



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA PLATAFORMA
MOTORIZADA MÓVIL PARA TRASLADAR UN EQUIPO
DE ELEVACIÓN COMERCIAL DENTRO DE LOS
CARRILES DE UNA NAVE INDUSTRIAL PARA
LABORES DE MANTENIMIENTO**

MEMORIA PRESENTADA POR:
Carlos Valls Riera

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: Septiembre, 2017



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ÍNDICE

1. OBJETIVOS	13
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	14
3. ESTUDIO SOBRE LAS PLATAFORMAS ELEVADORAS (PEMP) EXISTENTES EN EL MERCADO	17
3.1 Definición de la NTP	17
3.2 Definición y clasificación de plataforma elevadora según la NTP	17
4. MODELACIÓN DE LAS PIEZAS DE LA PMMTPE.....	21
4.1 Bastidor.....	21
4.1.1 Proceso de modelación del bastidor	23
4.2 Puerta	24
4.3 Barandillas	25
4.3.1 Barandilla pequeña	25
4.3.2 Barandilla grande.....	26
4.4 Suelo	27
4.4.1 Proceso de modelación del suelo.....	28
4.5 Tacos de elevación de la PMMTPE	28
4.5.1 Proceso de modelación de los tacos de elevación	29
4.6 Cáncamos de M-30	29
4.7.1 Proceso de modelización. Soporte de rueda lateral	30
4.8 Soportes de ruedas libres	30
4.8.1 Proceso de modelización. Soporte ruedas libres	31
4.9 Eje de transmisión motor-reductor	31
4.10 Ensamblaje completo de la plataforma motorizada móvil	32
5. CÁLCULOS	33
5.1 Cálculos de la estructura de la plataforma.....	33
5.1.1 HIPÓTESIS 1	35

5.1.2 HIPÓTESIS 2	39
5.1.3 HIPÓTESIS 3	42
5.2 Cálculos de la fuerza de translación	45
5.2.1 Características motor seleccionado	47
5.2.2 Datos técnicos.....	50
5.3 Cálculo del esfuerzo cortante en los pasadores de las ruedas libres.....	50
5.4 Cálculo del esfuerzo cortante en las chavetas del eje motriz	52
5.5 Cálculo del aplastamiento en las ruedas.....	54
5.5.1 Características de las ruedas seleccionadas	54
5.6 Cálculo de la tensión generada en las roscas de los tacos de elevación.....	57
6. SIMULACIÓN DEL CONJUNTO MOTRIZ DE LA PMMTPE MEDIANTE KISSOFT.....	59
6.1 Dimensiones e introducción de datos en el programa KISSsoft	60
6.2 Introducción de los datos para realizar el cálculo.....	62
6.3 Resultados.....	65
7. ANÁLISIS DE TENSIONES DE LAS PIEZAS Y CONJUNTOS MÁS IMPORTANTES DE LA PLATAFORMA MOTORIZADA MÓVIL	68
7.1 Barandilla	70
7.1.2 Resultados de las barandillas	72
7.2 Sujeción de ruedas libres:	74
7.2.1 Resultados.....	75
7.3 Taco de elevación	76
7.3.1 Resultados.....	77
7.4 Solo 1 apoyo de rueda	78
7.4.1 Resultados.....	79
7.5 PMMTPE completa	80
7.5.1 Resultados.....	81

8. INSTRUCCIONES.....	83
8.1 Indicaciones relativas a transporte y almacenamiento.	83
8.2 Instrucciones de utilización	83
8.3 Introducción de la máquina en la nave y en la trinchera seleccionada.....	83
8.4 Normas durante el desplazamiento, movimiento o conducción del equipo con la plataforma elevadora	85
8.4.1 En cuanto al sistema eléctrico	86
8.5 Normas generales y verificaciones de seguridad.....	86
8.6 Instrucciones en cuanto a la manipulación	88
8.6.1 Operaciones previas a los trabajos de manipulación de cargas	88
8.6.2 Buenas Prácticas en las Operaciones de Elevación de Cargas. Seguridad en las Operaciones de Elevación. Normas generales	88
8.6.3 Normas generales de izado de cargas.	89
9. RECOMENDACIONES Y MANTENIMIENTO	91
9.1 Tipo y periodicidad de las revisiones	91
9.2 Instrucciones de montaje y mantenimiento del reductor	92
9.3 Personal cualificado para intervenciones de mantenimiento y reparación.....	93
9.4 Utilización de las máquinas elevadoras (PEMP) sobre la PMMTPE.....	93
10. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	95
10.1 Esquemas eléctricos.....	95
10.2 Planos mecánicos.....	99
10.3 Listado de piezas comerciales	110
11. DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS	111
12. PRESUPUESTO.....	112
13. CONCLUSIONES.....	117
14. BIBLIOGRAFÍA	119
15. ANEXOS	120

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Trincheras.....	14
Figura 2: Calles y raíles.....	15
Figura 3: Tabla perfiles UPN.....	21
Figura 4: Modelización de perfil UPN 200.....	22
Figura 5: Modelización de perfil UPN 160.....	22
Figura 6: Ensamblaje del bastidor.....	23
Figura 7: Vista frontal y lateral de la puerta.....	24
Figura 8: Ensamblaje barandillas pequeñas con y sin placas de amarre.....	25
Figura 9: Ensamblaje barandillas grandes con y sin placas de amarre.....	26
Figura 10: Tubo hueco 40 mm x 40 mm x 4 mm para anclar mediante tornillo las barandillas.....	27
Figura 11: Modelización del suelo.....	28
Figura 12: Modelización tacos de elevación.....	29
Figura 13: Modelización de cáncamos.....	29
Figura 14: Soporte ruedas lateral.....	30
Figura 15: Soporte ruedas libres.....	31
Figura 16: Eje de transmisión motor-reductor a ruedas motrices.....	31
Figura 17: Ensamblaje de PMMTPE.....	32
Figura 18: PMMTPE con detalles de color.....	32
Figura 19: Perfiles hipótesis 1.....	35
Figura 20: Croquis hipótesis 1.....	36
Figura 21: Perfiles hipótesis 2.....	39
Figura 22: Croquis hipótesis 2.....	40
Figura 23: Perfiles hipótesis 3.....	42
Figura 24: Croquis hipótesis 3.....	43
Figura 25: Marca motor seleccionado.....	46
Figura 26: Características del motor.....	47
Figura 27: Dimensiones del motor.....	48
Figura 28: Dimensiones acoplamiento y ejes.....	49
Figura 29: Pasador sometido a esfuerzo cortante.....	51
Figura 30: Ruedas motrices de Poliuretano con núcleo fundición gris.....	54
Figura 31: Ruedas libres de poliuretano.....	55

Figura 32: Ruedas guías de poliuretano	56
Figura 33 : Conjunto Motriz PMMTPE	59
Figura 34: Árbol motriz izquierdo.....	59
Figura 35: Croquis programa KISSsoft	60
Figura 36: Acoplamiento de entrada Motor KISSsoft.....	61
Figura 37: Acoplamiento de salida Rueda KISSsoft.....	61
Figura 38: Carga en la rueda KISSsoft.....	62
Figura 39: Método de cálculo de ejes KISSsoft	62
Figura 40: Ajuste de vida útil de los rodamientos a calcular.....	63
Figura 41: Rpm eje motriz KISSsoft	64
Figura 42: Material eje motriz KISSsoft	64
Figura 43: Secciones transversales críticas	65
Figura 44: Resultados dimensionado del eje motriz KISSsoft	65
Figura 45: Desplazamiento en el eje KISSsoft.....	66
Figura 46: Torsión en el eje motriz KISSsoft.....	66
Figura 47: Rodamiento	67
Figura 48: Restricciones barandilla ``Análisis de tensiones Inventor``	70
Figura 49: Introducción de la fuerza aplicada.	71
Figura 50: Mallado de barandilla.....	71
Figura 51: Tensión de Von Mises de la barandilla.....	72
Figura 52: Desplazamiento de la barandilla	72
Figura 53: Coeficiente de seguridad de la barandilla	73
Figura 54: Mallado Soporte de ruedas libre	74
Figura 55: Tensión de Von Mises de soporte rueda	75
Figura 56: Desplazamiento de soportes rueda libre.....	75
Figura 57: Coeficiente de seguridad de soporte rueda libre	76
Figura 58: Tensión de Von Mises del taco de elevación.....	77
Figura 59: Desplazamiento del taco de elevación	77
Figura 60: Coeficiente de seguridad del taco de elevación	78
Figura 61: Tensión de Von Mises de solo 1 soporte	79
Figura 62: Desplazamiento de solo 1 soporte.....	79
Figura 63: Coeficiente de seguridad de solo 1 soporte.....	80
Figura 64: Tensión de Von Mises de la PMMTPE	81

