carga, 6500x2500x550mm se pueden transportar 6 columpios por trayecto. Para realizar el transporte de los 100 columpios son necesarios 16 viajes completos y un 17 movimiento con 4 columpios.

5.11.- Mercado CE

La marca CE es un método para identificar productos que cumplen con las obligaciones contenidas en las regulaciones uniformes de la Unión Europea, cuyo objetivo es demostrar que estos productos son seguros. Un producto no puede llevar marcado CE si no está amparado por una directiva que acuerde su colocación.

La marca CE es obligatoria y, a menos que una directiva específica especifique lo contrario, los productos que tienen la marca CE deben pegarse antes de que puedan venderse o utilizarse en el mercado comunitario por primera vez.

Se debe tener en cuenta que estas directivas también se aplican a productos de segunda mano o de segunda mano importados de terceros países cuando ingresan al mercado comunitario por primera vez.

El fabricante asume la responsabilidad de la conformidad de su producto con la legislación europea. Entendiéndose fabricante como a: toda persona física o jurídica que fabrica un producto o que manda diseñar o fabricar un producto y lo comercializa con su nombre o marca comercial.

Son 8 las diferentes etapas posibles en el proceso de aplicación de una directiva asociada al Mercado CE por las que un producto ha de pasar hasta su comercialización. Cada directiva puede, no obstante, establecer particularidades. Estas fases son;



FASE 1 Comprobar si el producto está dentro del ámbito de aplicación de la Directiva

FASE 2 Asegurarse de que se cumplen los REQUISITOS ESENCIALES

FASE 3 Decidir si se van a usar NORMAS ARMONIZADAS

FASE 4 Comprobar si tiene que intervenir un ORGANISMO NOTIFICADO

FASE 5 Elaborar un MANUAL DE INSTRUCCIONES

FASE 6 Preparar el EXPEDIENTE TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN

FASE 7 Elaborar una DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

FASE 8 Colocar el MARCADO CE

En el momento de realización del trabajo, en España no existe un Real Decreto que regule las medidas de seguridad de los parques infantiles como ocurre en el resto de juguetes. Los fabricantes de parques infantiles deben cumplir con una normativa de parques infantiles impuesta desde el año 1998. Se trata de un conjunto de reglas europeas aplicables en España. Así se establecen las medidas necesarias para la seguridad en la fabricación, la instalación y el mantenimiento de estas zonas (UNE-EN 1176 y UNE-ES 1177 anteriormente expuestas).

El problema es que estas normativas no son de obligado cumplimiento. En su lugar se trata de una serie de exigencias para la calidad de los parques.

Si bien es cierto que actualmente no existe un Real Decreto que regule la seguridad de los parques infantiles públicas distintas comunidades autónomas han realizado sus propios decretos a nivel autonómico los cuales les permite regular las instalaciones en sus territorios y formular una serie de directrices que deben cumplir los fabricantes y productos, por ejemplo; el Decreto 127/2001 de 5 de junio de la Junta de Andalucía y el Decreto 245/2003 de 24 de abril de la Xunta de Galicia.

Estas comunidades escapan del “vacío legal” que existe en España respecto a estos temas. Por lo tanto, cuentan con unas reglas específicas para garantizar la seguridad en parques infantiles.

Las inspecciones pertinentes serán realizadas por técnicos especializados anualmente, como lo estipula la norma, en cada Comunidad Autónoma.

A modo resúmen, los parques públicos infantiles llevan homologación sobre la norma UNE-EN 1176-22017, no llevan Marcados CE.

En caso de que el uso del columpio esté destinado a un disfrute de carácter privado, todo lo estipulado está recogido en el Real Decreto 1205/2011, de 26 de agosto, sobre la seguridad de los juguetes.

Este Real Decreto establece las normas de seguridad de los juguetes, siendo el columpio considerado juguete, aplicándose a los productos diseñados o previstos, exclusivamente o no, para ser utilizados con fines de juego por niños menores de catorce años, así como la libre circulación de los mismos.

La comercialización en el territorio español de los juguetes que cumplan lo dispuesto en este real decreto no podrá ser prohibida, limitada u obstaculizada.

5.12.- Análisis DAFO

Una vez desarrollado y visto nuestro producto en profundidad se ha procedido a la elaboración de un análisis DAFO que permite tener una visión global del mismo, consiste en un análisis del proyecto, tanto interna como externamente, es decir, las debilidades y amenazas presentadas por el propio producto, así como las fortalezas y oportunidades frente a otros en el mercado.

De esta manera, será posible descubrir su posible relación con el mercado y con el usuario antes de que se ponga en el mercado.

<p>FORTALEZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de montaje - Ligereza del producto - Estabilidad estructural - Sistema de giro sin apenas mantenimiento - Manual de usuario entendible y accesible a cualquier nivel cultural. - Facilidad de limpieza y desinfección - Fin lúdico - Facilidad de separación de materiales para su reciclado - Facilidad de sustitución de piezas - Protección ante elementos corrosivos y agentes externos 	<p>DEBILIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exposición a la intemperie - No tiene una integridad estructural lo suficientemente estable para un público muy superior al enfocado como público objetivo - Necesidad de montaje parcial del producto en la zona de uso por personal cualificado, sea de la empresa o no - Precio "elevado"
<p>OPORTUNIDADES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso particular en vez de uso para parques públicos - Posibilidad de exportación - Aumentar componentes o capacidades; como por ejemplo, habilitación para personas con movilidad reducida o silla de ruedas 	<p>AMENAZAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependiendo del clima, potencial degradación de los materiales. - Productos similares más baratos - Posible vuelco del producto por no estar bien anclado al terreno - Posible rotura de elementos por actos vandálicos o sobrecargas

6.- MEJORAS Y REDISEÑO

En este capítulo se elaboran propuestas de mejora y rediseño una vez analizado el producto desde varias las perspectivas, desde cambios en la geometría y CAD hasta optimización de recursos pasando por cambios en los materiales empleados en el columpio.

Cabe mencionar que los cambios y propuestas de mejora se aplican tanto a elementos del producto objeto de análisis como a posibles variantes del producto.

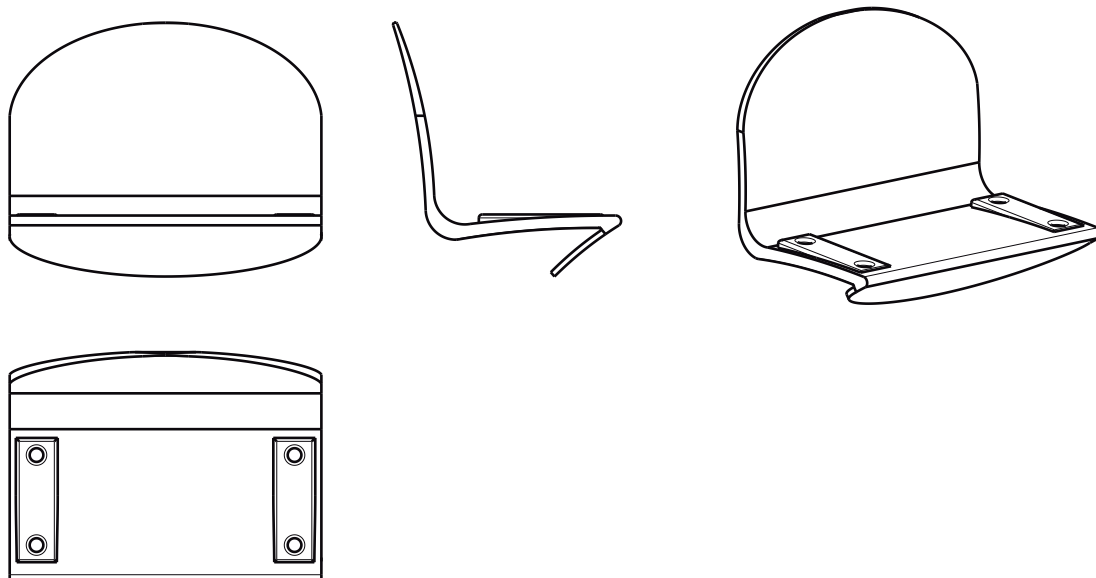
6.1.- Cambios en el CAD

Desde el punto de vista funcional, como se ha observado tras las simulaciones por MEF del capítulo 5 , se puede afirmar que el limitante o “cuello de botella” del producto se encuentra en la estructura interior del asiento soportando los puntos en los que se da una máxima tensión pudiendo llegar a la rotura en el caso de que se apliquen sobre cargas de más del doble de la carga estipulada (974N).

Es por esto que se propone un cambio en la geometría de la estructura interior del asiento.

Los cambios están enfocados en las zonas sobre las que se roscan las argollas a las que van unidas las cadenas de los asientos, pues ahí se encuentran los puntos con mayor tensión del elemento. Se propone aumentar el diámetro de la forma roscada soldadas a las láminas de aluminio.

Otra propuesta es la de cambiar el recubrimiento del asiento dotando el mismo de una pequeña zona de respaldo de tal manera que pueda servir de apoyo lumbar y permita cierto reposo local de la espalda aumentando así la comodidad del usuario. En caso de realizar este cambio sería aconsejable rediseñar el recubrimiento aportando mayor forma cóncava al mismo.

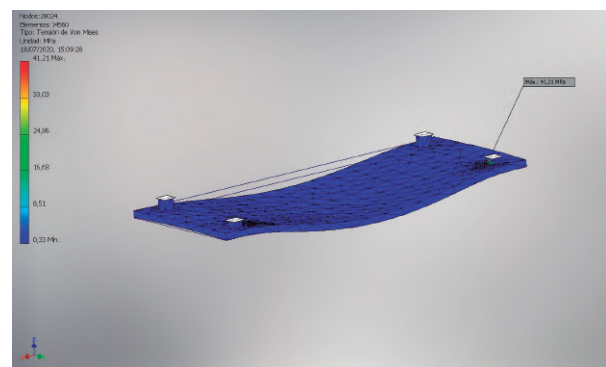
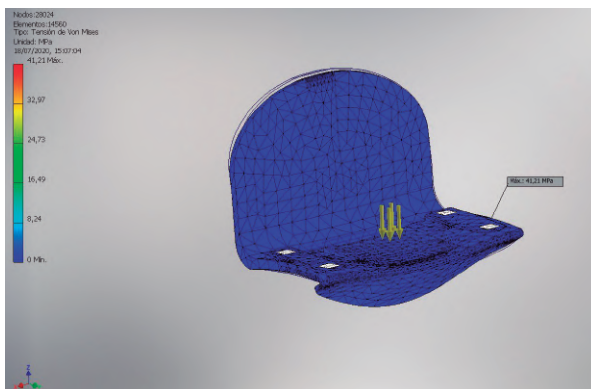


Figuras 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4: Vistas de alzado, planta, perfil y perspectiva de la propuesta de rediseño de asiento

Se han realizado los mismos ensayos, con las mismas cargas, en los mismos áreas de aplicación de las mismas y mismas condiciones de contorno.

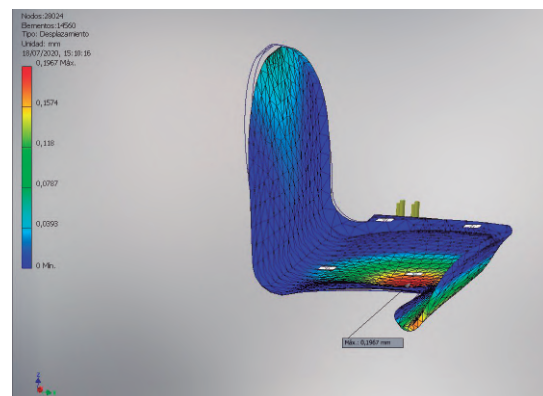
Sin embargo, se ha usado como material de recubrimiento de la estructura interior del asiento polietileno de alta densidad en vez de caucho natural debido a que es un plástico económico, resistente (límite elástico 33-40 MPa) y muy común en la industria. Por otra parte, se mantiene el material de la estructura interior, el aluminio. Se considera una plancha con dimensiones de 418x75x8mm, siendo eliminados los nervios, con 4 cilindros roscados sobre los que se atornillan las argollas, de la misma manera que en lo presentado en el capítulo 5.

Primero se ha realizado el supuesto del uso “normal”. Entre los resultados obtenidos del estudio del asiento destacan los siguientes.



Figuras 6.5 y 6.6: Tensión de Von Mises visto entero el conjunto y solo la estructura

Como se observa en las figuras 6.5 y 6.6 la tensión máxima de Von Mises alcanza un valor de 41,21 MPa en los cilindros roscados.



Figuras 6.7 y 6.8: Coeficiente de seguridad y desplazamiento

Como se observa en las figuras 6.7 y 6.8 el desplazamiento máximo se encuentra en el punto medio del recubrimiento del asiento próximo al extremo de apoyo del tren inferior del usuario, con un valor de 0,1967 mm.

En cuanto al coeficiente de seguridad, se observa que es de 6,67 ul., por lo que se concluye que se mejora de manera notoria el asiento realizado en el modelo para el estudio del capítulo 5 (habiendo obtenido un coeficiente de seguridad de 1,99 ul.).

Por último, se observa que la tasa de convergencia es de 0,005% por lo que invita a pensar en la precisión de los resultados obtenidos.

También se ha realizado el supuesto de un uso “extremo”. Estando el usuario dispuesto de pie, subido en un extremo sobre el asiento.

Como se observa en las figuras 6.10 y 6.11 la tensión máxima de Von Mises alcanza un valor de 49,3 MPa situada en los cilindros roscados sobre los que se atornillan las argollas. En cuanto al desplazamiento máximo, se encuentra en el punto medio del recubrimiento del asiento próximo al extremo de apoyo del tren inferior del usuario, con un valor de 0,1828 mm.