Figura 65: Desplazamiento de la PMMTPE.....	81
Figura 66: Coeficiente se seguridad de la PMMTPE	82
Figura 67: Señales de seguridad	87
Figura 68: Manipulación, izado y transporte de la PMMTPE.....	90
Figura 69: Esquema 1. Conexión motor.....	96
Figura 70: Esquema 2. Conexión de los detectores.....	97
Figura 71: Esquema eléctrico 3. Conexiones motor.....	98
Figura 72: Plano 1. Perfiles PMMTPE.....	100
Figura 73: Plano 2. PMMPTE	101
Figura 74: Plano 3. Detalles PMMTPE.....	102
Figura 75: Plano 4. Detalle soporte de ruedas y placa de amarre.....	103
Figura 76: Plano 5. Conjunto eje motriz y ruedas	104
Figura 77: Plano 6. Barandilla grande	105
Figura 78: Plano 7. Barandilla pequeña.....	106
Figura 79: Plano 8. Placa repujada	107
Figura 80: Plano 9. Puerta PMMTPE.....	108
Figura 81: Plano 10. Árbol motriz.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características máquina transfer	14
Tabla 2: Ancho de plataformas elevadoras.....	19
Tabla 3: Longitud de plataformas elevadoras.....	19
Tabla 4: Peso de plataformas elevadoras.....	19
Tabla 5: Altura de plataformas elevadoras	20
Tabla 6: Restricciones dimensionales de la PMMTPE	20
Tabla 7: Dimensiones perfiles bastidor	23
Tabla 8: Dimensiones perfiles y placa puerta.....	24
Tabla 9: Dimensiones tubos y placas barandillas pequeñas	25
Tabla 10: Dimensiones tubos y placas barandillas grandes	26
Tabla 11: Tabla de características del acero empleado según CTE DB SE-A (Código Técnico de la edificación- Documento básico- Seguridad estructural- Acero).....	34
Tabla 12: Según la normativa CTE-DB-SE-A (Código técnico de edificación- seguridad estructural – Acero)	37
Tabla 13: Coeficiente de fricción para ruedas de poliuretano	45
Tabla 14: Datos técnicos.....	50
Tabla 15: Normativa DIN 6885 chavetas	52
Tabla 16: Selección de métrica según la carga.....	57
Tabla 17: Guía de valores requeridos de vida nominal L10h para diferentes clases de máquinas.....	63
Tabla 18: Introducción de los materiales ``Análisis de tensiones Inventor``	70
Tabla 19: Tabla de mantenimiento	91
Tabla 20: Pares de apriete de los tornillos.....	93
Tabla 21: Piezas comerciales.....	110
Tabla 22: Gastos de diseño	112
Tabla 23: Gastos de la estructura. Perfiles	112
Tabla 24: Gastos de la estructura. Placas	113
Tabla 25: Gastos barandillas de seguridad. Perfiles	113
Tabla 26: Gastos barandillas de seguridad. Pletinas	113
Tabla 27: Gastos placas de amarre barandillas.....	113
Tabla 28: Gastos placas repujadas.....	113
Tabla 29: Gastos tacos de elevación.....	114

Tabla 30: Gastos de conjunto ruedas (libres)	114
Tabla 31: Gastos conjunto rueda (guía).....	114
Tabla 32: Gastos conjunto eje motriz.....	115
Tabla 33: Gastos construcción.....	116
Tabla 34: Gastos de componentes eléctricos.....	116
Tabla 35: Gastos totales.....	116

Resumen:

El presente proyecto consiste en realizar el diseño de una plataforma transportadora motorizada, la cual va a transportar una máquina elevadora para poder realizar trabajos de mantenimiento. Este diseño se lleva a cabo mediante el uso de programas CAD-CAE y los análisis de cálculos pertinentes.

En el proyecto se desarrollan los planos de la plataforma, materiales a utilizar, esquemas eléctricos, componentes electrónicos, manuales y normativa de seguridad, cálculo de ejes y rodamientos y por último, los cálculos de carga de la plataforma.

La empresa que requiere esta plataforma se dedica a realizar compost (tierras y abonos ecológicos), obtenido del reciclaje de basuras. El local donde está ubicada la empresa, es una nave en la que se fabrica el compost. Su distribución espacial está dividida por calles en el interior de la nave, las cuales están separadas por unos muros que delimitan el espacio denominados trincheras, entre éstas, se deposita el compost que es removido a su vez por una máquina volteadora, para realizar una mezcla homogénea de los componentes.

El mecanismo de la plataforma se podrá desplazar por la parte superior de las trincheras, para este proceso se utilizará un transfer ya fabricado. Dicho transfer se encargará de situar la plataforma en cualquiera de las calles que hay en la nave. Este transfer en la actualidad se encarga de transportar la máquina volteadora a cada una de las calles para remover el compost.

El desplazamiento de la plataforma será mediante la utilización de unas ruedas, de las cuales dos de ellas serán motrices para ser movidas por un motor-reductor. La plataforma transportara encima de ella una máquina elevadora tipo cesta o de tipo tijera para poder realizar las tareas de mantenimiento como (cambio de bombillas de iluminación, limpieza y mantenimiento de la ventilación de la nave, limpieza de ventanales, etc.).

Palabras clave:

Plataforma Motorizada, Transportador por carriles, Carro Transportador motorizado, transfer, Vagoneta motorizada móvil, Equipo de transporte.

ABSTRACT:

This project consists of designing a conveyor-powered platform. It will carry a lifting machine to allow us doing maintenance work. This design has been carrying out through CAD-CAE programmes and analysis of calculations.

In this project we made the plans of that platform and we have established the materials to use. We have also made the wirings diagrams and electrical components, manuals and safety regulations, calculation of shafts and bearings and calculations of the platform load.

The company who needs this kind of platform works making compost, which is made of land and organic fertilizers obtained from the trash recycling. The property where the company is located is a unit where the compost is made. Its distribution is divided in several lanes inside of the unit and walls called trenches separate them. The compost is placed between them while is being stirred by a flipping machine to create a uniform mixture.

The platform mechanism will be able to move over the top of the trenches. We will use a transfer already manufactured during the process and it will be in charge of placing the platform in wherever unit lane. In addition, some wheels will allow the platform shift. Two of them will be driving wheels and they will be moved by a motor-reductor. Then, the platform will transport a lifting machine on itself as a basket in order to do maintenance tasks that are, changing bulbs lighting, cleaning the area and the picture windows or keeping right the air circulation.

Keywords:

Motorised platform, conveyor lanes, Trolley Conveyor motorised trolley, transfer, Team Transport, Rail guided scissor lift.

1. OBJETIVOS

Objetivo general

- Diseñar y calcular una Plataforma Motorizada Móvil para Transportar una Plataforma Elevadora.

Objetivos específicos

- Integrar los conocimientos de las diferentes materias adquiridas a lo largo del Grado de Ingeniería Mecánica
- Recopilar información sobre los diferentes tipos de plataformas que existen en el mercado, dimensiones que tienen dichas plataformas, pesos, tipos de motores eléctricos que existen, materiales utilizados para la construcción de las mismas, tipos de perfiles, normativas relacionadas con las plataformas, entre otros.
- Utilizar programas CAD de dibujo como Inventor, SolidWorks y DraftSight, para realizar planos en 2D y en 3D.
- Utilizar el programa Inventor CAD-CAE, para realizar el análisis estático con el que se evalúa las condiciones de carga estructural.
- Utilizar el programa KISSsoft para realizar y comprobar el cálculo de la resistencia del árbol motriz de la plataforma.
- Realizar los cálculos de la estructura (bastidor) siguiendo una serie de hipótesis para simplificar los cálculos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto se desarrolla una plataforma motorizada móvil para transportar una plataforma elevadora (de aquí en adelante se denominará PMMTPE), con la finalidad de realizar labores de mantenimiento en una empresa de residuos. Para realizar estas funciones, sobre la plataforma se transportará una (PEMP) máquina elevadora bien de tipo tijera o de cesta.

La PMMTPE a diseñar se desplaza sobre unos muros llamados trincheras (figura 1), estos muros sirven de separación, formando calles (figura 2) sobre las que una máquina volteadora circulará, con la finalidad de remover los residuos orgánicos y fabricar compost.



Figura 1: Trincheras

Para acceder a las trincheras, la plataforma utilizará dos máquinas transfer ya existentes, (véase tabla 1) estos transfer se utilizaban con la finalidad de transportar la máquina volteadora por el interior de la nave, posicionándola en la trinchera seleccionada, desplazándose perpendicularmente a las trincheras sobre unos raíles (figura 2).

Tabla 1: Características máquina transfer

Tipo TESRG 300	Construida en 2012
Modelo VALENCIA 3	Carga máxima que soporta 25 TN
Nº de serie 17-19	



Figura 2: Calles y raíles

Comprobando las especificaciones del fabricante anteriores, en cuanto a la carga que soporta, se comprueba que puede ser válida para transportar la PMMTPE más la PEMP, mientras esta última no supere las 10 TN. Por ello, se establece una carga máxima sobre la plataforma de 10 TN a la que hay que sumar el peso de la PMMTPE 2,5 TN. Por este motivo, la carga máxima a transportar por la máquina transfer, nunca será superior a 13 TN.

Por otro lado, en cuanto a su estacionamiento, la PMMTPE cuando no sea utilizada se ubicará en el exterior de la nave, en un lugar predeterminado y destinado para su reposo.

La PMMTPE es diseñada por una estructura compuesta, con perfiles laminados en caliente de la clase UPN 200 y UPN 160. En la parte superior lleva una plancha repujada para evitar posibles deslizamientos que va provista de un vallado de seguridad desmontable por tramos, este vallado deberá estar siempre colocado para proporcionar seguridad cuando haya alguna persona en la PMMTPE. Además, uno de los tramos del vallado es una puerta, la cual tienen la función de posibilitar la entrada y salida del operario en la PMMTPE.

La PMMTPE estará provista de seis ruedas, dos de ellas motrices accionadas mediante un motor - reductor, además estará provista de un cuadro eléctrico con los elementos necesarios de seguridad y maniobra. Asimismo, poseerá cuatro ruedas-

guiadas que servirán para guiar a las PMMTPE sobre las trincheras, evitando el desplazamiento axial.

Sea cual sea el tipo de máquina que sea transportada por la PMMTPE, deberá asegurarse a la PMMTPE mediante cinchas o correas adecuadas, utilizando los cáncamos o bien otros elementos que se deberán colocar en las piezas roscadas prediseñadas de M-30 que posee la plataforma (cuatro en cada lado).

3. ESTUDIO SOBRE LAS PLATAFORMAS ELEVADORAS (PEMP) EXISTENTES EN EL MERCADO

El siguiente estudio, se ha llevado a cabo para conocer la tipología de las plataformas elevadoras existentes en el mercado y ayudar en el conocimiento de las dimensiones y pesos. De esta manera, se puede desarrollar de forma óptima el diseño de la PMMTPE propuesta en el presente trabajo.

Para ello, se ha tenido en cuenta la normativa NTP 634 que tiene la función de regular el tema de plataformas elevadoras móviles que hay en el mercado actual, la cual ha sido elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2003).

3.1 Definición de la NTP

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias, salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta, es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

El aumento existente de la utilización de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) para efectuar trabajos en altura de distinta índole, principalmente montajes, reparaciones, inspecciones u otros trabajos similares, junto con el hecho de que la mayoría de estos equipos son de alquiler, motiva la elaboración de la NTP, ya que a los riesgos propios del trabajo, se añaden los derivados del desconocimiento por parte de los usuarios que los alquilan sobre las normas de utilización segura.

3.2 Definición y clasificación de plataforma elevadora según la NTP

La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma. La PEMP está constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. Existen plataformas sobre camión articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables, entre otras.

Las PEMP se dividen en dos grupos principales:

- Grupo A: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad (c.d.g.) de la carga, está siempre en el interior de las líneas de vuelco.
- Grupo B: Son las que la proyección vertical del c.d.g. de la carga, puede estar en el exterior de las líneas de vuelco.

En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- Tipo 1: La traslación solo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
- Tipo 2: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada, solo puede ser mandada por un órgano situado en el chasis.
- Tipo 3: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada puede ser mandada por un órgano situado en la plataforma de trabajo.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los tipos de PEMP que existen y sabiendo las dimensiones de las trincheras, se estudia las medidas correspondientes de la PMMTPE a diseñar y el tipo de PEMP que se podrá desplazar con dicha máquina. Las trincheras tienen una altura de 3.250 mm y un espacio entre ellas de 3.000 mm. En este caso nos informamos de las medidas y pesos de las plataformas de tipo tijera y de tipo cesta articulada, que son los tipos de plataforma que se van a utilizar para realizar las tareas de mantenimiento. Para elaborar la PMMTPE se va a realizar el estudio de distintas marcas de plataformas, observando los mismos parámetros (véase desde la tabla 2 hasta la tabla 5), esto sirve para tener una idea global de los tipos de plataformas que se encuentran en el mercado. Las marcas estudiadas son UPRIGHT, JLG, SKYJACK, MEC.

Tabla 2: Ancho de plataformas elevadoras

Ancho		
La plataforma elevadora no debe superar el ancho que hay de limitación por las trincheras por ello recopilamos información sobre los anchos existentes.		
	Plataformas eléctricas	Plataformas diesel
Tipo tijera	1,70 metros la más pequeña a 2,34 la más grande.	1,70 metros la más pequeña a 2,34 la más grande.
Tipo articulada	1,50 metros la más pequeña a 1,75 la más grande	2,01 metros la más pequeña a 2,30 la más grande

Tabla 3: Longitud de plataformas elevadoras

Longitud		
La longitud, es decir, el lado de la plataforma más largo, no debe de salirse de la PMMTPE que vamos a diseñar por eso vamos a recopilar información igual que se ha realizado con los pesos, para adecuarla a dicha plataforma.		
	Plataformas eléctricas	Plataformas diesel
Tipo tijera	1,70 metros a 2 metros la más grande	2,30 metros la más pequeña a 5,33 metros la más grande
Tipo articulada	4,04 metros la más pequeña a 6,45 metros la más grande	5,59 metros la más pequeña a 8,20 metros la más grande

Tabla 4: Peso de plataformas elevadoras

Peso		
El peso de la PEMP no debe de sobre pasar el limite elástico del material de la estructura de la PMMTPE ya que si esto ocurriera esta no aguantaría y habría probabilidad de fallo de ésta. Por ello nos informamos de los pesos de las PEMP que se encuentran en alquiler y observamos que los pesos oscilan		
	Plataformas eléctricas	Plataformas diesel
Tipo tijera	1.185 kg la más pequeña a 1.388 kg la más grande.	3.704 kg la más pequeña a 9.298 kg la más grande.
Tipo articulada	3.850 kg la más pequeña a 6.700 kg la más grande	6.650 kg la más pequeña a 10.614 kg la más grande.

Tabla 5: Altura de plataformas elevadoras

Altura		
La altura nos servirá para saber a cuanto altura de trabajo podemos desplegar la plataforma, en este caso no necesitaremos grandes altura ya que la plataforma motorizada móvil que vamos a diseñar va a circular por las trincheras que ya tienen de alto 3,25 metros.		
Plataformas eléctricas		Plataformas diesel
Tipo tijera	6 metros la más pequeña a 8 metros la más grande	12 metros la más pequeña a 18 metros la más grande
Tipo articulada	13,5 metros la más pequeña a 15,5 metros la más grande	16 metros la más pequeña a 21 la más grande

Por lo tanto, como resultado de esta información técnica sobre las plataformas elevadoras se puede resumir que la PMMTPE a diseñar debe de tener ciertas restricciones para poder trasladar cualquiera de estos tipos de plataforma. (Tabla 6)

Tabla 6: Restricciones dimensionales de la PMMTPE

Peso	Deberá soportar una carga de hasta 10Tn.
Dimensiones	Sus dimensiones tendrán que ser suficientes para poder trasladar una plataforma de 1,90 x 5,16, aunque en este caso tendremos en cuenta que el tipo de plataforma elevadora a utilizar no será de grandes dimensiones, ya que la altura a la cual se tendrán que realizar las operaciones de mantenimiento, no serán de a mucha altura ya que las trincheras de por sí ya poseen 3.250 mm.
Altura	Y de altura sabiendo que la nave tiene una altura máxima de unos 10 metros de altura y sabiendo que las trincheras ya están elevadas a unos 3.250 mm, cogeríamos la más económica ya que casi todas nos servirían en altura

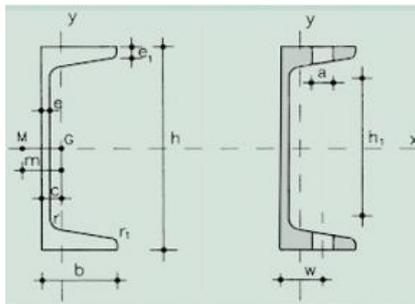
4. MODELACIÓN DE LAS PIEZAS DE LA PMMTPE

Gracias a la tecnología que existe hoy en día se puede modelizar cualquier máquina con una gran variedad de programas de diseño CAD, en este caso se utilizará tanto el programa *Inventor* como *SolidWorks*. Con este tipo de programas se simplifica y facilita el diseño en 2D y 3D de cualquier máquina, ya que con estos tipos de programas informáticos una vez diseñada y ensamblada dicha máquina se puede realizar distintos estudios de elementos finitos y así poder realizar simulaciones, situándole cargas y restricciones para ver cómo se comporta la máquina diseñada, también se puede comprobar las tensiones y desplazamientos que se originan en el diseño de la PMMTPE.

4.1 Bastidor

Se debe empezar con la modelación del bastidor que se realizará con perfiles laminados en caliente UPN 200 y UPN 160. (Figura 3)

Material: S275J (Acero al carbono, también llamado acero de construcción).



A = Área de la sección	I_x = Módulo de torsión de la sección
S_x = Momento estático de media sección, respecto a X	c = Posición del eje Y
I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X	m = Distancia al centro de esfuerzos cortantes
$W_x = 2I_x : h$. Módulo resistente de la sección, respecto a X	a = Diámetro del agujero del roblón normal
$i_x = \sqrt{I_x : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a X	w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y	h_1 = Altura de la parte plana del alma
$W_y = I_y : (b - c)$. Mínimo módulo resistente de la sección, respecto a Y	p = Peso por m
$i_y = \sqrt{I_y : A}$. Radio de giro de la sección, respecto a Y	u = Perímetro

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros		Peso		
	h	b	e	$e_1=f$	r_1	h_1	u	A	S_x	I_x	W_x	i_x	I_y	W_y	i_y	I_t	c	m	w	a	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm	cm	mm	mm	kp/m	
UPN 80	80	45	6,0	8,0	4,0	46	312	11,0	15,9	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	2,24	1,45	2,67	25	13	8,64	C
UPN 100	100	50	6,0	8,5	4,5	64	372	13,5	24,5	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	2,96	1,55	2,93	30	13	10,60	P
UPN 120	120	55	7,0	9,0	4,5	82	434	17,0	36,3	364	60,7	4,62	43,2	11,10	1,59	4,30	1,60	3,03	30	17	13,40	P
UPN 140	140	60	7,0	10,0	5,0	98	489	20,4	51,4	605	86,4	5,45	62,7	14,80	1,75	6,02	1,75	3,37	35	17	16,00	P
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	546	24,0	68,8	925	116,0	6,21	85,3	18,30	1,89	7,81	1,84	3,56	35	21	18,80	P
UPN 180	180	70	8,0	11,0	5,5	133	611	28,0	89,6	1350	150,0	6,95	114,0	22,40	2,02	9,98	1,92	3,75	40	21	22,00	P
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6,0	151	661	32,2	114,0	1910	191,0	7,70	148,0	27,00	2,14	12,60	2,01	3,94	40	23	25,30	P
UPN 220	220	80	9,0	12,5	6,5	167	718	37,4	146,0	2690	245,0	8,48	197,0	33,60	2,30	17,00	2,14	4,20	45	23	29,40	P
UPN 240	240	85	9,5	13,0	6,5	184	775	42,3	179,0	3600	300,0	9,22	248,0	39,60	2,42	20,80	2,23	4,39	45	25	33,20	P
UPN 260	260	90	10,0	14,0	7,0	200	834	48,3	221,0	4820	371,0	9,99	317,0	47,70	2,56	23,70	2,36	4,66	50	25	37,90	P
UPN 280	280	95	10,0	15,0	7,5	216	890	53,3	266,0	6280	448,0	10,90	399,0	57,20	2,74	33,20	2,53	5,02	50	25	41,80	P
UPN 300	300	100	10,0	16,0	8,0	232	950	58,8	316,0	8030	535,0	11,70	495,0	67,80	2,90	40,60	2,70	5,41	55	25	46,20	P