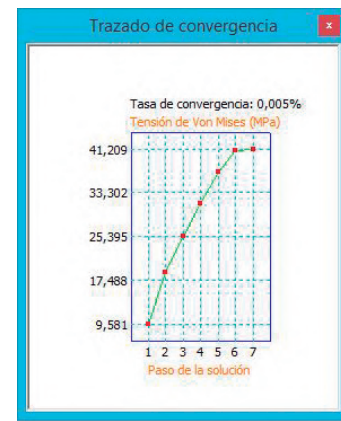
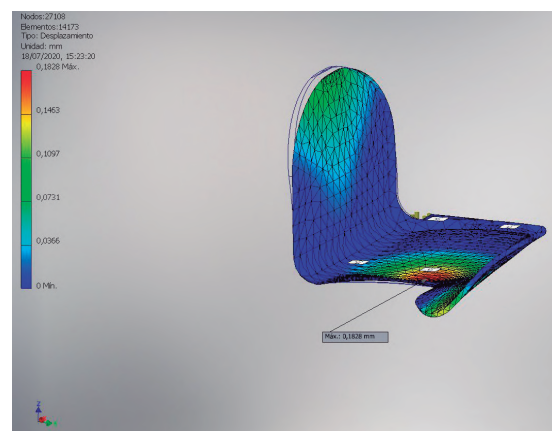
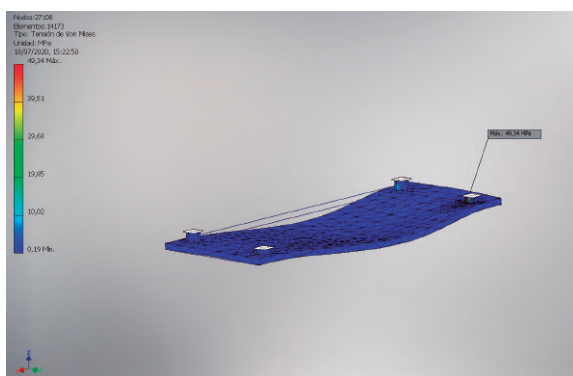


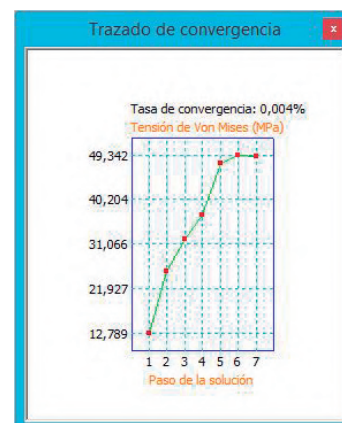
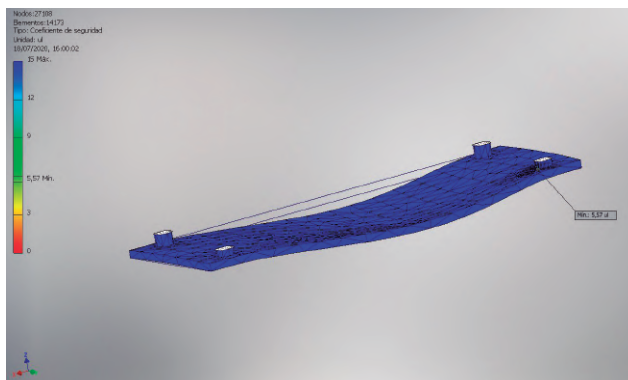
Figura 6.9: Tasa de convergencia



Figuras 6.10 y 6.11: Tensión de Von Mises vista en la estructura y desplazamiento del conjunto

Como se observa en las figuras 6.12 y 6.13 el coeficiente de seguridad es de 5,57 ul., por lo que se concluye que se mejora de manera notoria el asiento realizado en el modelo para el estudio del capítulo 5 (habiendo obtenido un coeficiente de seguridad de 1,98 ul.).

En cuanto a la tasa de convergencia, se ha obtenido una tasa de 0,004%.



Figuras 6.12 y 6.13: Coeficiente de seguridad y tasa de convergencia

Un cambio que se propone a nivel general del producto, teniendo en cuenta como se ha mencionado en capítulos anteriores del proyecto el insuficiente número de productos habilitados de carácter inclusivo en los parques públicos de Castilla y León; es decir, apto para personas con movilidad reducida o discapacidades que les obligue a estar en silla de ruedas.

Este tipo de productos necesita de un cuidado especial debido a que por su geometría son más propensos al vandalismo y usos no estipulados para el producto. Por esto, es aconsejable el uso de un producto destinado a personas con movilidad reducida en un ámbito privado.

Como uno de los principales requisitos a desarrollar en la propuesta de rediseño es la posibilidad de anclaje y fijación de la silla de ruedas a una estructura oscilante.

En este tipo de productos es fundamental y necesaria la intervención de una segunda persona que se encargue de proporcionar de inercia a la estructura oscilante (a diferencia de otros productos ya existentes que permiten autobalancear al propio usuario sin ayuda externa, considerando este tipo peligroso para el usuario que lo use y siendo conscientes de que gran porcentaje de las personas a las que está destinada el producto no pueden articular el tronco superior de manera normal ni tienen la fuerza necesaria). Por lo tanto, se soluciona este aspecto con la supervisión y ayuda necesaria y fundamental de una segunda persona.

Para el diseño de este producto se debe tener en cuenta la distancia de la estructura oscilante al suelo y la profundidad de la misma para que en el movimiento de péndulo no impacte con la superficie.

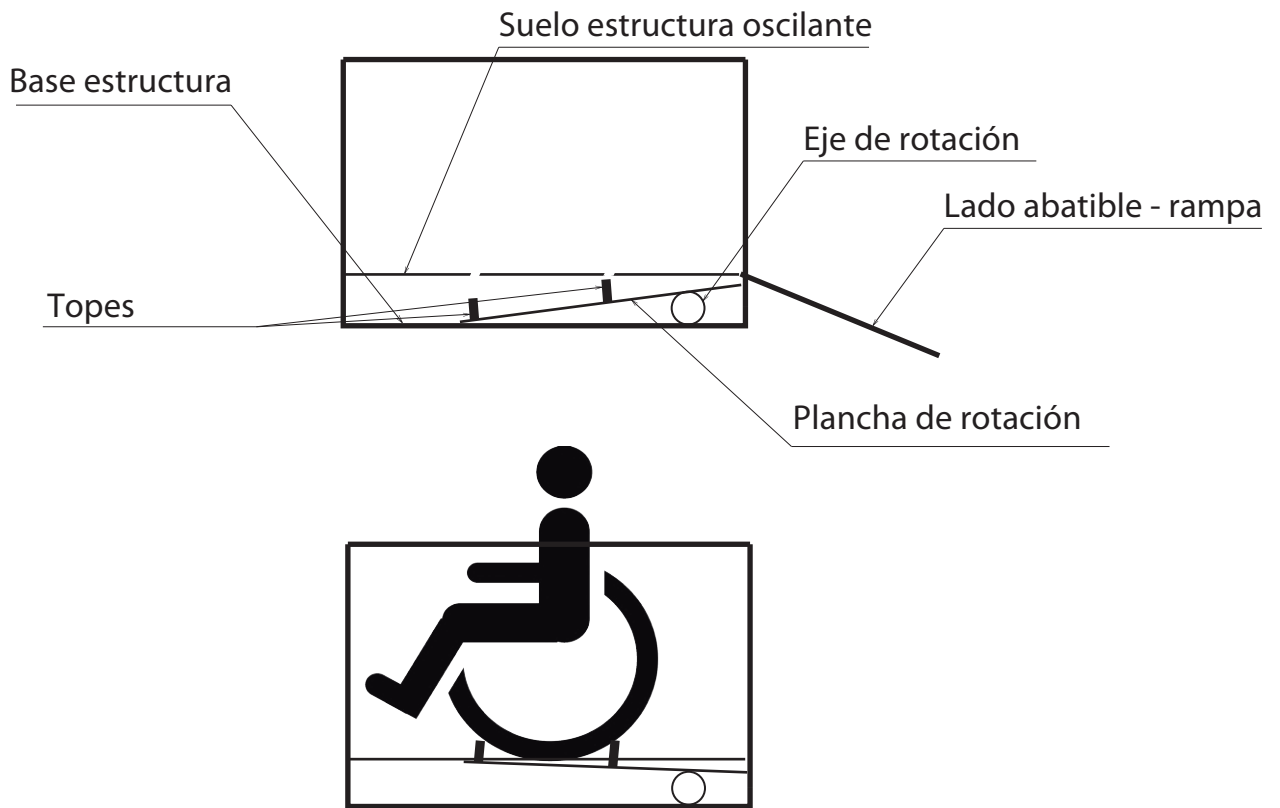
Otro aspecto a considerar es el acceso del usuario en la propia estructura oscilante, debiendo hacerlo de manera progresiva.

Ambos puntos anteriormente mencionados se resuelven mediante una estructura lo suficientemente alta respecto del suelo que le permita el balanceo sin problema y sea válido respecto a la normativa y con un lado de la estructura abatible de tal manera que sea usado como rampa para que pueda entrar y salir la silla de ruedas al espacio habilitado.

Para solucionar el problema de fijación y anclaje de la silla de ruedas a la estructura oscilante se propone en un sistema el cual dependa de la posición del lado abatible. Consistiría en un sistema mecánico de tal manera que cuando el lado que hace la función de rampa se encuentra abatido no acciona una palanca que está soldada a unos resortes que hacen de tope al sobresalir sobre unas ranuras hechas en la base de la estructura oscilante. De manera antagónica, cuando la rampa está en posición vertical; es decir, la estructura oscilante está cerrada, el lado acciona mediante presión una palanca que eleva 2 resortes que fijan la silla de ruedas reduciendo enormemente su movimiento longitudinalmente.

Con este sistema mecánico se pretende relacionar los 2 aspectos clave, el acceso y la sujeción de la silla de ruedas a la estructura.

La estructura tendría que contar con un doble fondo, además de contar con un tubo que hiciera la función de eje de rotación del plano al que están soldados los resortes y sobre el que se hace el efecto de palanca con la rampa una vez se pone en posición vertical.



Figuras 6.14 y 6.15: Vistas en corte lateral de la estructura propuesta oscilante para personas con movilidad reducida junto al sistema mecánico de sujeción

Lo anteriormente mencionado se aprecia en las figuras 6.14 y 6.15. En la primera figura se observa la estructura sin el uso del usuario, con el lado abatido, disponible para que pueda acceder a la misma. En la segunda figura se observa como mediante la presión del lado abatible sobre la plancha de rotación se accionan los soportes, reduciendo el movimiento de la silla de manera notable.



Figuras 6.16: Ejemplo de propuesta de rediseño del producto hacia un fin inclusivo [https://bricantel.pt/parques-infantiles/columpios/applefly-ii/?lang=es]

6.2.- Material

En cuanto al material, se propone la sustitución del material empleado en el recubrimiento del asiento (caucho) por polietileno de alta densidad (HDPE), como se ha indicado en la propuesta de rediseño del asiento en el apartado anterior.

En cuanto al reciclaje tanto mecánico como térmico presenta unas características excelentes, mientras que en el caucho el método más común para el reciclaje de residuos de caucho sintético es la trituración mecánica. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de caucho. Se logra mediante el corte y el desgarrado del residuo a reciclar, usando trituradoras equipadas con cuchillas rotativas de varios tamaños.

La densidad es algo inferior (940 kg/m^3) respecto a los 970 kg/m^3 del caucho, por lo que aligera el peso del conjunto del asiento.

El límite elástico como se mencionaba antes (33-40 MPa) del HDPE es superior al del caucho, con un límite elástico de 21 MP por lo que lo convierte en un material más resistente en cuanto este aspecto.

Desde el punto de vista del precio, resulta algo más económico el kilogramo de granza del HDPE frente al kilogramo de caucho natural (1,05€/kg frente a 1,3€/kg; precios estimativos). Aunque se aumenten las dimensiones del recubrimiento, añadiendo la curvatura del tren inferior y el respaldo, se debe tener en cuenta que la densidad del HPDE es menor y; por tanto, un mismo volumen puede conseguirse con un menor peso; es decir, menor cantidad de granza a emplear (dada la situación de mismo volumen) suponiendo un menor coste económico.

También debe tenerse en cuenta que podría colocarse sin problema alguno la estructura metálica en el interior del material mediante el mismo proceso de fabricación que se indica en el capítulo 5 del proyecto.

6.3.- Optimización de recursos

Para un análisis de la optimización de los recursos se debe visualizar el reparto y el porcentaje al que se destinan dichos recursos sobre el producto.

Esto es consigue gracias al diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos mostrados en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras, asignando un orden de prioridades.

Mediante la gráfica colocamos los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

En la figura que se muestra a continuación se recoge de manera resumida los costes obtenidos en el capítulo 11, presupuesto.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE	
	Material	Comercial		
1.- COSTE DE FABRICACIÓN		9.988,00 €	69.598,65 €	
		58.670,12 €		
	M.O.D			925,43 €
	Puesto de Trabajo			15,10 €
2.- MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I = 30% x M.O.D.		277,63 €	
3.- CARGAS SOCIALES	C.S. = 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		481,23 €	
4.- GASTOS GENERALES	G.G. = 13%. M.O.D.		120,31 €	
5. GASTOS COMERCIALES	G.C = 5% x Cf		3.479,93 €	
6.- COSTO TOTAL EN FÁBRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		73.957,75 €	
7.- BENEFICIO INDUSTRIAL	B.I. = 13% x Ct		9.614,51 €	
8.- PRECIO DE 100 UNIDADES	Precio del lote de 100		83.572,26 €	
9.- PRECIO DE VENTA FINAL	Precio unitario		835,72 €	
	Con 21% I.V.A.		1.011,22 €	

Figura 6.17: Tabla resumen de los costes de la fabricación del producto.

Haciendo una valoración percentil:

DATOS RECOGIDOS PARA DIAGRAMA DE PARETO				
	COSTES	COSTES ACUMULADOS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1.- MATERIAL	686,58 €	686,58 €	97,42%	97,42%
2.- MANO DE OBRA DIRECTA	9,25 €	695,84 €	1,31%	98,73%
3.- PUESTO DE TRABAJO	0,15 €	695,99 €	0,02%	98,75%
4.- MANO DE OBRA INDIRECTA	2,78 €	698,76 €	0,39%	99,15%
5.- CARGAS SOCIALES	4,81 €	703,58 €	0,68%	99,83%
6.- GASTOS GENERALES	1,20 €	704,78 €	0,17%	100,00%

Figura 6.18: Tabla resumen de los porcentajes relativos y acumulados de los costes

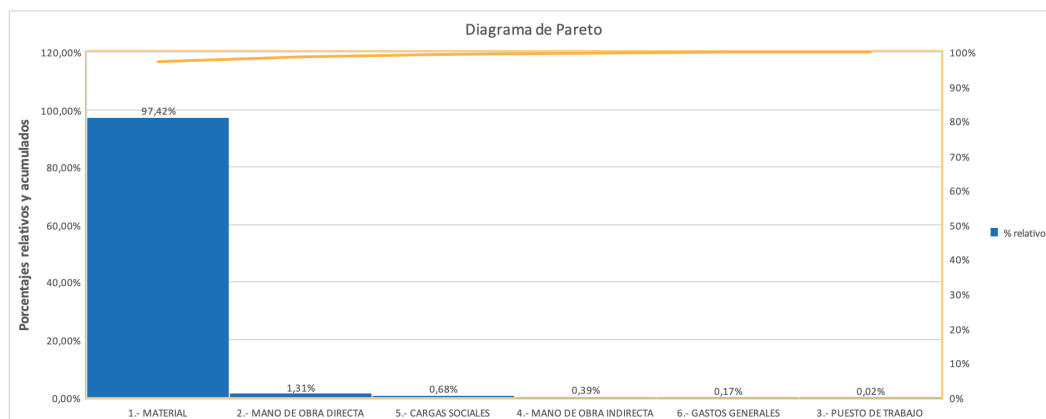


Figura 6.19: Diagrama de pareto de los costes

Como se puede observar, el 97,42% del coste en fábrica del producto se atribuye a la compra de elementos y material que va a ser procesado en fabricación. El resto de costes tienen un valor prácticamente despreciable frente al primero. En caso de que se quiera una optimización de costes y; por tanto, del producto se deberá modificar de manera clara los costes empleados en el material.