Figura 3: Tabla perfiles UPN

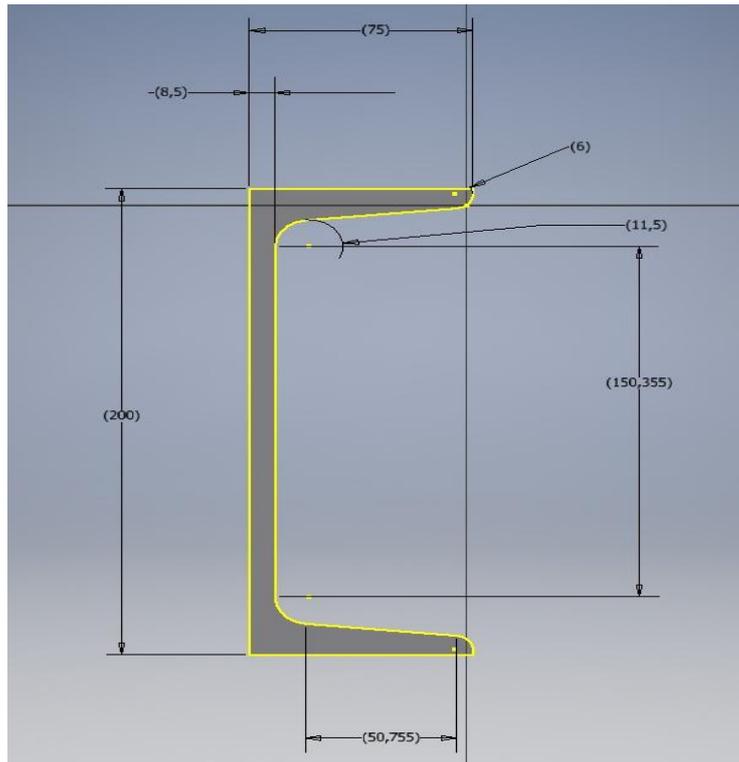


Figura 4: Modelización de perfil UPN 200

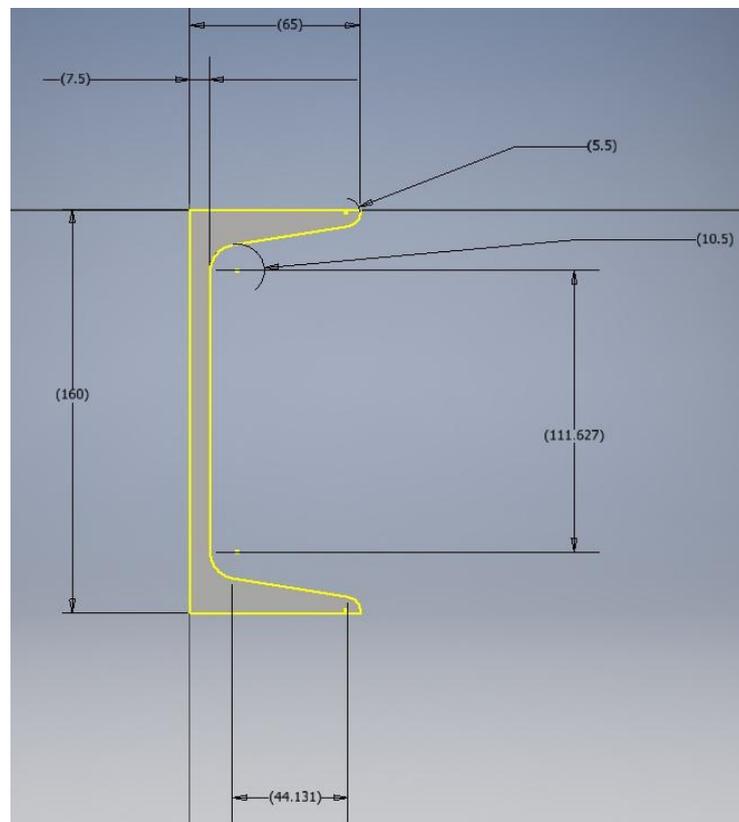


Figura 5: Modelización de perfil UPN 160

El conjunto de perfiles que forma el bastidor es una de las partes más importantes de la PMMTPE, ya que sobre él se va a repartir toda la carga que se asienten encima, en este caso la carga estará formada por la PMMTPE y el peso de la plataforma elevadora más el peso del operario que vaya a utilizarla con los respectivos equipos de trabajo.

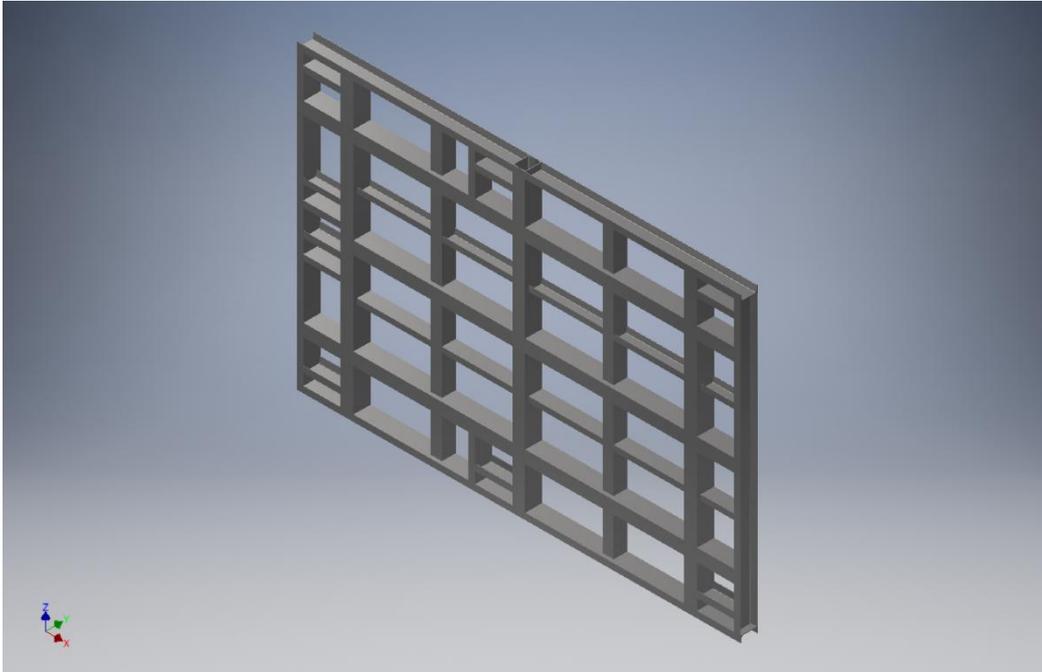


Figura 6: Ensamblaje del bastidor

4.1.1 Proceso de modelación del bastidor

Para la modelación del bastidor, en primer lugar, se ha creado un boceto para cada uno de los diferentes perfiles UPN 200 UPN 160, una vez se haya dibujado con las medidas correspondientes, se ha realiza la operación de extruir, cada uno de los perfiles, con diferentes dimensiones.

Tabla 7: Dimensiones perfiles bastidor

Tipo de perfil	Longitud del perfil	Cantidad de perfiles
UPN 200	3.370 mm	8
UPN 200	1.840 mm	12
UPN 200	430 mm	16
UPN 200	2.495 mm	4
UPN 160	975 mm	8
UPN 160	485 mm	8
UPN 160	430 mm	4
UPN 160	855 mm	8

Posteriormente, se ha realizado el ensamblaje poniendo las uniones y restricciones correspondientes para que el bastidor quede como en la figura 6.

Peso del bastidor completo: 2.047,728 kg

4.2 Puerta

Para la modelización de la puerta se han utilizado perfiles de 60 mm x 60 mm x 3 mm unas bisagras para poder abrir y cerrar la puerta y un pestillo para bloquearla. La puerta irá soldada a las placas de amarre al bastidor, es decir, no es desmontable.

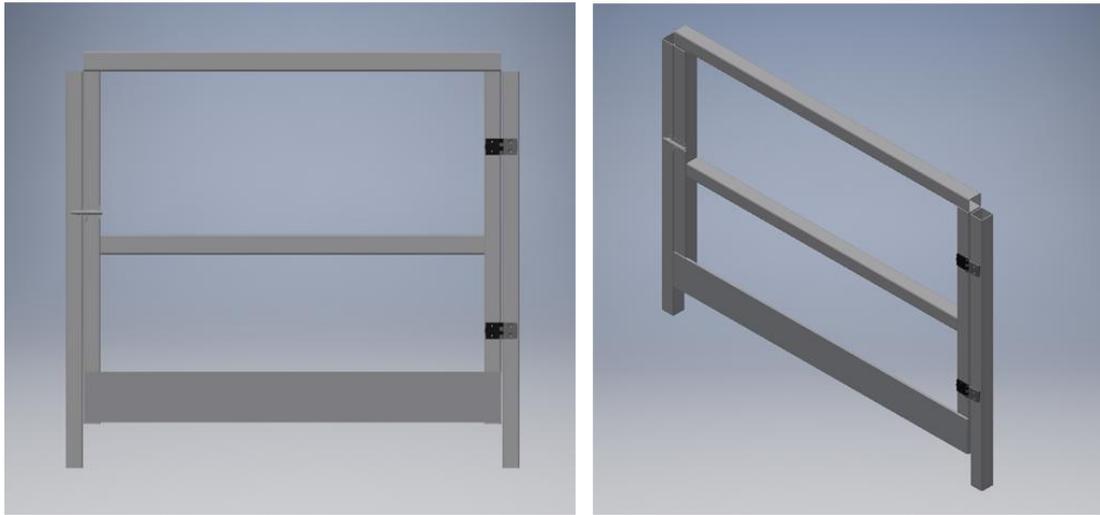


Figura 7: Vista frontal y lateral de la puerta

Se fabricará una unidad, para ello se utilizarán los siguientes materiales, que irán ensamblados mediante soldadura.

Tabla 8: Dimensiones perfiles y placa puerta

Tipo de tubo o placa	Medidas	Cantidad
Tubos huecos	60 mm x 60 mm x 3 mm de 1.180 mm de longitud	2
Tubos huecos	60 mm x 60 mm x 3 mm de 1.050 mm de longitud	2
Tubo hueco	60 mm x 60 mm x 3 mm de 1.468 mm de longitud	1
Tubo hueco	60 mm x 60 mm x 3 mm de 1.348 mm de longitud	1
Placa de metálica	150 mm x 10 mm de 1.465 mm de longitud	1

4.3 Barandillas

Se trata de una parte importante de la máquina PMMTPE, en cuanto a seguridad se refiere, ya que protegerán de una caída dentro de una trinchera y facilitarán el agarre del operario, cuando la PMMTPE este en movimiento.

Seguidamente, se procederá a realizar la modelación de las respectivas barandillas, para ello, se recopila la información necesaria para saber que altura mínima deben tener y si se requiere de algún requisito más, según normativa NTP 634.

4.3.1 Barandilla pequeña

Se fabricarán 4 unidades de este tipo de barandillas.

Estas barandillas son las que van situadas en los dos lados más estrechos de la plataforma motorizada móvil, 2 barandillas por cada lado.



Figura 8: Ensamblaje barandillas pequeñas con y sin placas de amarre

Para realizar cada una de las barandillas se utilizarán los siguientes materiales que irán ensamblados mediante unión por soldadura:

Tabla 9: Dimensiones tubos y placas barandillas pequeñas

Tipo de tubo o placa	Medidas	Cantidad
Tubos huecos	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.060 mm de longitud	2
Tubos huecos	40 mm x 40 mm x 4 mm de 120 mm de longitud	2
Tubo hueco	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.716,5 mm de longitud	1
Tubo hueco	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.517,5 mm de longitud	1
Tubos macizos	30 mm x 30 mm de 200 mm de longitud	2
Placa de metálica	150 mm x 10 mm de 1.726,5 mm de longitud	1

Las placas de amarre irán soldadas al bastidor, para soldar a estas mismas los tubos de 40 mm x 40 mm x 4 mm, de esta manera se podrán anclar las barandillas al bastidor mediante un tornillo rosca para poder desmontarlas en el momento de poner encima la plataforma elevadora.

Por otro lado, también se modeliza para cada uno de los lados estrechos de la plataforma:

- 1 Placa de amarre de 280 mm x 200 mm x 10 mm en la parte intermedia entre las dos barandillas.
- 1 Placa de amarre de 170 mm x 200 mm x 10 mm en los extremos.

*Material de todos los tubos y placa St-37-2 o S235J (Acero al carbono).

4.3.2 Barandilla grande

Se fabricarán 6 unidades de este tipo de barandillas.

Estas barandillas son las que van situadas en ambos lados de la parte ancha de la PMMTPE que se está diseñando.



Figura 9: Ensamblaje barandillas grandes con y sin placas de amarre

Tabla 10: Dimensiones tubos y placas barandillas grandes

Tipo de tubo o placa	Medidas	Cantidad
Tubos huecos	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.060 mm de longitud	2
Tubos huecos	40 mm x 40 mm x 4 mm de 120 mm de longitud	2
Tubo hueco	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.679 mm de longitud	1
Tubo hueco	35 mm x 35 mm x 2 mm de 1.475 mm de longitud	1
Tubos macizos	30 mm x 30 mm de 200 mm de longitud	2
Placa metálica	150 mm x 10 mm de 1.679 mm de longitud	1

Placas de amarre soldadas al bastidor para soldar a estas mismas los tubos de 40 mm x 40 mm x 4 mm para poder anclar las barandillas mediante tornillo rosca fijaremos la barandilla al bastidor.

Se realizará para cada uno de los lados anchos de la plataforma:

- 2 Placas de amarre a ambos extremos de 165 mm x 200 mm x 10 mm
- 2 Placas de amarre intermedias a la plataforma de 280 mm x 200 mm x 10 mm

Proceso de modelación:

Para la modelización de las barandillas hemos realizado un boceto para cada uno de los elementos que las componen, seguidamente, se ha extruido la longitud de cada uno de ellos, después se ha procedido al ensamblaje.

Por último, se ha procedido a su ensamblaje mediante sus respectivas restricciones.

Es necesario destacar que los tubos de 40 mm x 40 mm x 4 mm poseen un taladro roscado el cual nos servirá para fijar la barandilla al batidor por medio de un tornillo, este perfil cuadrado irá soldado a la placa de amarre.



Figura 10: Tubo hueco 40 mm x 40 mm x 4 mm para anclar mediante tornillo las barandillas

Para la realización de este perfil cuadrado hueco se ha realizado el boceto en primer lugar, luego se ha procedido a realizar la extrusión y por último se ha realizado el taladro y la respectiva rosca para la fijación de la barandilla con un tornillo de M-8.

4.4 Suelo

El suelo, estará compuesto de 4 chapas repujadas para evitar deslizamientos y como consecuencia caídas. Las dimensiones de estas chapas serán 2.562,5 mm x

1.757,5 mm x 5 mm, éstas llevarán mecanizados 2 agujeros de distancia entre agujeros de 985 mm, estos agujeros serán de 32 mm de diámetro. Los agujeros se realizan pasantes para la fijación de los cáncamos de M-30, que irán roscados a los tacos de elevación diseñados para el agarre de los cáncamos. Estos tacos de elevación se describen posteriormente en el proyecto.

4.4.1 Proceso de modelación del suelo

Como para todas las piezas anteriores, se ha realizado el boceto con las medidas correspondientes, seguidamente se ha procedido a la extrusión del boceto, con el espesor especificado y por último, se ha realizado la operación de taladrado, con un diámetro de 32 mm.

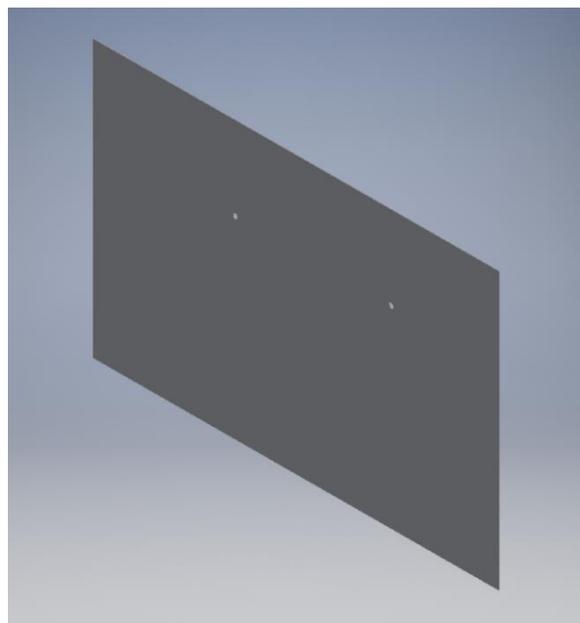


Figura 11: Modelización del suelo

4.5 Tacos de elevación de la PMMTPE

Se realizan 8 tacos de elevación, estos tacos se realizan como su propio nombre indica para la elevación de la PMMTPE a diseñar, ya que ésta se tiene que colocar encima del transfer mediante una grúa.

Estos tacos de elevación se realizan para el roscado de los cáncamos, dichos tacos irán provistos de un roscado a M-30 para la unión de los cáncamos con la PMMTPE, los tacos de elevación irán soldados a la PMMTPE, entre medio de los tacos de elevación y los cáncamos ira la chapa repujada del suelo.

4.5.1 Proceso de modelación de los tacos de elevación

En primer lugar, se ha realizado el croquis, este croquis se ha diseñado con las siguientes medidas 60 mm x 60 mm x 140 mm de longitud, luego se ha procedido a la extrusión del mismo, después se le ha biselado uno de los cantos y por último, se ha realizado las operaciones de taladrado y roscado.