7.- CONCLUSIONES

Tras realizar el análisis del columpio ASL_225C, desde los principios ergonómicos hasta el cálculo de la integridad estructural, tensiones y deformaciones pasando por el diseño del CAD junto a su embalaje y transporte, se estima que cumple todos los requisitos y objetivos establecidos en el inicio del proyecto y es perfecto para el uso del público objetivo al que está destinado.

Este tipo de productos que están expuestos en parques públicos deben cumplir una serie de requisitos y parámetros los cuales acotan mucho el diseño en cuanto a dimensiones se refiere, teniendo en cuenta aspectos tan fundamentales como la altura de caída libre o áreas de seguridad del producto.

Un aspecto que se considera que puede ser mejorado u optimizado es el de distribución y transporte debido a que la longitud de la viga-larguero es un impedimento teniendo en cuenta la dificultad para encontrar palets que se amolden a las medidas del mencionado elemento y, por consiguiente, del vehículo que transporte el mismo siendo complicado apilar los productos a la hora de proceder a su distribución debido a la geometría de los mismos.

Como se ha indicado en el capítulo de mejoras y rediseño, se considera “cuello de botella” a la estructura del asiento siendo esta el elemento con un coeficiente de seguridad menor de todo el producto, alcanzando el punto de rotura (cuando las cargas sobrepasan de manera notoria el límite elástico del aluminio) del asiento con las cadenas. Si bien es cierto que está diseñado para que soporte actuaciones con sobrecargas o actos vandálicos.

Se entiende que se buscan en el diseño estas zonas “más propensas a la rotura” debido a que en caso de sobrecargas la rotura se produzca en sitios donde el daño o perjuicio hacia los usuarios sea la mínima posible, de la misma manera que suponga el menor coste en cuanto a reparación o sustitución del elemento dañado.



Figura 7.1: Columpio objeto de análisis en perspectiva

8.- BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de Diseño Mecánico. Universidad de Valladolid (2019-2020)
- Apuntes de Ergonomía. Universidad de Valladolid (2018-2019)
- Apuntes de Oficina Técnica. Universidad de Valladolid (2019-2020)
- Apuntes de Procesos Industriales de Fabricación. Universidad de Valladolid (2019-2020)
- Apuntes de Resistencia de Materiales. Universidad de Valladolid (2018-2019)
- Apuntes de Taller de Diseño III. Universidad de Valladolid (2019-2020)
- Asociación de Paraplégicos y Grandes Minusválidos. (2020). Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.aspaymcyl.org/quienes-somos/aspaym-cyl>
- Ayuntamiento de Valladolid, BOP (14 de marzo 1990): Reglamento de parques y jardines de la ciudad de Valladolid. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de: <https://www.valladolid.es/es/ayuntamiento/normativa/parques-jardines-ciudad-valladolid-reglamento>
- Cadena de fondeo. Promonautica. (2020). Recuperado el 23 de junio de 2020, de: <https://www.promonautica.com/cadenas-de-fondeo/7865-6-mm-50-metros-cadena-calibrada-galvanizada-lofrans.html>
- Casares, Gloria (14 de enero 2020). “La zona infantil de Santa Clara es el último foco de vandalismo”. *Hoy*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.hoy.es/almendralejo/zona-infantil-santa-20200114003742-ntvo.html>
- Columpio de madera para parques públicos rfa.- 225_C. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-C&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no
- Columpio MASGAMES FUJI Adultos. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: <http://www.masgames.es/es/columpios/columpios-y-asientos-masgames/Columpio-MASGAMES-FUJI-para-Adultos>
- Columpio MASGAMES KATA. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: <http://www.masgames.es/es/columpios/columpios-y-asientos-masgames/Columpio-MASGAMES-KATA>

Columpio para niños gorditos o mayores con discapacidad Física o psíquica rfa.- 225J. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: http://www.agasasl.com/fArticuloPimad.php?ref=225-J&pag_pos=1&id_familia=1303&origen=LISTA&busqueda=no

Curiosfera Historia (27 de abril 2020). “Historia del columpio – Origen, inventor y evolución”. *CurioSfera*. Recuperado el 30 de abril de 2020, de: <https://curiosfera-historia.com/historia-del-columpio/>

Díaz, José María (25 de febrero 2018). “Palencia renovará tres parques infantiles y creará otro en la plaza de la Laguna”. *El Norte de Castilla*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.elnortedecastilla.es/palencia/palencia-renovara-tres-20180225201527-nt.html>

Ferros Planes. Las fases del proceso de zincado. (2020). Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <https://ferrosplanes.com/proceso-de-zincado-que-es-y-que-ventajas-tiene/>

FKR Química S.L. FKR-ACQ Extra. (2020). Recuperado el 4 de mayo de 2020, de: <https://fkrquimica.com/nuestros-productos/autoclave/fkr-acq/>

Fundación Faustino Orbegozo Eizagurre (2011). *Estudio de crecimiento en Bilbao. Curvas y tablas de crecimiento*.

Hubei Veldlion Machinery Co., Ltd. JAC 8ton Truck Crane Straight Boom Factory Make 10t 12t 4X2 6 Wheels Diesel Type JAC Truck Mounted Telescopic Crane. (2020). Recuperado el 21 de junio de 2020, de: <https://veldlion.en.made-in-china.com/product/wjGnboqcfWVR/China-JAC-8ton-Truck-Crane-Straight-Boom-Factory-Make-10t-12t-4X2-6-Wheels-Diesel-Type-JAC-Truck-Mounted-Telescopic-Crane.html>

Instituto Nacional de Estadística. (2020). Consumos energéticos por agrupación de actividad. Recuperado el 23 de junio de 2020, de: <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t04/p01/serie/I0/&file=01001.px&L=0>

INVENES. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: <http://www.oepm.es>

Junta de Andalucía, Decreto 127/2001 (5 de junio 2001): Medidas de seguridad en los parques infantiles. Recuperado el 11 de junio de 2020, de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2001/66/3>

Junta de Andalucía, Ley 1/1998 (20 de abril 1998): Ley de los derechos y la atención al menor. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/1998/53/3>

- Junta de Castilla y León, Ley 2/2013 (15 de mayo 2013): Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de: <https://serviciosociales.jcyl.es/web/jcyl/ServiciosSociales/es/Plantilla100Detalle/1246991411473/Normativa/1184063561914/Redaccion>
- Junta de Galicia, Decreto 245/2003 (24 de abril 2003): Normas de seguridad en los parques infantiles. Recuperado el 11 de junio de 2020, de: <https://politicassocial.xunta.gal/es/conselleria/normativa/decreto-2452003-del-24-de-abril-por-lo-que-se-establecen-las-normas-de>
- Junta de Galicia. Proceso de obtención de la madera. (2020). Recuperado el 7 de mayo de 2020, de: <https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/mod/page/view.php?id=25062>
- Ley 31/1995, (10 de noviembre 1995) BOE: Prevención de Riesgos Laborales, en lo que afecta a los derechos y obligaciones, Servicios de prevención, Consulta y participación de los trabajadores, Obligaciones de los fabricantes, importadores y suministradores, Responsabilidades y sanciones.
- Maderas Estanqueiro S.L. Proceso del tratamiento en Autoclave (R.4). (2020). Recuperado el 4 de mayo de 2020, de: <https://www.madeirasestanqueiro.com/proceso-del-tratamiento.html>
- Maderas & Impregnaciones S.L. Tratamiento de vacío-presión en autoclave (2020). Recuperado el 4 de mayo de 2020, de: <http://maimsl.com/tratamiento-vacio-presion-en-autoclave/>
- Mario Alejandro (19 de enero 2017). “Destrozan los juegos infantiles del Campo Grande”. *Cadena Ser*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: https://cadenaser.com/emisora/2017/01/19/radio_valladolid/1484806542_299572.html
- Parra, Ana María (31 de agosto 2013). “Evolución histórica parques infantiles 1900-1999”. *Informe Final UCP*. Recuperado el 30 de abril de 2020, de: <http://informefinalucp.blogspot.com/2013/08/evolucion-historica-parques-infantiles.html>
- Prontuario de Perfiles Metálicos. Perfiles Huecos Redondos. (2020). Recuperado el 4 de mayo de 2020, de: <https://ingemecanica.com/tutoriales/prontuariodeperfiles.html>
- Protolabs. Moldeo por inyección de plásticos. (2020). Recuperado el 7 de mayo de 2020, de: <https://www.protolabs.es/servicios/moldeo-por-inyeccion/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos/>

- Rajapack. CPL35ES (2020). Recuperado el 10 de junio de 2020, de:
https://www.rajapack.es/cajas-carton-contenedores-cajas-postales/cajas-carton-cajas-americanas/caja-plana-carton-canal-simple-platibox-45x40x15cm_skuCPL35ES.html
- Real Decreto 1205/2011 (26 de agosto 2011), BOE: Seguridad de los juguetes.
- Real Decreto 486/1997 (23 de abril 1997), BOE: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Redacción NoticiasCyL (15 de noviembre 2017). “Ni los columpios para niños minusválidos se libran del vandalismo en Zamora”. *NoticiasCyL*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.noticiascyl.com/t/1813340/ni-columpios-ninos-minusvalidos-libran-vandalismo-zamora>
- Redacción Pontevedraviva (14 de julio 2018). “Prenden fuego a las palmeras del parque cuntesense de la Horta do Cura”. *Pontevedraviva*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.pontevedraviva.com/xeral/47353/prenden-fuego-palmeras-parque-cuntesense-horta-cura/?lang=es>
- Redacción Zamora24horas (6 de febrero 2019). “El Ayuntamiento de Benavente apuesta por el parque infantil La Mota en su plan de renovación de parques infantiles”. *Zamora24horas*. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de: <https://www.zamora24horas.com/texto-diario/mostrar/1319246/benavente-instalara-cameras-videovigilancia-evitar-vandalismo-parques-infantiles>
- Thyssenkrupp. Ficha técnica-Acero estructural no aleado laminado en caliente S-235. (2020). Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: https://es.materials4me.com/media/pdf/15/34/43/ficha-tecnica_calidad_S235JR_espanol.pdf
- UNE-EN 1050:1997. Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo del 14/06/1997.
- UNE-EN 1176-1:2018+AC: Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 1: Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo.
- UNE-EN 1176-2:2018+AC Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo adicionales específicos para columpios.
- UNE-EN 1991-1-2:2019: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
- UNE-EN 1991-1-3:2018: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve.

UNE-EN 1991-1-4:2018: Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-4: Acciones generales. Acciones de viento.

UNE-EN 335:2014: Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Clases de uso: definiciones, aplicación a la madera maciza y a los productos derivados de la madera.

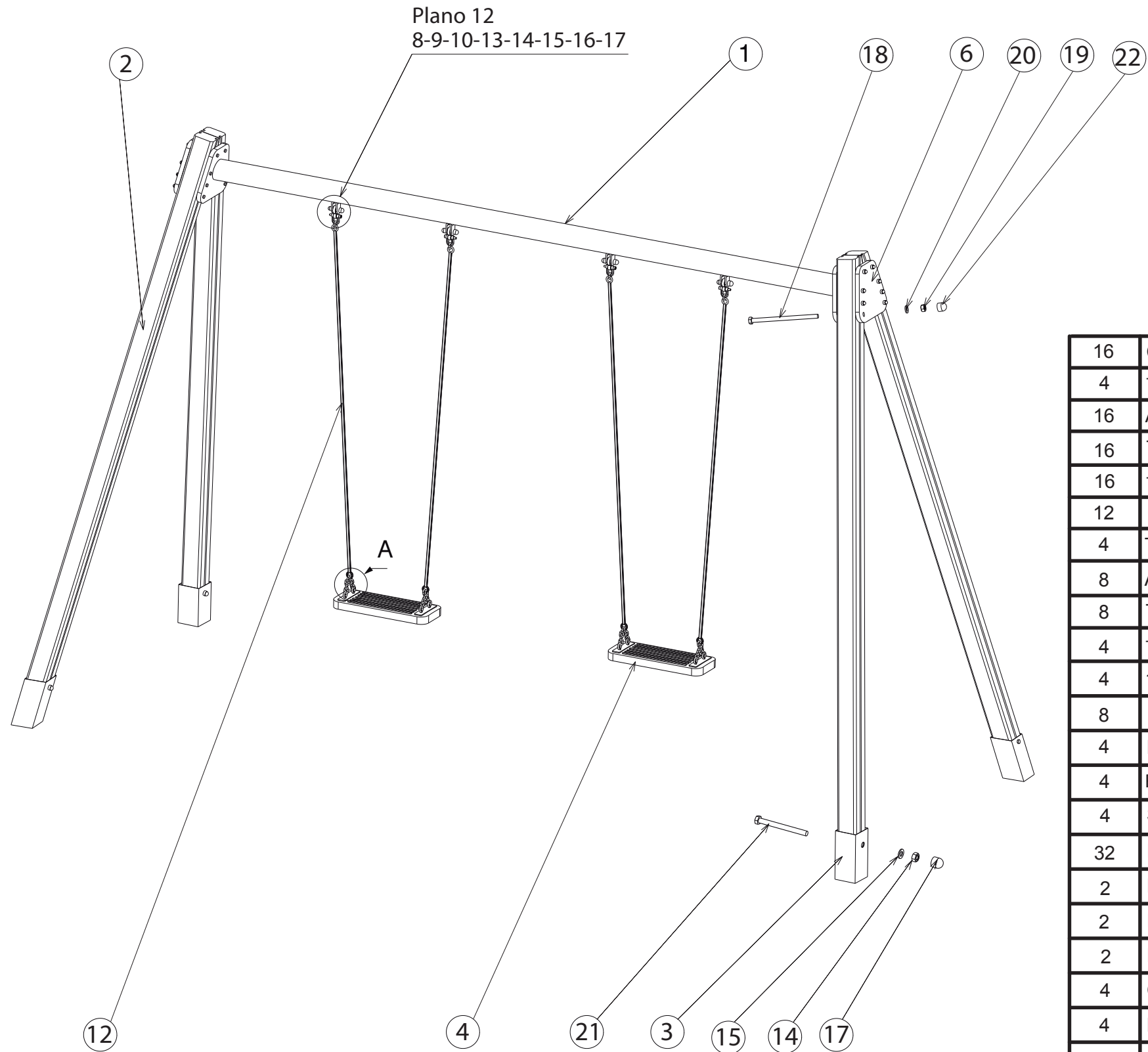
UNE-EN 350:2017: Durabilidad de la madera y de los productos derivados de la madera. Ensayos y clasificación de la resistencia a los agentes biológicos de la madera y de los productos derivados de la madera.