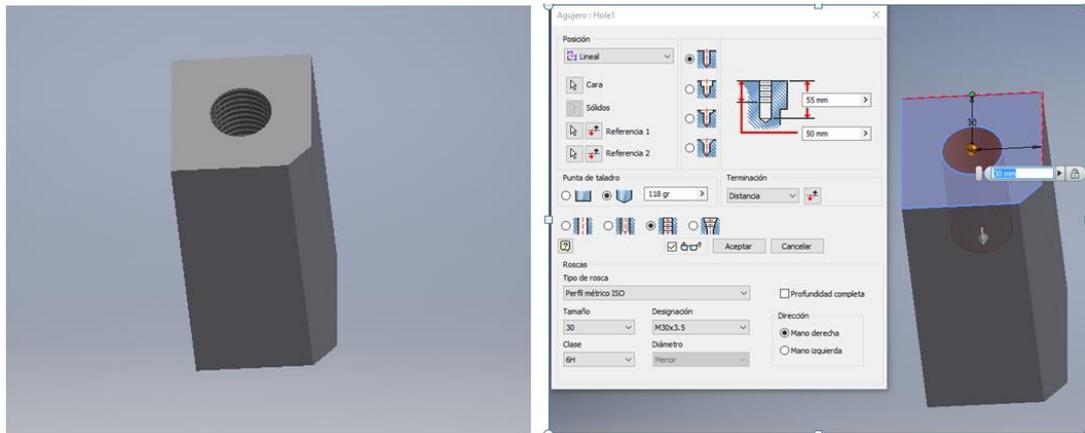


Figura 12: Modelización tacos de elevación

4.6 Cáncamos de M-30

Estos cáncamos son los que van a ir roscados en los tacos de elevación. En estos cáncamos se anclara la grúa facilitando así la elevación de la PMMTPE. Estos cáncamos aunque son diseñados, no serán fabricados ya que existen normalizados. Se necesitarán 8 unidades.



Figura 13: Modelización de cáncamos

4.7 Soportes de rueda lateral

Este soporte tiene la misión de sujetar la rueda que se desplazará por el lateral de las trincheras, esta rueda tiene la misión de guiar la PMMTPE para que esta no se precipite al suelo. La unión del conjunto a la PMMTPE se realizará por soldadura.

Se realizaran 4 conjuntos de este tipo de soporte.

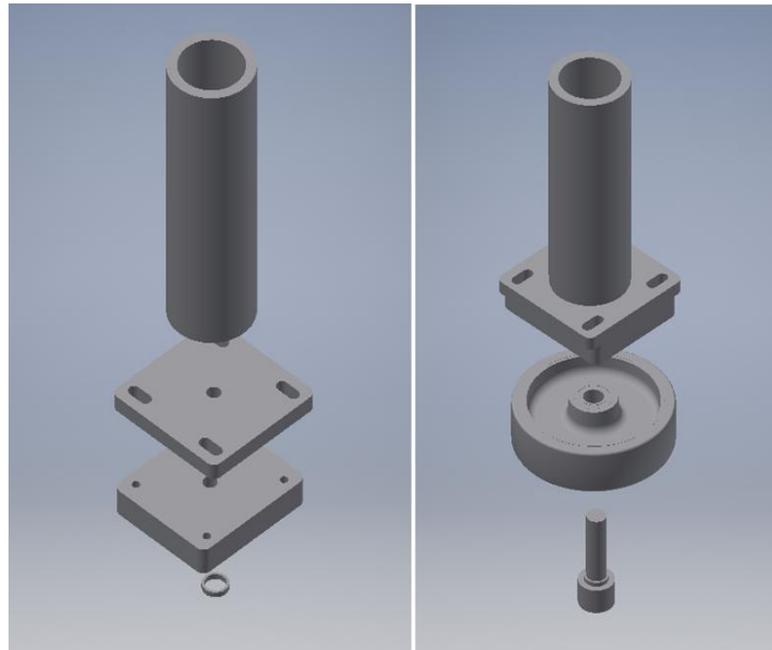


Figura 14: Soporte ruedas lateral

4.7.1 Proceso de modelización. Soporte de rueda lateral

Para el diseño del conjunto, en primer lugar, se ha realizado el croquis de cada una de las piezas que forman el conjunto. Seguidamente, se realizó la barra perforada, que es la que va a ir unida a la PMMTPE mediante soldadura, después la placa con agujeros colisos los cuales se diseñan para realizar el ajuste de las ruedas a tope con las paredes de las trincheras, esta operación de ajuste se realiza con la PMMTPE colocada en el transfer. Por último, se diseña la placa con los 4 agujeros roscados de M-12, en la cual va a ir insertado el casquillo, el cual va a facilitar la unión con la rueda y el bulón.

4.8 Soportes de ruedas libres

Se realizará 4 conjuntos de soporte para las 4 ruedas libres que posee la PMMTPE, este es el soporte que va a anclar las ruedas libres de la PMMTPE.

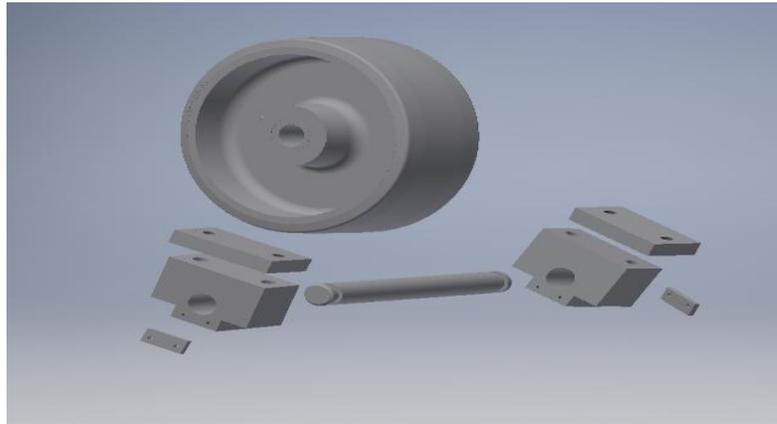


Figura 15: Soporte ruedas libres

4.8.1 Proceso de modelización. Soporte ruedas libres

Para desarrollar el proceso de modelización del soporte de las ruedas libres, se ha realizado el boceto de cada una de las piezas que se muestran en la figura 15. Seguidamente se han extruido cada una de las piezas, realizando a cada una de ellas las operaciones de taladrado y roscado, por último, se han ensamblado cada una de las piezas.

4.9 Eje de transmisión motor-reductor

Para el diseño del eje de transmisión motor-reductor se utilizan 6 rodamientos, los cuales facilitan el movimiento rotacional del eje, también se diseñan dos tubos huecos que harán de eje central y dos acoplamientos para absorber las fuerzas de giro en momentos de sobreesfuerzo. Se dibuja también dos placas iguales para la sujeción de los rodamientos centrales y otras dos iguales para los rodamientos de los extremos, en medio se encuentra el conjunto del motor-reductor, las ruedas van fijadas mediante el conjunto de eje rueda chaveta, y entre ejes y rodamientos se encuentran los casquillos.

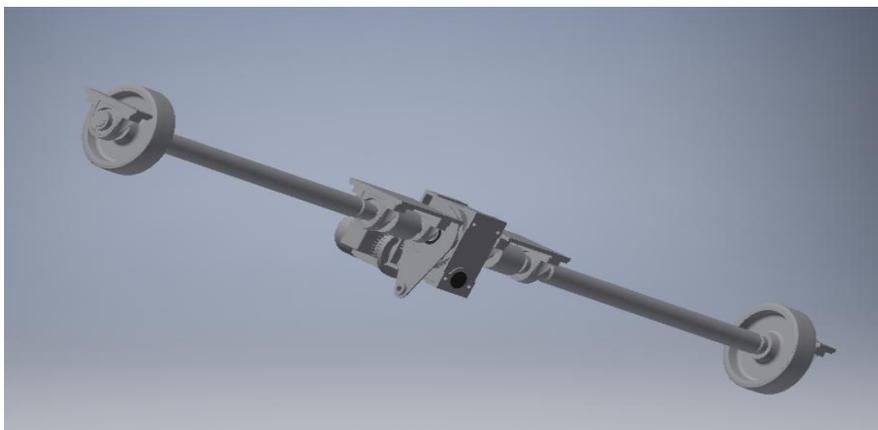


Figura 16: Eje de transmisión motor-reductor a ruedas motrices

Cada uno de los componentes que forman el conjunto se han dibujado por separado, realizando las mismas operaciones que para las demás piezas, extrusión, revolución, taladrado y posteriormente, el ensamblado del conjunto entero con sus respectivas restricciones.

4.10 Ensamblaje completo de la plataforma motorizada móvil

Por último, una vez modelizado todos los componentes que van a componer el conjunto de la PMMTPE, se realiza el ensamblaje, introduciéndole en el programa los contactos y restricciones pertinentes, para que ésta quede de la siguiente forma.