Universidad de Barcelona. Polietileno de alta densidad. (2020). Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-alta-densidad>

Wikipedia. Caucho. (2020). Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Caucho>

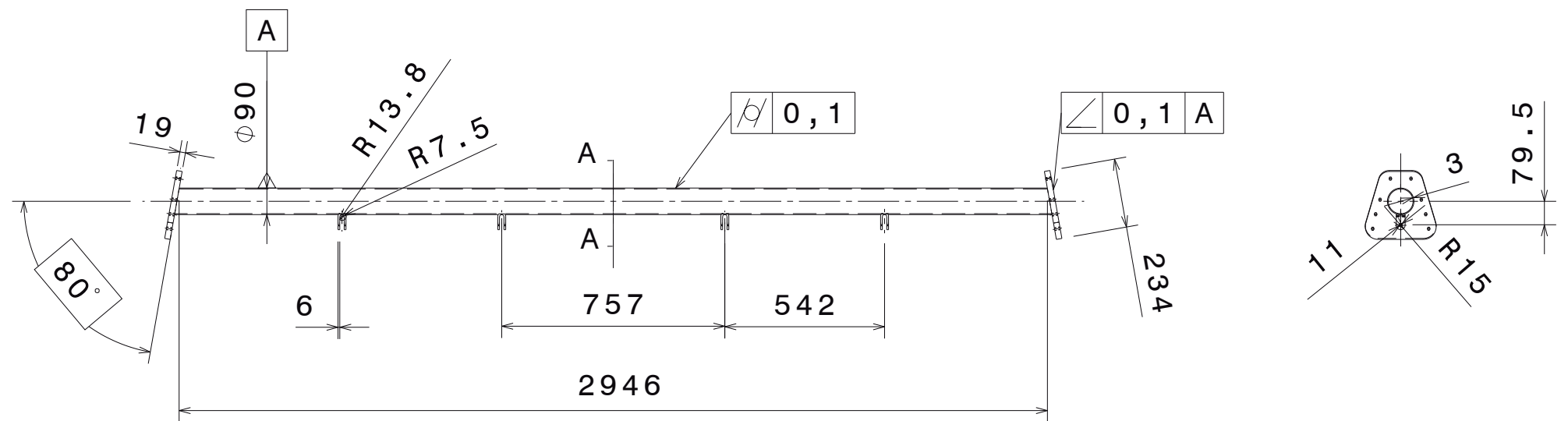
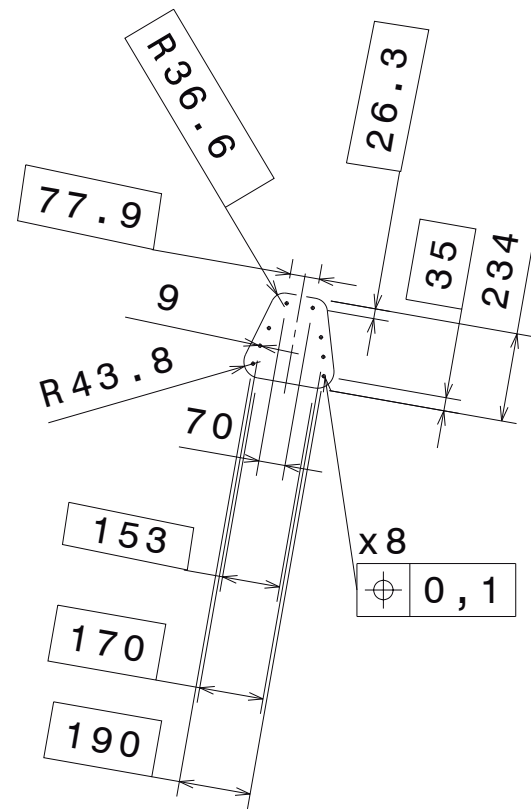
Wikipedia. Polietileno de alta densidad. (2020). Recuperado el 6 de mayo de 2020, de: https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno_de_alta_densidad

WIPO Patenscope. (2020). Recuperado el 1 de mayo de 2020, de: <https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>

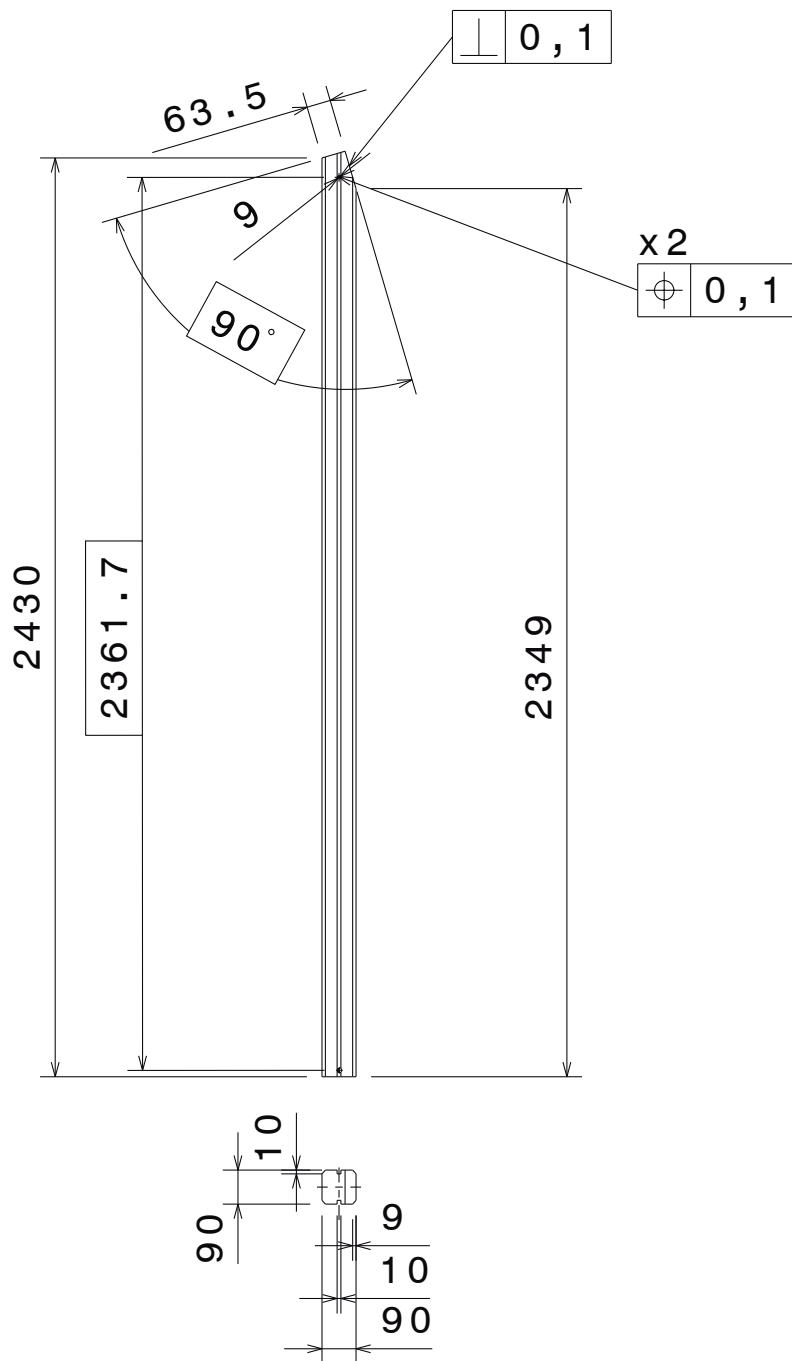


16	Capuchón M8	22	Plano 11	PP
4	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 - M10 x 120 - 10.9	21	UNE-EN ISO 4017	
16	Arandela ISO 7089 - 8 - 300 HV	20	UNE-EN ISO 7089	
16	Tuerca hexagonal normal ISO 4032 - M8 - 10	19	UNE-EN ISO 4032	
16	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 - M8 x 140 - 10.9	18	UNE-EN ISO 4017	
12	Capuchón M10	17	Plano 10	PP
4	Tornillo DIN 912 - M8 x 1 x 45 - 10.9	16	DIN 912	
8	Arandela ISO 7089 - 10 - 300 HV	15	UNE-EN ISO 7089	
8	Tuerca hexagonal normal ISO 4032 - M10 - 10	14	UNE-EN ISO 4032	
4	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 - M10 x 40 - 10.9	13	UNE-EN ISO 4017	
4	1,7 m 6 mm cadena c recto DIN 5685	12	DIN 5685	
8	Argolla	11	Plano 09	Acero
4	Brida	10	Plano 08	Acero
4	Rodamiento de bolas 6300-2RS-SKF - 10x35x11 mm	9	SKF 6300-2RSH	
4	Soporte rodamiento	8	Plano 07	Acero
32	Eslabón 6mm clase 8 UNE-EN 1677-4	7	UNE-EN 1677-4:2001+A1	
2	Placa lateral trapezoidal exterior	6	Plano 06	HDPE
2	Estructura del asiento	5	Plano 05	Aluminio
2	Recubrimiento del asiento	4	Plano 04	Caucho
4	Calza	3	Plano 03	Aluminio
4	Listón	2	Plano 02	Madera
1	Viga	1	Plano 01	Acero S-235
Nº de Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

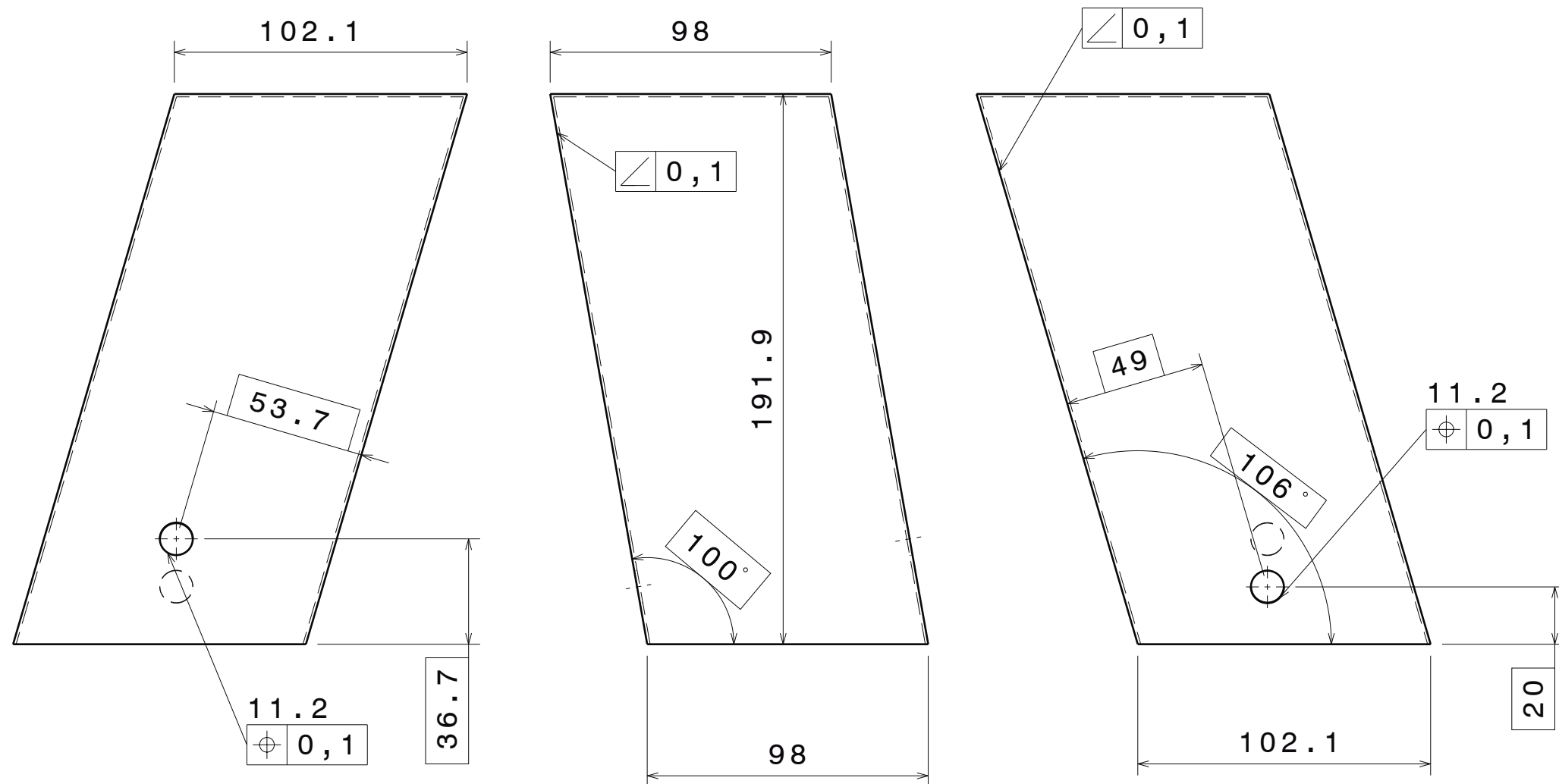
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala	Denominación			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
1:20	Columpio			Plano:	Plano 00
				Autor:	Villagrà García, Miguel



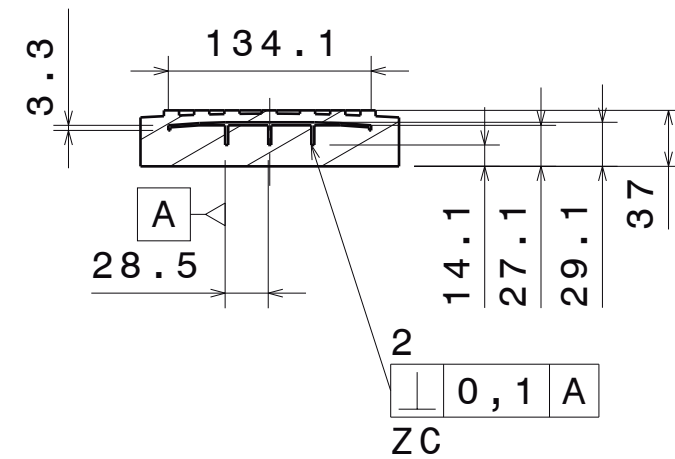
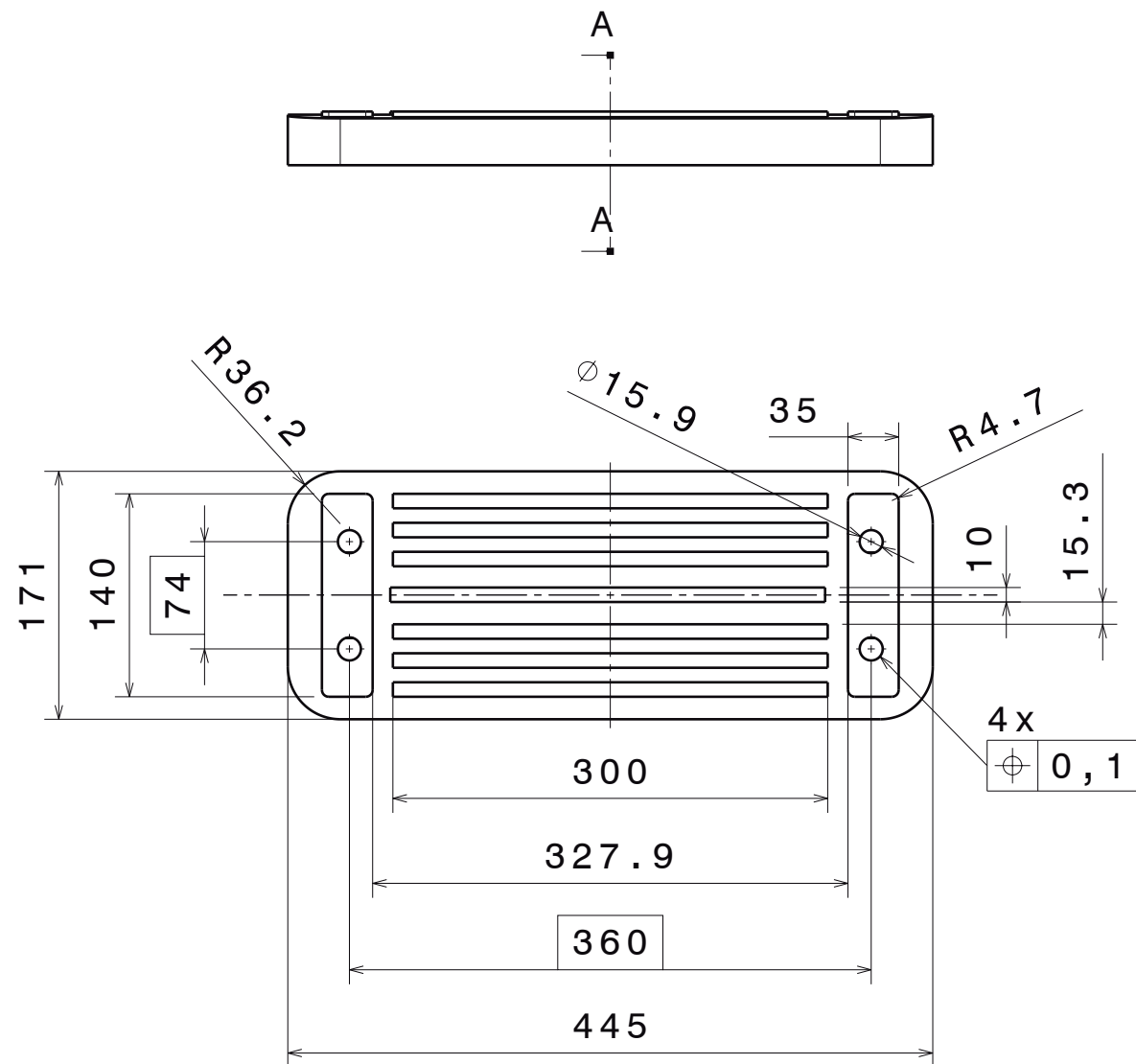
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Acero S-235		Calidad Superficial N9	
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala 1:20	Denominación Viga			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
	Plano:	Plano 01			
	Autor:	Villagrà García, Miguel			



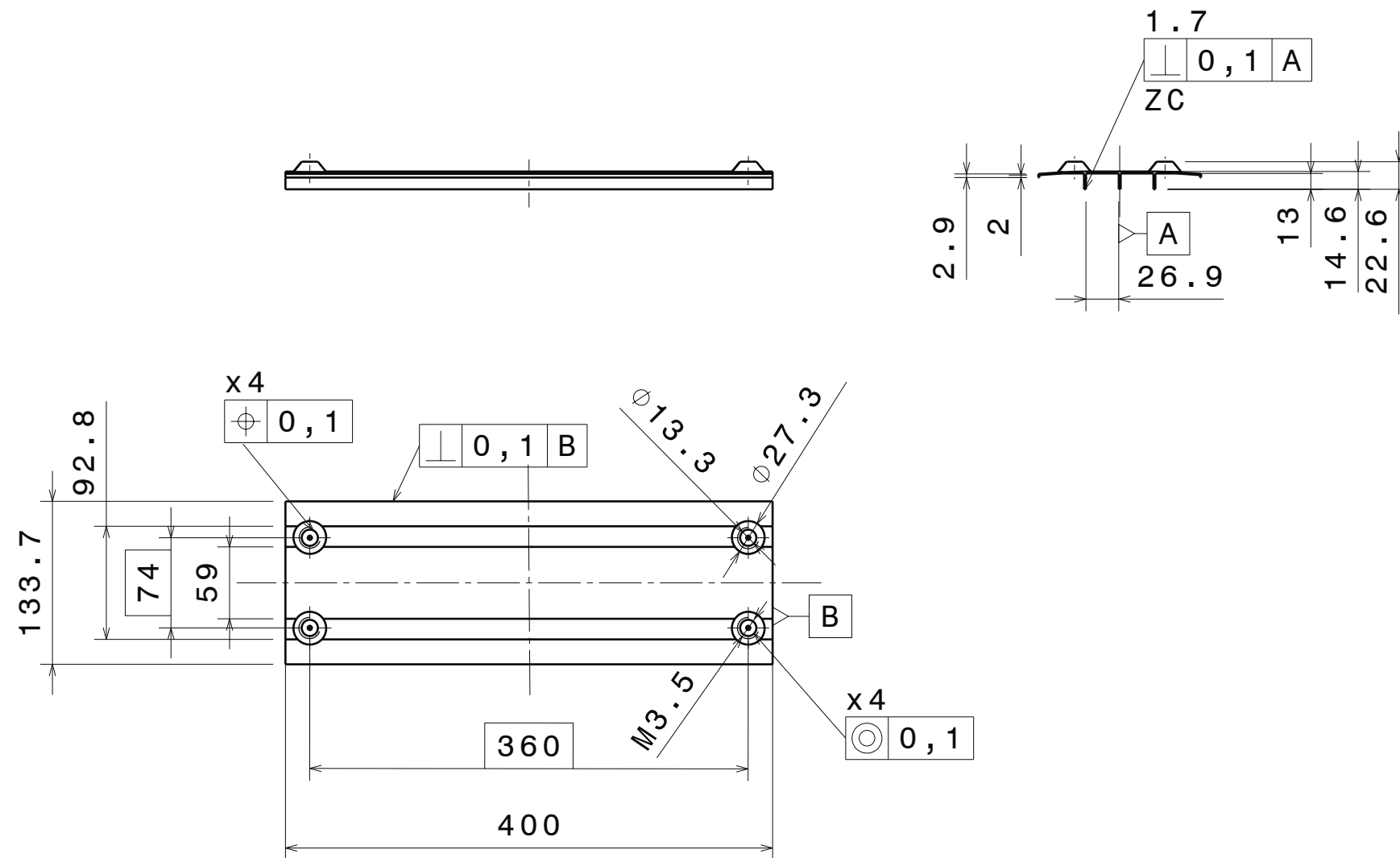
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Madera		Calidad Superficial N9		
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado	
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid	
Comprobado						
Escala 1:20	Denominación Listón			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
				Plano:	Plano 02	
				Autor:	Villagrà García, Miguel	



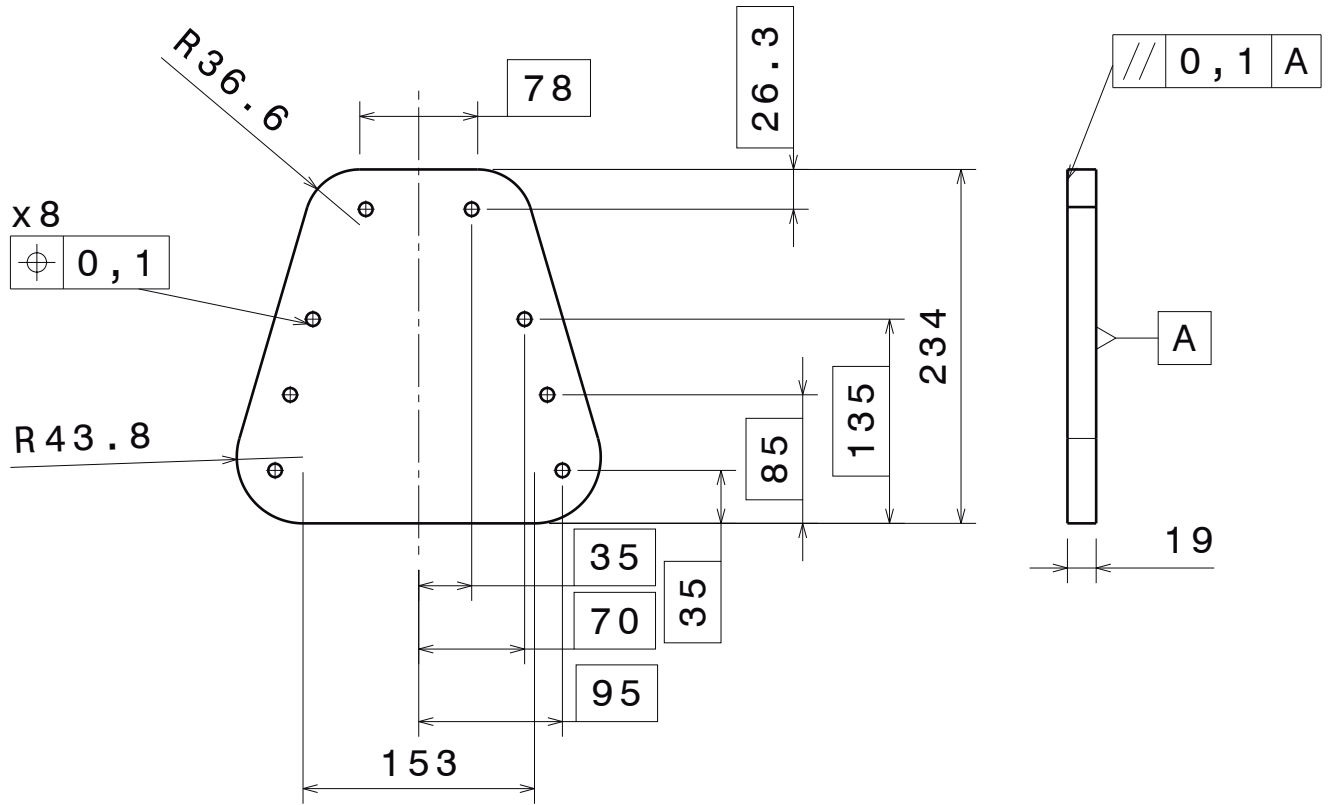
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Aluminio		Calidad Superficial N9	
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala 1:2	Denominación Calza			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
	Plano:	Plano 03			
	Autor:	Villagrà García, Miguel			



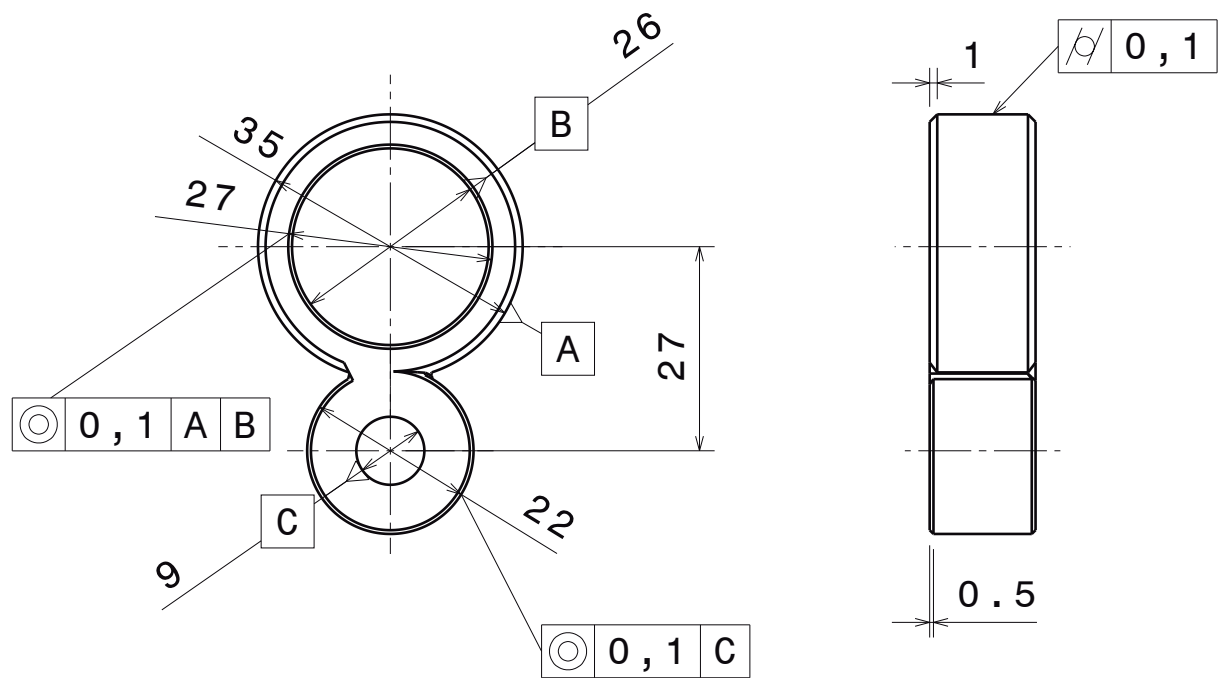
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Caucho		Calidad Superficial	
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala 1:2	Denominación Recubrimiento del asiento			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
				Plano:	Plano 04
				Autor:	Villagrà García, Miguel

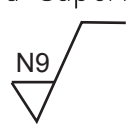
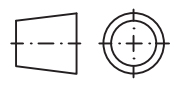


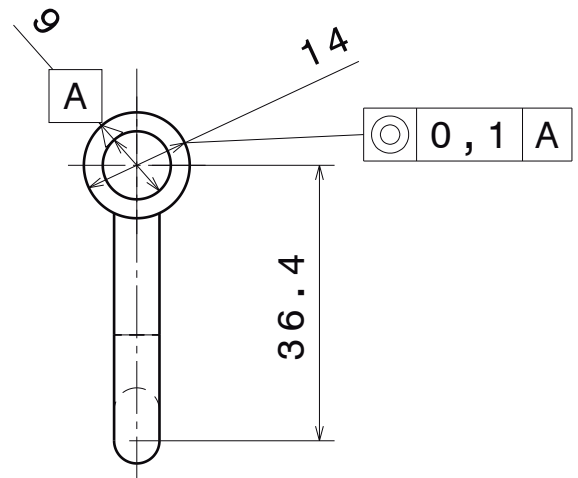
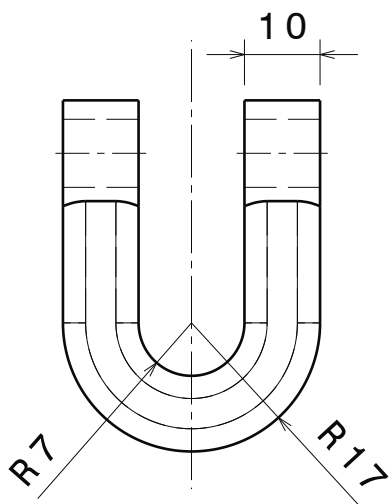
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Aluminio		Calidad Superficial N9	
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala 1:2	Denominación Estructura del asiento			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
	Plano:	Plano 05			
	Autor:	Villagrà García, Miguel			