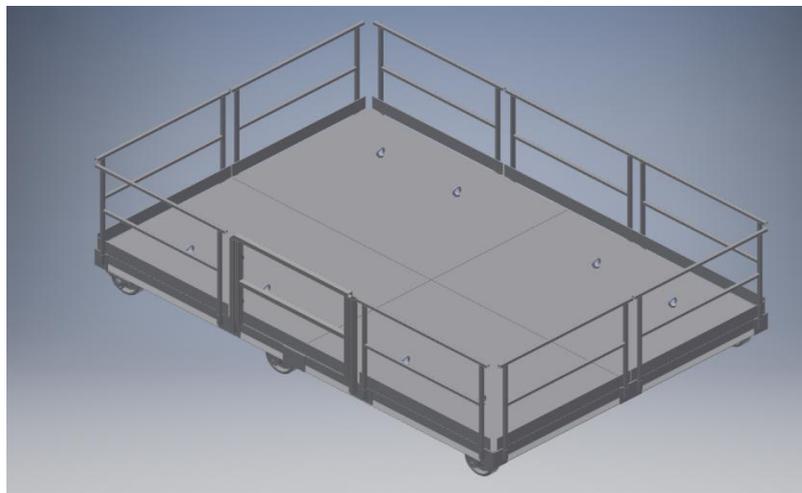


Figura 17: Ensamblaje de PMMTPE

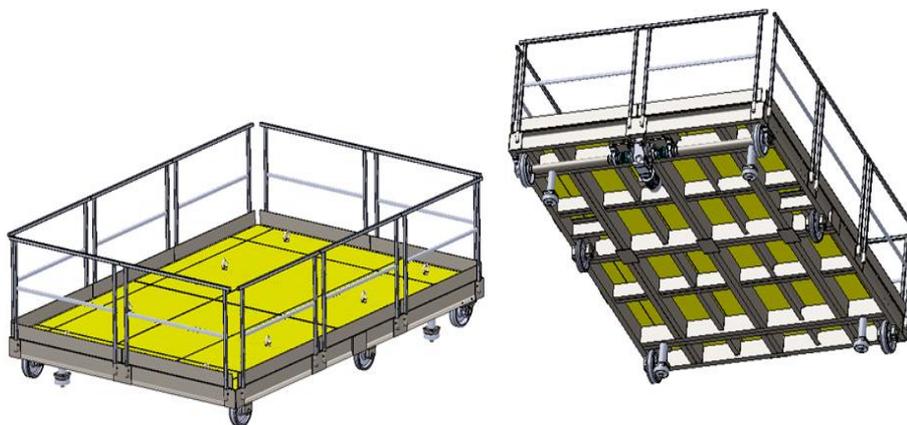


Figura 18: PMMTPE con detalles de color

5. CÁLCULOS

En este apartado se realizarán los cálculos de cada una de las partes más importantes de la PMMTPE, para asegurarnos que en la parte de la modelización hemos diseñado bien cada una de las piezas que forman dicha máquina.

5.1 Cálculos de la estructura de la plataforma

En primer lugar, se realiza el cálculo de la estructura de la PMMTPE a diseñar. Para ello se desarrollan una serie de cálculos, estos cálculos se simplifican realizando una serie de hipótesis, en las cuales se puede comprobar cómo se comporta la estructura y si esta cumple con los requisitos para los que se realiza dicho proyecto.

Consideraciones

Dependiendo del tipo de PEMP a utilizar las cargas irán variando. Las del tipo tijera o de desplazamiento solo vertical permanecerán estables independientemente de la elevación. Aquellas de brazo articulado producen cargas variables, dependiendo de la posición de la cesta. Los límites los pone el fabricante de estas elevadoras.

Por lo expuesto anteriormente, utilizamos tres hipótesis de cálculo, partiendo de la premisa que el peso máximo a transportar es de 10.000 kg.

La 1ª hipótesis de cálculo es la de suponer 4 puntos con una carga en cada punto de 2.500 kg. En la zona de ruedas.

La 2ª hipótesis es la de considerar en el punto más desfavorable, una carga puntual de 5.000 kg, pensando en que la posición de la cesta esté en diagonal en el punto máximo de separación permitido por el fabricante de la PEMP. En este caso, las cargas que soporta en cada una de las ruedas son variables.

La 3ª hipótesis es la de considerar, debido a que la PEMP varía la carga de cada uno de los apoyos en su movimiento de la plataforma, como una carga repartida en una zona central de la plataforma.

La propia plancha repujada que hay sobre la estructura hace que las cargas se repartan sobre ésta.

Las características mecánicas mínimas de los aceros según UNE-EN 10025 son:

Tabla 11: Tabla de características del acero empleado según CTE DB SE-A (Código Técnico de la edificación- Documento básico- Seguridad estructural- Acero)

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura ens. Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de Rotura F_u (N/mm ²)	
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR S235J0 S235J2	235	225	215	360	20 0 -20
S275JR S275J0 S275J2	275	265	255	410	20 0 -20
S355JR S355J0 S355J2 S355K2	355	345	335	470	20 0 -20 -20 (1)
S450J0	450	430	410	550	0

Los aceros tienen una serie de características comunes:

- Módulo de Elasticidad (E) 210.000 N/mm²
- Módulo de Rigidez (G) 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson (ν) 0.3
- Coeficiente de dilatación térmica (α) $1,2 \times 10^{-5}$ (°C)⁻¹
- Densidad (ρ) 7.850 kg /m³

5.1.1 HIPÓTESIS 1

DATOS DE CÁLCULO: Material S-275 JR

Límite elástico 275 N/mm²

UPN 200 → $I_{xx} = 1.910 \text{ cm}^4$

UPN 160 → $I_{xx} = 925 \text{ cm}^4$

$W_{xx} 200 = 191 \text{ cm}^3$

$W_{xx} 160 = 116 \text{ cm}^3$

En esta hipótesis escogeremos los siguientes perfiles:

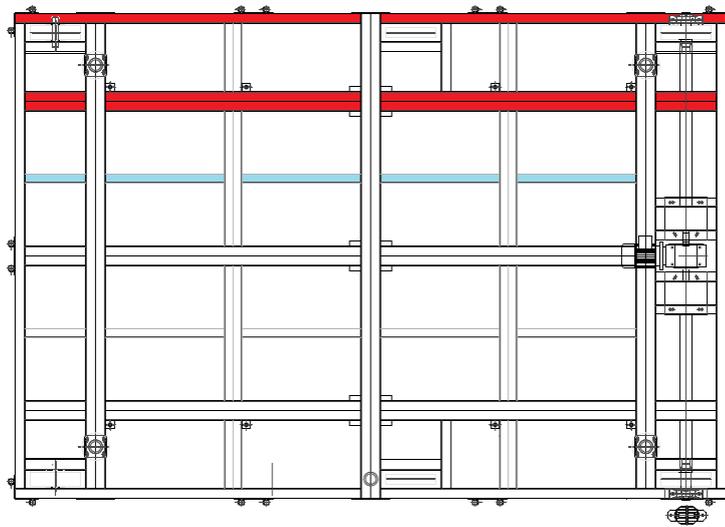


Figura 19: Perfiles hipótesis 1

Los perfiles coloreados en rojo son UPN 200.

El perfil coloreado de azul es UPN 160.

El cálculo se simplifica tomando todo ese conjunto de vigas, como una viga biapoyada en los extremos con cargas concentradas iguales y simétricas. Se toma un lado solo, ya que sabemos que el otro lado se va a comportar del mismo modo.

Se calcula suponiendo solo la parte más larga de la PMMTPE, ya que es la parte que más flexionará, es decir, la situación más desfavorable. En este caso los apoyos de la viga serán las ruedas de los extremos de la parte más larga omitiendo así las ruedas intermedias.

Como se ha dicho en las consideraciones, el peso máximo a transportar será de 10.000 kg, con lo cual se puede decir que al suponer 4 puntos de apoyo esta se reparte en 4 cargas de 2.500 kg, que en el caso de esta primera hipótesis, se colocarán 2 cargas de 2.500 kg cada una, ya que sólo se está calculando la mitad de la misma.

En este momento, se procede al cálculo:

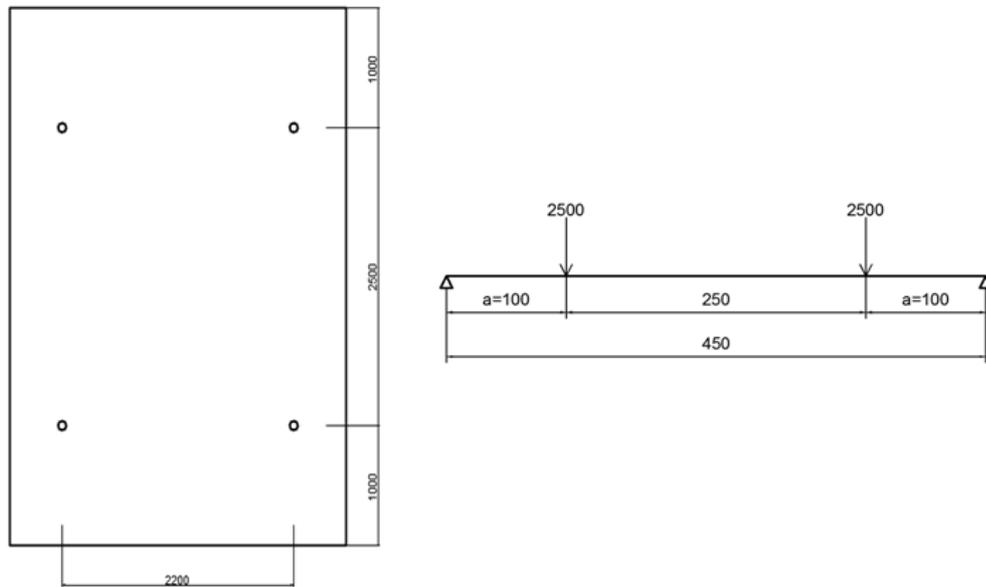


Figura 20: Croquis hipótesis 1

Se considera “a” zona de influencia

$$3\text{UPN } 200 \rightarrow I_{xx} = 1.910 \times 3 = 5.730 \text{ cm}^4$$

$$\text{UMP } 160 \rightarrow I_{xx} = 925 = \underline{925 \text{ cm}^4}$$

$$6.655 \text{ cm}^4$$

$$W_x \text{ } 200 = 191 \times 3 = 573 \text{ cm}^3$$

$$W_x \text{ } 160 = 116 \times 1 = \underline{116 \text{ cm}^3}$$

$$689 \text{ cm}^3$$

En primer lugar, se calcula el Momento Flector Máximo.

$$M_f \text{ max} = F \times a = 2.500 \times 100 = 250.000 \text{ kg /cm}$$

SUPONIENDO QUE NO EXISTEN RUEDAS INTERMEDIAS

Para calcular la flecha máxima se debe coger L/500, ya que es la que corresponde para nuestro proyecto según la normativa CTE-DB-SE-A (Código técnico de edificación- seguridad estructural – Acero)