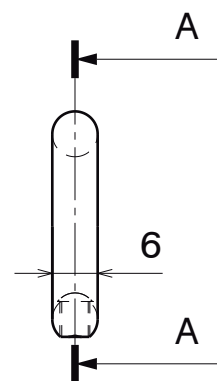
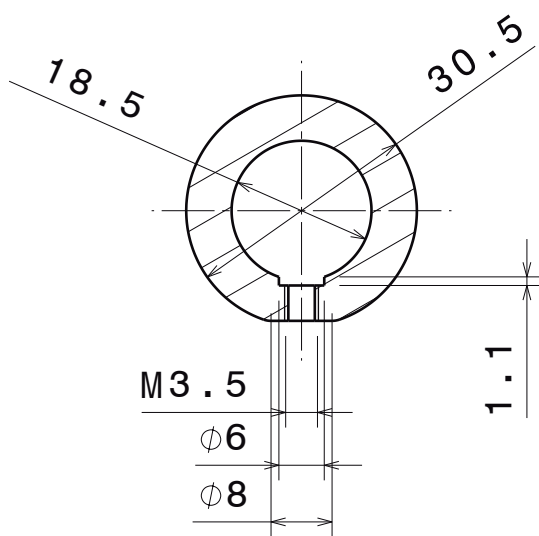
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material HDPE		Calidad Superficial		
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado	
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid	
Comprobado						
Escala 1:5	Denominación Placa lateral trapezoidal exterior			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
			Plano:	Plano 06		
			Autor:	Villagrà García, Miguel		



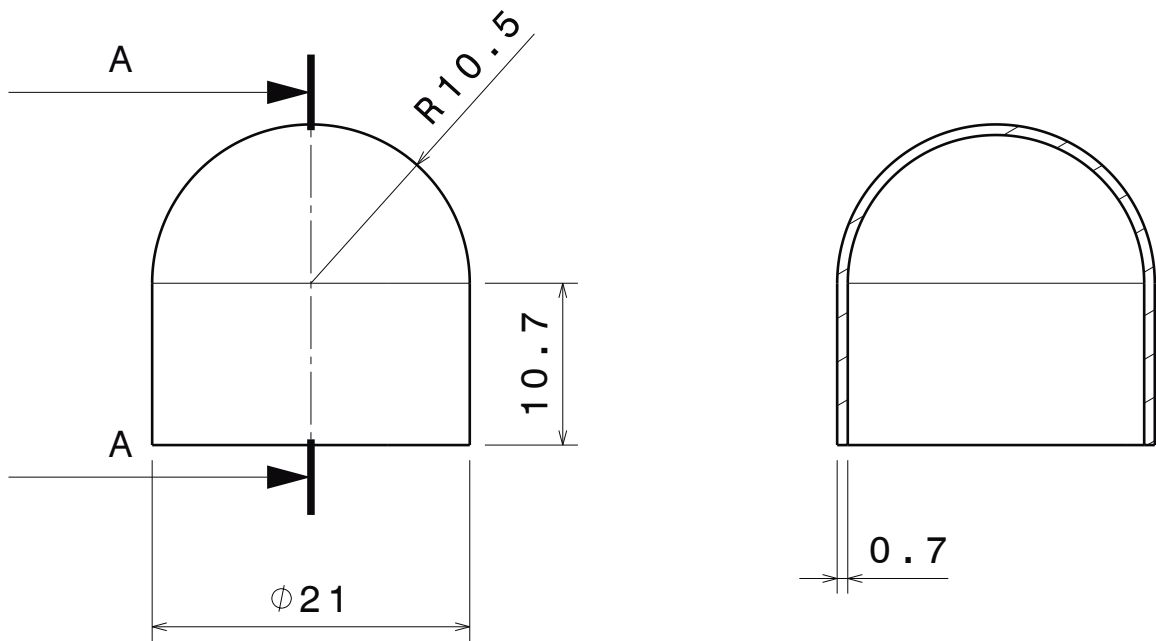
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Acero		Calidad Superficial 		
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado	
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid	
Comprobado						
Escala 1:1	Denominación Soporte rodamiento			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
				Plano:	Plano 07	
				Autor:	Villagrà García, Miguel	



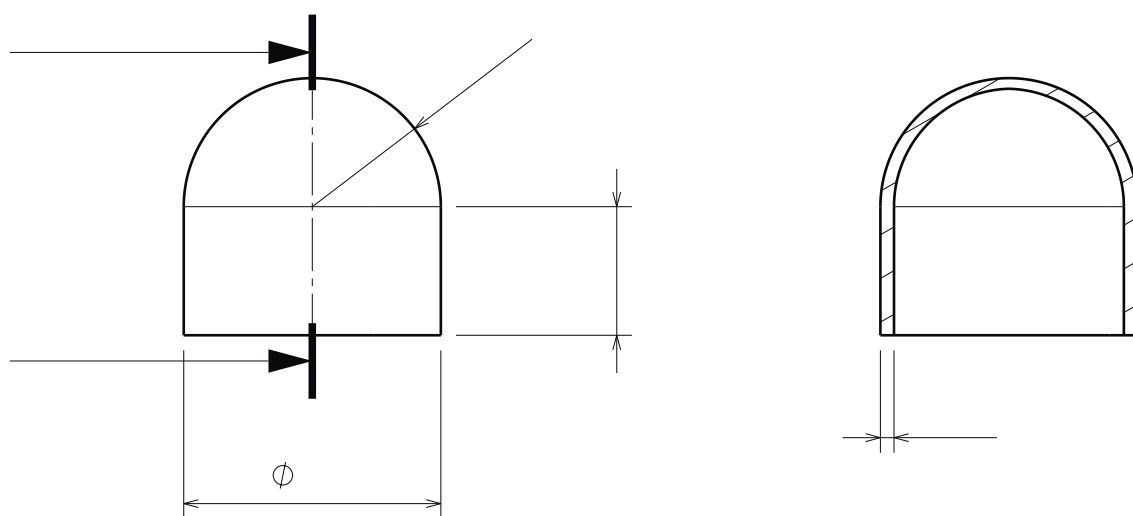
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Acero		Calidad Superficial N9		
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado	
Dibujado	20/06/2020				Centro:	Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					Especialidad:	Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Escala 1:1	Denominación Brida			Plano:	Plano 08	
				Autor:	Villagrà García, Miguel	



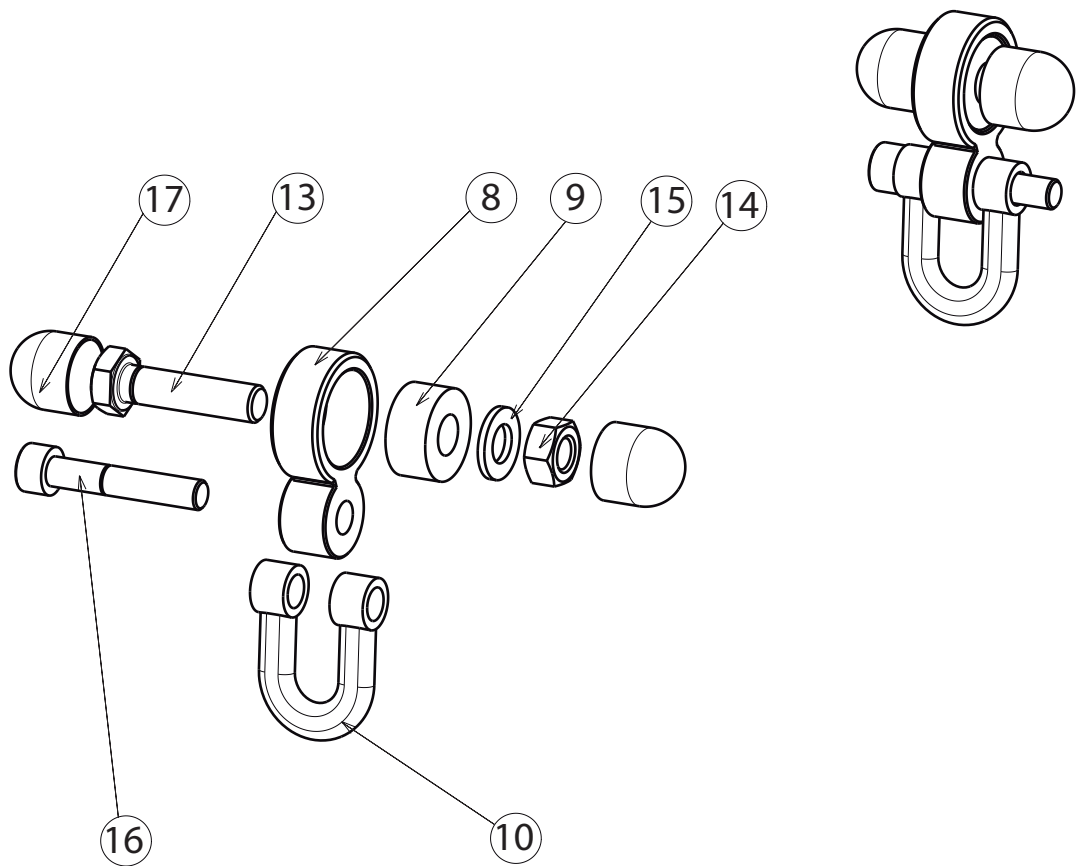
Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material Acero		Calidad Superficial N9
Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020			Centro:
Comprobado		Especialidad:		Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
Escala 1:5	Denominación Argolla		Plano:	Plano 09
			Autor:	Villagrà García, Miguel



Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material PP		Calidad Superficial
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura: Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020			
Comprobado				
Escala 2:1	Denominación Capuchón M10		Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
			Plano:	Plano 10
		Autor:		Villagrà García, Miguel



Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo: ISO 2768 - m		Material PP		Calidad Superficial		
	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado	
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid	
Comprobado						
Escala 2:1	Denominación Capuchón M8			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
				Plano:	Plano 11	
				Autor:	Villagrà García, Miguel	



2	Capuchón M10	17	Plano 13	PP
1	Tornillo DIN 912 - M8 x 1 x 45 - 10.9	16	DIN 912	
1	Arandela ISO 7089 - 10 - 300 HV	15	UNE-EN ISO 7089	
1	Tuerca hexagonal normal ISO 4032 - M10 - 10	14	UNE-EN ISO 4032	
1	Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4017 - M10 x 40 - 10.9	13	UNE-EN ISO 4017	
1	Brida	10	Plano 10	Aluminio
1	Rodamiento de bolas 6300-2RS-SKF - 10x35x11 mm	9		
1	Soporte rodamiento	8	Plano 08	Acero S-235
Nº de Piezas	Denominación	Marca	Referencia	Material

Tolerancias generales para las dimensiones sin indicación en el dibujo:
ISO 2768 - m

Material

Acero

Calidad Superficial



	Fecha	Nombre	Firmas	Asignatura:	Trabajo de Fin de Grado
Dibujado	20/06/2020				Centro: Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid
Comprobado					
Escala	Denominación			Especialidad: Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	
1:2	Sistema de giro			Plano:	Plano 12
				Autor:	Villagrà García, Miguel

10.- PLIEGO DE CONDICIONES

10.1.- Pliego de condiciones generales

10.1.1.- Disposiciones generales

10.1.1.1.- Naturaleza y objetivo del Pliego General

Artículo 1.- El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones Específicas del Proyecto. Ambos tienen la finalidad de regular la ejecución de las obras y actividades industriales derivadas de la fabricación del habitáculo PortaPet, fijando niveles técnicos y de calidad, precisando las intervenciones que corresponden según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor, al o a los Contratistas, sus técnicos o encargados, y al Coordinador de las diferentes secciones del proyecto, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones para el cumplimiento del contrato de actividad.

Las actividades accesorias, aquellas que no pueden ser previstas con anterioridad, se realizarán conforme vaya surgiendo la necesidad y según las indicaciones del Coordinador asignado. Cuando dichas actividades sean de importancia crucial, se realizarán proyectos adicionales que las definan en su totalidad.

10.1.1.2.- Documentación del contrato

Artículo 2.- Integrarán el contrato los siguientes documentos, relacionados por orden de preferencia en cuanto al valor de sus especificaciones:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato
2. El presente Pliego General de Condiciones.
3. El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las actividades se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, a cota prevalece sobre la medida a escala.

10.1.2.- Condiciones de índole facultativa

10.1.2.1.- Agentes intervinientes y delimitación de funciones

- Coordinador

Artículo 3.- La junta rectora de la Propiedad designará al Coordinador, representante de la propiedad frente al Contratista, en quien recaerán las siguientes funciones:

1. A la vista del Proyecto, del contrato y de la normativa técnica de la aplicación, planificar el control de calidad y económico de la producción.

2. Cuando el Contratista lo requiera, redactar el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización del producto.

3. Efectuar el replanteo de la actividad y preparar el acta correspondiente, suscribiéndose en la unión del Promotor.

4. Comprobar la adecuación de las actividades proyectadas a las características reales del producto.

5. Ordenar, dirigir y vigilar la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de buena fabricación.

6. Con el fin de resolver los problemas que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución, asistir a las fábricas cuantas veces lo requiera.

7. Coordinar la intervención de otros técnicos con función propia en aspectos parciales de su especialidad que, en caso de ser necesario, concurran a la Dirección para resolver problemas de dichas especialidades.

8. Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades según lo programado en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones necesarias para asegurar la calidad constructiva, de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados obtenidos se informará al Contratista, impartándole en su caso, las órdenes oportunas.

9. Realizar mediciones, certificaciones parciales y certificación final de ejecución, estando además estas dos últimas aprobadas.

10. Presentar el certificado final de ejecución.

- Contratista

Artículo 4.- El Contratista proporcionará toda clase de facilidades al Coordinador o a sus subalternos, con el fin de que estos puedan desempeñar su trabajo con la mayor eficacia posible. Al Contratista le corresponde específicamente lo siguiente:

1. Organizar los trabajos de fabricación y redactar los planes de acción que se precisen, proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de producción.

2. Cuando sea necesario, redactar el Plan de Seguridad e Higiene de cada actividad productiva en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observación de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

3. Suscribir con el Coordinador el acta de replanteo del proyecto.
4. Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en el proyecto y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
5. Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, rechazando, por iniciativa propia o prescripción del Coordinador, los suministros o prefabricados que no cuentan con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
6. Custodiar el Libro de Órdenes y realizar un seguimiento del trabajo. Deberá comunicar si conoce y acepta las anotaciones que se realicen en el mismo.
7. Facilitar al Coordinador, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
8. Preparar las certificaciones parciales y la propuesta de liquidación final.
9. Escribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
10. Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daño a terceros durante la producción.

10.1.2.2.- Obligaciones y derechos del contratista

- Verificación de los documentos del proyecto.

Artículo 5.- El Contratista deberá leer la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al Coordinador sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

Esto ha de ser realizado antes de dar comienzo a la fabricación e inmediatamente después de recibirlos.

- Plan de seguridad e higiene

Artículo 6.- El Contratista presentará el Plan de Seguridad e Higiene de cada actividad en caso de ser necesario, con la aprobación del Coordinador de la Dirección Facultativa.

- Oficina 'in situ'

Artículo 7.- El Contratista habilitará en cada fábrica una oficina en la que existirá un tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. Dicho tablero estará siempre a disposición del Coordinador de la Dirección Facultativa.

El Contratista dispondrá además de una oficina para la Dirección Facultativa, completamente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su haber tenga el Ingeniero proyectista o Coordinador.

- Las Licencias pertinentes.

- El Libro de Órdenes y Asistencias.

- El Plan de Seguridad e Higiene

- El Libro de Incidencias.

- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- La documentación de los seguros mencionada en el artículo 4.10.

- Representación del Contratista

Artículo 8.- El Contratista está obligado a comunicar a la persona designada como delegado suyo, que tendrá carácter de Jefe en su ausencia, con dedicación plena para representarlo y adoptar en todo momento cuantas decisiones considere. Sus funciones serán las de Contratista, según se especifica en el de importancia de las actividades lo requiera y así se consigne en este `Condiciones Particulares de Índole Facultativa , el Delegado del Contratista será de grado superior o grado medio, según el caso concreto. El Pliego de Condiciones determina el personal facultativo o especialista que el Contratista tiene en obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido. En caso de obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte de alguna naturaleza de los trabajos facultará al Coordinador para ordenar las acciones pertinentes, sin derecho a reclamación alguna, hasta que la deficiencia quede subsanada.

- Presencia del Contratista en la fábrica

Artículo 9.- El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, deberá estar presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director de obra en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

- Trabajos no estipulados expresamente

Artículo 10.- Es obligación de la contrata cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos del Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con conseinetrnimo expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 % o del total del presupuesto en más de un 10 %.

- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 11.- Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director de obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones dadas por éstos crea oportuno hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 12.- El Contratista podrá requerir al Director de Obra las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

- Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa

Artículo 13.- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo a las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

- Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Coordinador

Artículo 14.- El Contratista no podrá recusar al Director de obra o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero son que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

- Faltas de personal

Artículo 15.- El Coordinador, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 16.- El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

10.1.2.3.- Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares

- Caminos y accesos

Artículo 17.- Cada subcontratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador podrá exigir su modificación, si existiera posibilidad.

Artículo 18.- Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director, junto al personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o su representante, procederá al replanteo general de la obra. El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Director podrá ejecutar u ordenar cuantos replanteos parciales considere necesarios durante el periodo de construcción para que las obras se realice en el proyecto y a las modificaciones del mismo que sean aprobadas.

- Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

Artículo 19.- El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquel ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. El Contratista, obligatoriamente y por escrito deberá el contratista dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

- Orden de los trabajos

Artículo 20.- En general, la determinación del orden de los trabajos será compatible con los plazos programados y es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

- Facilidades para otros Contratistas

Artículo 21.- De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que les sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas que se den lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 22.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose siguiendo una recta interpretación del proyecto y según las instrucciones dadas por el Director de obra, en tanto se formula o tramita el Proyecto Reformado. El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquiera de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

- Prórroga por causa de fuerza mayor

Artículo 23.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Coordinador. Para ello, el Contratista expondrá en escrito dirigido al Coordinador, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos, y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

- Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la producción

Artículo 24.- El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de las obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se lo hubiesen proporcionado.

- Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 25.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 10.

Artículo 26.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al Coordinador, otro al Promotor y otro al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

- Trabajos defectuosos

Artículo 27.- El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Coordinador, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las calificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Coordinador advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean destruidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

- Vicios ocultos

Artículo 28.- Si el Coordinador tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, hará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

- Procedencia de materiales y aparatos

Artículo 29.- El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada. Todos los materiales serán de la mejor calidad y su colocación será perfecta. Tendrán las dimensiones que marquen los documentos del Proyecto y la Dirección Facultativa. El transporte, manipulación y empleo de los materiales se hará de manera que no queden alteradas sus características ni sufran deterioro sus formas o dimensiones. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Coordinador una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

- Presentación de muestras

Artículo 30.- A petición del Coordinador, el Contratista le presentará las muestras de los materiales antes de sin cuya aprobación no podrán utilizarse en la construcción.

- Materiales no utilizables

Artículo 31.- El Contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevará al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Coordinador, pero acordando previamente con el Contratista su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

- Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 32.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando ante la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Coordinador dará orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los quince días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la Contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Coordinador, se recibirán pero con la rebaja del precio de aquel que determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

- Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Artículo 33.- Todas las pruebas, análisis y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán verificados conforme indique el Coordinador y serán de cuenta de la contrata todos los gastos que ello origine. Se incluye el coste de los materiales que se ha de ensayar, la mano de obra, herramientas, transporte, gastos de toma de muestras, minutas de laboratorio, tasas, etc. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las garantías suficientes, podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

- Limpieza de la fábrica

Artículo 34.- Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto descombros como de material sobrante, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

- Actividades sin prescripciones

Artículo 35.- En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en éste Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

10.1.2.4.- Recepciones de las partes del producto

- Recepciones provisionales

Artículo 36.- Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Coordinador a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional. Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, Contratista y del Coordinador. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicado un detenido reconocimiento del resultado, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato, con pérdida de la fianza.

- Documentación final

Artículo 37.- El Coordinador facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

- Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional

Artículo 38.- Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Coordinador a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

- Plazo de garantía

Artículo 39.- El plazo de garantía deberá estipularse por escrito y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses.

- Conservación de las piezas recibidas provisionalmente

Artículo 40.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el habitáculo fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por uso corriente correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

- Recepción definitiva de piezas

Artículo 41.- La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán solo subsistentes todas responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

- Prórroga del plazo de garantía

Artículo 42.- Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Coordinador marcará al Contratista los plazos y formas que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

- Recepciones de trabajo cuya contratación haya sido rescindida

Artículo 43.- En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 34. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán de forma definitiva, según lo dispuesto en los artículos 38 y 39 de este Pliego. Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Coordinador, se efectuará una sola y definitiva recepción.

10.1.3.- Condiciones económicas

10.1.3.1.- Principio general

Artículo 44.- Todos los que intervienen el proceso de construcción tienen derecho apercibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 45.- La Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

10.1.3.2.- Finanzas

Artículo 46.- El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 % y 10 % del precio total de la contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

Artículo 48.- Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Coordinador, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe la cofinanza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 49.- La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y quita de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Artículo 50.- Si la Propiedad, con la conformidad del Coordinador, se diera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

10.1.3.3.- Precios

Artículo 51.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos.

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos.

- a) Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones termoplásticos para obreros, laboratorios, seguros, etc.,
- b) Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos. Se considerarán gastos generales.

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidos. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública, el porcentaje se establece entre un 13 y un 17 %).

Beneficio industrial.

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 15 % sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material.

Se denomina Precio de Ejecución material seúl Irtaedo obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata.

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

- Precios de contrata. Importe de contrata

Artículo 52.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra ajena cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que impone el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 15 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

- Precios contradictorios

Artículo 53.- Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Coordinador decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Coordinador y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que se determine en el Pliego de Condiciones particulares, siempre teniendo en cuenta la descomposición de precios del cuadro correspondiente. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

- Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Artículo 54.- Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

- Formas tradicionales de medir o de aplicar precios

Artículo 55.- En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de o ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

- Revisión de precios contratados

Artículo 56.- Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en taton que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al 3% del importe del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, actuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 %. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

- Acopio de materiales

Artículo 57.- El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario, son de la exclusiva propiedad de ésta; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

10.1.3.4.- Indemnizaciones mutuas

- Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación

Artículo 73.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

- Demora de los pagos

Artículo 74.- Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además derecho de percibir el abono de un 4'5 % anual, en concepto de interés de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que el tiempo no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifiquen que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

10.1.3.5.- Varios

- Mejoras y aumentos. Casos contrarios

Artículo 75.- No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Coordinador haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Coordinador ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Coordinador introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratada.

- Unidades de producción defectuosas, pero aceptables

Artículo 76.- Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Coordinador, éste determinará el precio de partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

- Seguro de las instalaciones

Artículo 77.- El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuanto a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Coordinador.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objetode recabar de éste su previa conformidad o reparos.

- Conservación de las piezas

Artículo 78.- Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, antes de la recepción definitiva, el Coordinador, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el habitáculo, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Coordinador señale. Después de la recepción provisional del habitáculo y en el caso de que la conservación del habitáculo corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el habitáculo, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

- Uso bienes del Propietario por parte del Contratista

Artículo 79.- En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades u otros, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

10.2.- Pliego de condiciones específicas

En el siguiente pliego, y de acuerdo con todo lo citado anteriormente, se nombrarán los materiales necesarios para realizar la totalidad del producto y las operaciones serán detalladas en los diagramas de proceso de la Memoria. No se podrá, bajo ningún concepto, variar la naturaleza de los materiales, pero sí los procesos, siempre y cuando el resultado sea conforme y tenga el visto bueno del Coordinador. Todas las consideraciones técnicas a mayores serán tomadas motu propio por los Contratistas, siempre acorde a los términos impuestos en el Pliego General.

10.2.1.- Especificaciones de materiales

Todos los materiales han sido definidos en la Memoria de este mismo proyecto, a la cual deberá acudir en caso de duda, y que tendrá validez legal complementaria al presente Pliego. Todas las medidas deberán estar de acuerdo con los planos dispuestos a tal efecto. Para los detalles constructivos deberá acudir a la memoria y a los diagramas de procesos. Los materiales básicos son los siguientes:

- Granza de HDPE

La granza de HDPE deberán llegar de acuerdo con las dimensiones establecidas sin desperfectos en ninguna de las partículas. Cumplirán con las especificaciones técnicas acordadas con el proveedor. Serán del color establecido, sin imperfecciones, manchas y con los correspondientes aditivos corroborados aplicados sobre estas.

- Láminas de aluminio

El material se recibirá según las especificaciones planteadas, sin presentar desperfectos o variaciones en la forma o apariencia. No contendrá desgarros o irregularidades en la superficie.

- Listones de madera pino flandes

El material se recibirá según las especificaciones planteadas, sin presentar desperfectos o variaciones en la forma o apariencia. No contendrá impurificaciones tales como carcoma u hongos o irregularidades en la superficie.

- Granza de caucho natural

La granza de caucho natural deberán llegar de acuerdo con las dimensiones establecidas sin desperfectos en ninguna de las partículas. Cumplirán con las especificaciones técnicas acordadas con el proveedor. Sin imperfecciones, manchas y con los correspondientes aditivos corroborados aplicados sobre estas.

- Granza de PP

La granza de PP deberán llegar de acuerdo con las dimensiones establecidas sin desperfectos en ninguna de las partículas. Cumplirán con las especificaciones técnicas acordadas con el proveedor. Serán del color establecido, sin imperfecciones, manchas y con los correspondientes aditivos corroborados aplicados sobre estas.

- Acero S-235 galvanizado

El material se recibirá según las especificaciones planteadas, sin presentar desperfectos o variaciones en la forma o apariencia. No contendrá desgarros o irregularidades en la superficie.

Cualquier defecto en cualquiera de los elementos descritos, a mayores de los ya citados, hará que esos materiales sean desestimados, en cuyo caso será necesaria la implicación e información del responsable superior, adjuntando un documento con la descripción y las medidas a tomar. En su caso extremo, será la Dirección quien tome la decisión de utilizar o no el material.

10.2.2.- Especificaciones de ejecución

La ejecución del proyecto se realizará de la manera siguiente, siempre con el consentimiento del Coordinador y acorde a lo establecido en el Pliego de Condiciones Generales.

10.2.2.1.- Acopio de materiales

Se deberá realizar la compra del material necesario para la fabricación. Para ello, será necesario que el Coordinador, o un subalterno encargado se haga cargo de realizar los pedidos a los proveedores de dicho material, con conocimiento de lo expuesto en el Pliego de Condiciones Generales, habiendo acreditado la propuesta con las Condiciones de Índole Facultativa mediante una documentación específica.

10.2.2.2.- Transporte de la materia prima

El coste de los materiales hasta la planta de producción corre a cargo del proveedor, siempre que el Contratista, de acuerdo con el apartado de las condiciones económicas, lo vea conveniente. Este transporte ha de ser aprobado, al menos, por el Contratista.

10.2.2.3- Proceso de fabricación

10.2.2.3.1- Instalaciones

Las instalaciones estarán siempre limpias y en perfectas condiciones para trabajar en ellas sin riesgos, peligros o condiciones no deseadas. Es necesaria la existencia de, al menos, una persona encargada de realizar las acciones pertinentes para que esto se lleve a cabo con total eficacia. Las instalaciones cuentan con las siguientes estancias o áreas de trabajo:

- Almacén: en él se almacenan los elementos provenientes del exterior. Este almacén estará adyacente al área de trabajo y contará con espacio suficiente para trabajar con comodidad. Contará con todos los elementos necesarios de seguridad específicos para su actividad. En él solo podrán entrar personas autorizadas, así como maquinaria requerida para el traslado de dicha materia prima.

Además, se realizarán pruebas pertinentes para la comprobación de idoneidad y perfecto estado de los materiales al ser recibidos. En caso de que llegasen defectuosas, sería necesaria su eliminación y consiguiente notificación al superior.

- Área de trabajo: en él se hará la fundición por inyección, se adherirán la carcasa a la almohadilla, los filtros de ventilación de ABS a la carcasas correspondientes, los paneles de iluminación de PMMA a su correspondiente carcasa, la entrada de PVC a la carcasa correspondiente y se realizará el control de trazabilidad. Estas operaciones se realizarán únicamente por el personal autorizado, que será cualificado en consecuencia a la actividad a realizar. El espacio de trabajo será el más adecuado para que el operario pueda trabajar con seguridad y comodidad.

- Área de montaje y embalaje: en este espacio se juntarán todos los elementos que conforman el habitáculo, se comprobará que están en perfecto estado y se prepararán para ser embalados. Se unirán los elementos que conforman el conjunto total de los habitáculos, se protegerán las esquinas con esquineros de cartón, se embalarán con film alveolar, se sellarán con flejes y se montarán en el caballete de madera, listo para ser transportado.

10.2.2.3.2- Maquinaria y utillajes utilizados

La planta tendrá siempre en perfecto estado a la maquinaria, herramientas y utillajes requeridos, al igual que elementos accesorios.

10.2.2.3.3- Mano de obra

Será en todo momento la mínima necesaria para la correcta realización de todas las operaciones, y de la cualificación necesaria para su realización con seguridad y bajo la normativa vigente. En todo momento serán conocedores de las normas de seguridad, serán provistos de la formación necesaria en ese campo y de todos los elementos de protección individuales siempre que fuesen necesarios.

10.2.2.4.- Conformidad de la obra

El Coordinador tendrá derecho, durante el proceso o al final del mismo, de comprobar que los trabajos realizados siguen las especificaciones del Pliego de Condiciones, siendo esta verificación costeada por el Contratista.

El Contratista solicitará la recepción global de la obra, una vez concluidos los trabajos de instalación. En la recepción de la obra se incluirán los resultados de las mediciones. Después de realizar los pasos anteriores, el Coordinador entregará al Contratista un documento de conformidad. Si no se diera este caso por causa de algún defecto, el escrito de conformidad estará supeditado a que los desperfectos se subsanen, con la menor tardanza posible.

11.- PRESUPUESTO

En el presente documento se desarrollará el presupuesto económico de la fabricación del producto, en detalle y en resumen.

Se tienen en cuenta todos los factores predominantes en cuestión de costes: desde los elementos adquiridos y el costo de materiales, hasta el costo de tiempo de fabricación incluyendo el costo del puesto de trabajo.

Siendo por tanto una previsión de lo que podrá llevar a costar la realización industrial y, posteriormente, con un porcentaje de beneficios, presentar el precio de venta al público.

El costo de fabricación hace referencia al gasto directo que se produce al elaborar el producto. Para ello es necesario tres conceptos: material, mano de obra directa y puesto de trabajo. Representa el gasto directo de elaboración del producto.

$$Cf = \text{material} + \text{M.O.D.} + \text{puesto de trabajo}$$

El coste de material y M.O.D son costes variables ya que dependen del número de piezas fabricadas. En este caso se va a realizar el presupuesto para la elaboración de 100 conjuntos por lo que los materiales serán tantos como se requieran para dicho lote.

Los costes del puesto de trabajo pueden ser considerados variables si se calculan en función a las piezas a elaborar o fijos, si son independiente del número de ellas. En este caso, se realiza considerándolo de la segunda forma y valorándolo como parte de gastos generales.

A continuación se muestra una tabla resumen en la cual se recogen los costes de los materiales del producto.

COSTE DE MATERIALES						
Nombre	Material	Proveedor	Nº piezas	Dimensiones en bruto	Coste unitario	Importe
Viga	Acero S-235 galvanizado	Incafe 2000	100	90x3x3000mm	30,65 €/ud	3.065,00 €
Estructura interior asiento	Aluminio	RS Componentes	200	500x300x6mm	109,12€/ud	10.912,00 €
Recubrimiento asiento	Caucho natural	Cauplast Soluciones S.L.	200	5,7kg en granza	3,20 €/Kg	3.680,00 €
Listón	Madera pino flandes con tratamiento en autoclave	Brycus S.L.	400	3000x90x90mm	60,29 €/ud	24.116,00 €
Estructura lateral trapecial exterior	HDPE	Plásticos Rochas	400	1,68kg en granza	0,75 €/Kg	504,00 €
Capuchones	PP	Plásticos Rochas	1600	0,047kg en granza	0,6€/Kg	45,12 €
Estructura lateral trapecial interior	Acero S-235 galvanizado	MIPanelinox	200	250x250x20mm	81,74€/ud	16.348,00 €
TOTAL						58.670,12 €

Los elementos comerciales son aquellos que son obtenidos de empresas externas y que llegan ya fabricados; es decir, no se fabrica exclusivamente para el producto en cuestión.

COSTE DE ELEMENTOS COMERCIALES				
Nombre	Proveedor	Precio (€)		
		€/ud	Uds.	TOTAL
Eslabón	ManoMano	2,7 €/m	720m	1.944,00 €
Soporte rodamiento	123 Rodamiento	2,66	400	1.064,00 €
Rodamiento 6300Z	123 Rodamiento	6,04	400	2.416,00 €
Brida	RS Componentes	1,65	400	660,00 €
Calza	Deco & Lemon S.L.	5,4	400	2.160,00 €
Argolla	RS Componentes	1,29	800	1.032,00 €
Tuerca	RS Componentes	0,085	1600	136,00 €
Tornillo	RS Componentes	0,25	1600	400,00 €
Arandela	Bricomat	0,11	1600	176,00 €
TOTAL				9.988,00 €

La mano de obra directa se compone del conjunto de operarios que trabajan de forma directa en la producción del producto, por lo que poseen responsabilidad total sobre su puesto de trabajo.

En cuanto a los salarios se toma como referencia la tabla salarial del 2017 para la industria, en la que se muestran los salarios de los trabajadores según su categoría profesional (Resolución de 24 de marzo de 2017, de la Dirección general de Empleo, por la que se registran y publican las tablas salariales para el año 2017 del Convenio Colectivo de Sintax Logística, S.A. (provincias de Alicante, Almería, Barcelona, Cádiz, Cantabria, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Madrid, Málaga, Navarra, Pontevedra, Sevilla, Valladolid y Zaragoza), BOE de 10/04/2017, en lo que afecta a las tablas salariales de la provincia de Valladolid. Para la fabricación y montaje del producto se necesitarán en la fábrica los siguientes empleados en lo que afecta al grupo de obreros de oficios varios:

Oficial de primera.- El que poseyendo conocimientos de algún oficio lo practica con tal grado de perfección que no solo le permite llevar a cabo trabajos generales del mismo, sino aquellos otros que suponen especial empeño y delicadez.

Oficial de segunda.- El que sin llegar a la especialización exigida para los trabajos perfectos ejecuta los correspondientes a determinado oficio con la suficiente eficacia.

Oficial de tercera.- El que habiendo realizado el aprendizaje de un oficio no ha alcanzado todavía los conocimientos prácticos indispensables para efectuar los trabajos con la corrección exigida a la categoría superior.

Especialista.- Operario procedente de la clase de Peón que, poseyendo conocimientos simples de una fase manual o mecánica del oficio de que se trata, ejecuta el trabajo que le constituya siendo capaz de realizar dicha labor con rendimiento adecuado y correcto.

A continuación se muestran los datos de salario de los trabajadores según su rango.

SALARIO TRABAJADORES				
	Oficial de 1ª	Oficial de 2ª	Oficial de 3ª	Especialista
Salario base día	19,38 €	18,08 €	16,96 €	15,84 €
Plus día	24,67 €	23,00 €	21,58 €	20,16 €
Salario día	44,05 €	41,08 €	38,54 €	36,00 €
Remuneración anual	18.720,00 €	17.460,00 €	16.380,00 €	15.300,00 €
Salario/hora	10,40 €	9,70 €	9,10 €	8,50 €

En la siguiente tabla se recoge el tipo de operario que se encargará de realizar cada operación en el proceso de fabricación del producto; así como el consumo que se produce por cada máquina en caso de que sea necesario.

RELACIÓN DE MÁQUINAS Y OPERARIO						
Puesto de trabajo			M.O.D.			
Nº	Denominación	kW	1ª	2ª	3ª	Especialista
1	Máquina serradora alternativa	9	x			
2	Máquina inyectora de plástico	29		x		
3	Taladro de columna	2,2		x		
4	Soldadora	17	x			
5	Tratamiento pintura	0				x
6	Máquina plegadora eléctrica	4			x	
7	Máquina troqueladora	13	x			
8	Puesto de inspecciones	0,15	x			

El costo de la mano de obra directa representa el producto del tiempo concedido para realizar las actividades de fabricación y montaje.

$$M.O.D = \sum (T_{\text{fabricación}} \cdot J_i) + \sum (T_{\text{montaje}} \cdot J_i)$$

RELACIÓN CARGO MÁQUINA				
Nº	Operación/Maquinaria	Total horas (dmh)	Tipo operario	Coste/hora
1	Máquina serradora alternativa	17,226	Oficial 1ª	179,15 €
2	Máquina inyectora de plástico	38,88	Oficial 2ª	377,14 €
3	Taladro de columna	5,55	Oficial 2ª	53,84 €
4	Soldadora	9,432	Oficial 1ª	98,09 €
5	Tratamiento pintura	5	Especialista	42,50 €
6	Máquina plegadora eléctrica	10	Oficial 3ª	91,00 €
7	Máquina troqueladora	3,05	Oficial 1ª	31,72 €
8	Puesto de inspecciones	5	Oficial 1ª	52,00 €
TOTAL HORAS PROCESO FABRICACIÓN				94,138
40% (cambio de herramientas, colocación piezas, puestas a punto máquina/herramienta, traslados)				37,6552
TOTAL HORAS				131,7932
COSTE TOTAL				925,43 €

Todo puesto de trabajo genera un costo durante el funcionamiento de la maquinaria y de las instalaciones de la fábrica. Para ello se deberá valorar el precio de la maquinaria, la amortización oportuna, en este caso se contemplan 10 años, el número de horas de funcionamiento al año, la vida prevista en horas, la energía necesaria, mantenimiento, entre otros.

En la siguiente tabla calculamos los costes del puesto de trabajo calculando las diferentes partidas que lo integran.

Precio de adquisición o capital invertido (C).

Periodo de amortización (p). Se considera 10 años de amortización como periodo adecuado

Horas anuales de funcionamiento (Hf). Se calcula multiplicando el tiempo de trabajo del puesto para cada producto por el número de productos que se van a fabricar en un año.

Vida prevista en hora (Ht). $H_t = p \times H_f$

Interés de la inversión (i). Se considera $r = 10\%$.

$I_h = I/H_f = (C \times r)/H_f$

Amortización (A). $A_h = A/H_f = (C/p)/H_f$

Mantenimiento (M). Se considera $m = 4\%$. $M_h = M/H_f = (C \times m)/H_f$

Energía consumida (Eh). Se han considerado los gastos energéticos de cada puesto según la maquinaria y las instalaciones requeridas.

Con todo ello se calcula el costo horario de funcionamiento de cada puesto de trabajo (f), suma de los costes parciales: interés de inversión, amortización, mantenimiento y energía consumida.

Interés horario = interés de la inversión / horas anuales de funcionamiento.

Amortización = amortización de vida / horas anuales de funcionamiento.

Mantenimiento = precio x 0,04 / horas anuales de funcionamiento.

Energía = kWh x coste de energía

Otros costes a tener en cuenta son; la mano de obra indirecta, cargas sociales y gastos generales.

La mano de obra indirecta (M.O.I) se compone del conjunto de operarios relacionados directamente sobre la producción, pero al contrario que el M.O.D, no tienen responsabilidades directas sobre los puestos de trabajo de fabricación.

Se considera como un porcentaje del costo de mano de obra directa. La empresa correspondiente determina cada año el porcentaje de M.O.D que representa el M.O.I, en este caso se va a considerar un 30 %.

$$\text{M.O.I} = \% \text{ M.O.I} \times \text{M.O.D} = 0.3 \times 925,43 = 277,63\text{€}$$

Las cargas sociales representan el conjunto de aportaciones que realiza la empresa en los Departamentos y Organismo Oficiales, para cubrir las prestaciones que requiera el personal en cuestión de Seguridad Social (28,14%) , Accidentes de Trabajo (7,60%), Formación Profesional (0,60%), Seguro de desempleo (2,35%), Fondo de Garantía Salarial (0,20%), Responsabilidad civil (1,00%), entre otras.

Sumando un total de 39,89%, en este caso se aproximará al 40%.

$$\text{C.S} = 40\% \times (\text{M.O.I} + \text{M.O.D}) = 0.4 \times (277,63 + 925,43) = 481,23\text{€}$$

Los gastos generales son el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluyendo los costes analizados anteriormente. En este caso el porcentaje fijado es del 13%.

Están constituidos por el personal directivo, técnico, administrativo, almacenes, mantenimiento, entre muchos otros.

La empresa será la encargada de determinar, de forma anual, el porcentaje aplicado, según el Real Decreto 982/1987. Por lo tanto, este porcentaje oscila entre el 13% y el 17%. Como se ha mencionado anteriormente, se elige 13%.

$$\text{G.G} = \% \text{G.G} \times (\text{M.O.D}) \text{ G.G} = 0.13 \times (925,43) = 120,31\text{€}$$

Se establece un gasto comercial de un 5% del coste de fabricación al que se le atribuye el gasto del diseño, ensayos, homologaciones, embalaje y transporte.

$$\text{G.C} = \% \text{G.C} \times \text{Cfab} = 0.5 \times (69598,65) = 3479,93\text{€}$$

Máquina	COSTO DE PUESTO DE TRABAJO				COSTO DE PUESTO DE TRABAJO				
	Precio	Amortización (10 años)	Funcionamiento	Vida prevista (h)	Interés (h)	Amort. (Ah)	Manten. (Mh)	Energía (Eh)	Coste total hora
Máquina serradora alternativa	22.500,00 €	2.250,00 €	2000	20000	1,13	1,13	0,45	0,68	3,38 €
Máquina inyectora de plástico	28.477,12 €	2.847,71 €	2000	20000	1,42	1,42	0,57	2,20	5,62 €
Taladro de columna	89,00 €	8,90 €	2000	20000	0,00	0,00	0,00	0,17	0,18 €
Soldadora	1.125,00 €	112,50 €	2000	20000	0,06	0,06	0,02	1,29	1,43 €
Pistola pulverizadora	199,00 €	19,90 €	2000	20000	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02 €
Máquina plegadora eléctrica	14.976,10 €	1.497,61 €	2000	20000	0,75	0,75	0,30	0,30	2,10 €
Máquina troqueladora	11.478,35 €	1.147,84 €	2000	20000	0,57	0,57	0,23	0,99	2,37 €
					TOTAL			0,988	15,10 €

Una vez calculados todos los costos necesarios para elaborar el presupuesto, se utilizarán para elaborar el coste de fabricación total, que se compone de la suma de todos ellos, es decir:

$$Ct = C_{fab} + M.O.I + C.S + G.G + G.C = 69598,65 + 277,63 + 481,23 + 120,31 + 3479,93 = 73957,75€$$

El beneficio industrial se expresa en porcentaje del costo total, normalmente oscila entre el 1% y el 20%, siendo aplicado el 13%, valor que se va a tomar en este presupuesto.

$$B.i = (\% B.i) * Ct = 10\% * 73957,75 = 9614,51€$$

El precio de lote se conforma por la suma del costo total de fábrica y el beneficio industrial.

$$Plote = Ct + Bi = 68742,91 + 12373,72 = 83572,26€$$

Como se ha dicho anteriormente el presupuesto iba orientado a la realización de 100 unidades, por lo que el precio de venta en fábrica sería:

$$Pv = Plote / 100 = 83572,26 / 100 = 835,72€$$

Finalmente se elabora el precio final añadiéndole el impuesto de valor añadido, IVA, actualmente para este tipo de productos el porcentaje considerado es de 21 %.

$$Pu = 21\% Pv + Pv = 1.21 x 835,72 = 1011,22€$$

Por lo tanto 1019 € sería el precio de venta final del producto. Se aplica en este caso la estrategia de precio impar. Se trata de descontar cierta cantidad al precio del producto para crear en el consumidor la idea de que el coste es más barato.

De tal manera que todo el presupuesto recogido de manera resumida quedaría de la siguiente manera:

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN		IMPORTE
1.- COSTE DE FABRICACIÓN	Material	Comercial	9.988,00 €
		Fabricados	58.670,12 €
	M.O.D		925,43 €
	Puesto de Trabajo		15,10 €
2.- MANO DE OBRA INDIRECTA	M.O.I = 30% x M.O.D.		277,63 €
3.- CARGAS SOCIALES	C.S. = 40% x (M.O.I. + M.O.D.)		481,23 €
4.- GASTOS GENERALES	G.G. = 13% M.O.D.		120,31 €
5. GASTOS COMERCIALES	G.C = 5% x Cf		3.479,93 €
6.- COSTO TOTAL EN FÁBRICA	Ct = Cf + M.O.I. + C.S. + G.G.		73.957,75 €
7.- BENEFICIO INDUSTRIAL	B.I. = 13% x Ct		9.614,51 €
8.- PRECIO DE 100 UNIDADES	Precio del lote de 100		83.572,26 €
9.- PRECIO DE VENTA FINAL	Precio unitario		835,72 €
	Con 21% I.V.A.		1.011,22 €