Tabla 12: Según la normativa CTE-DB-SE-A (Código técnico de edificación- seguridad estructural – Acero)

Tipo de Elemento	Valores limite w_{activa}
Cubiertas (accesibles sólo para mantenimiento)	L/250
Cubiertas accesibles (con carácter general)	L/300
Vigas y forjados (en ausencia de elementos frágiles susceptibles de deterioro)	L/300
Vigas y forjados soportando tabiques ordinarios o solados rígidos con juntas	L/400
Vigas y forjados soportando elementos frágiles: tabiques, cerramientos o solados rígidos	L/500
Vigas soportando pilares	L/500
Vigas soportando muros de fábrica	L/1000

Así pues, se calcula la flecha máxima que puede aguantar:

$$\frac{L}{500} = \frac{4.500}{500} = 9 \text{ mm}$$

A continuación, se calcula la flecha que se va a generar en la estructura:

$$f = \frac{F \times a}{24 \times E \times I} = (3L^2 - 4a^2) = \frac{2.500 \times 100}{24 \times 2.100.000 \times 6.655} (3 \times 450^2 - 4 \times 100^2) = \frac{250.000}{3.135.511} (607.500 - 40.000) = 0,00000075 \times 567.500 = 0,42 \text{ cm} \rightarrow 4,2 \text{ mm}$$

$$4,2 < 9 \text{ mm}$$

Con lo que se determina que la estructura cumple, ya que la flecha alcanzada es menor a la flecha máxima admisible.

También se calcula la tensión debida al momento flector, para ello, se divide el momento flector máximo partido la suma de módulo de sección de los perfiles.

$$\sigma T = \frac{M_{max}}{W_{xx}} = \frac{250.000}{689} = 362,8 \frac{Kg}{cm} \rightarrow 35,6 \frac{N}{mm^2} < 275 \rightarrow OK$$

Cumple, ya que la tensión obtenida no supera el límite elástico del material.

Coefficiente de seguridad.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{275 MPa}{35,6 MPa}$$

$$N = 7,72$$

El resultado obtenido es un coeficiente de seguridad seguro, ya que los diseñadores de estructuras de acero cogen un coeficiente de seguridad de entre 2 y 4, lo cual indica que el diseño es apropiado.

5.1.2 HIPÓTESIS 2

DATOS DE CÁLCULO: Material S-275 JR

Límite elástico 275 N/mm²

UPN 200 → $I_{xx} = 1.910 \text{ cm}^4$

UPN 160 → $I_{xx} = 925 \text{ cm}^4$

$W_{xx} 200 = 191 \text{ cm}^3$

$W_{xx} 160 = 116 \text{ cm}^3$

CARGA PUNTUAL DE 5.000 kg

En esta hipótesis se utilizarán los siguientes perfiles:

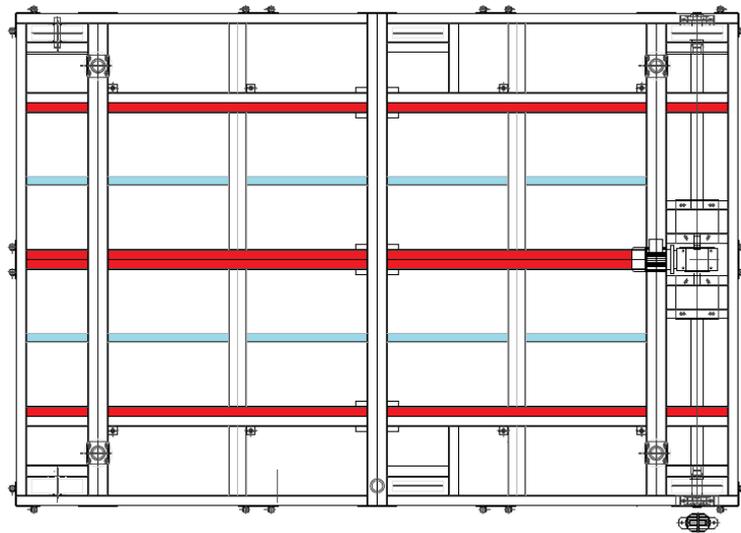


Figura 21: Perfiles hipótesis 2

Los perfiles coloreados en rojo son UPN 200.

El perfil coloreado de azul es UPN 160.

En esta hipótesis se utilizan los siguientes perfiles, ya que la parte más desfavorable de la plataforma será el centro, ya que si la cesta se moviera hacia cualquiera de los extremos tendríamos más cerca uno de los apoyos (ruedas) de la plataforma.

Para ello, se utilizará una carga puntual de 5.000 kg.

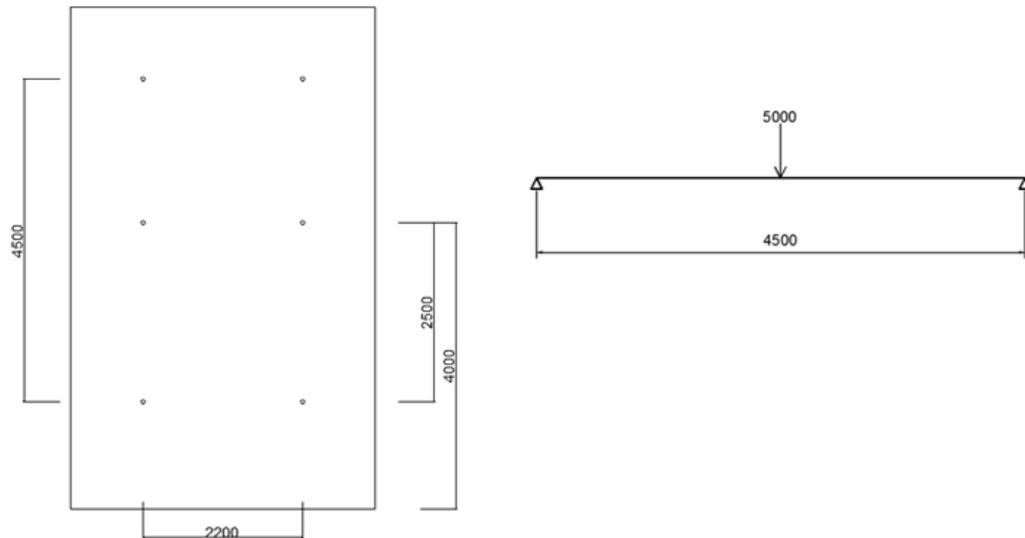


Figura 22: Croquis hipótesis 2

Zona de influencia formada por 4 UPN 200 y 2 UPN 160

$$\text{UPN 200} \rightarrow I_{xx} = 1.910 \times 4 = 7.640 \text{ cm}^4$$

$$\text{UPN 160} \rightarrow I_{xx} = 925 \times 2 = \underline{1.850 \text{ cm}^4}$$

$$9.490 \text{ cm}^4$$

$$W_x \text{ 200} = 191 \times 4 = 764 \text{ cm}^3$$

$$W_x \text{ 160} = 116 \times 2 = \underline{232 \text{ cm}^3}$$

$$996 \text{ cm}^3$$

Posteriormente, se calcula el momento flector máximo:

$$M_{fmax} = \frac{F \times L}{4} = \frac{5.000 \times 400}{4} = 500.000 \text{ kg/cm}^2$$

SUPONIENDO QUE NO EXISTEN RUEDAS INTERMEDIAS

Para calcular la flecha máxima se debe coger $L/500$, ya que es la que corresponde para nuestro proyecto según la normativa CTE-DB-SE-A (Código técnico de edificación- seguridad estructural – Acero) (Tabla 12 Hipótesis 1)

Así pues, se calcula la flecha máxima que puede aguantar:

$$\frac{L}{500} = \frac{4.500}{500} = 9 \text{ mm}$$

Seguidamente, se calcula la flecha que se va a generar en la estructura:

$$f = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I} = \frac{5.000 \times 450^3}{48 \times 2.100.000 \times 9490} = \frac{4,55^{11}}{9,57^{11}} = 0,48 \text{ cm} \rightarrow 4,8 \text{ mm}$$
$$4,8 < 9 \text{ mm}$$

Con lo que se determina que la estructura cumple, ya que la flecha alcanzada es menor a la flecha máxima admisible.

También se calcula la tensión debida al momento flector, para ello, se divide el momento flector máximo partido la suma de modulo de sección de los perfiles.

$$\sigma T = \frac{Mfmax}{Wxx} = \frac{500.000}{996} = 502 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 49,2 \text{ N/mm}^2 < 275 \text{ N/mm}^2$$

Cumple, ya que la tensión obtenida no supera el límite elástico del material.

Coefficiente de seguridad.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{275 \text{ MPa}}{49,2 \text{ MPa}}$$

$$N = 5,58$$

El resultado obtenido es un coeficiente de seguridad seguro, ya que los diseñadores de estructuras de acero cogen un coeficiente de seguridad de entre 2 y 4, lo cual indica que el diseño es apropiado.

No se considera la influencia de la carga sobre las ruedas traseras, debido a la cercanía de los apoyos.

Se calcula únicamente la carga puntual de 5.000 kg, respecto de los elementos estructurales de influencia de esa carga.

5.1.3 HIPÓTESIS 3

DATOS DE CÁLCULO: Material S-275 JR

Limite elástico 275 N/mm²

UPN 200 → $I_{xx} = 1.910 \text{ cm}^4$

UPN 160 → $I_{xx} = 925 \text{ cm}^4$

$W_{xx} 200 = 191 \text{ cm}^3$

$W_{xx} 160 = 116 \text{ cm}^3$

En esta hipótesis utilizaremos los siguientes perfiles:

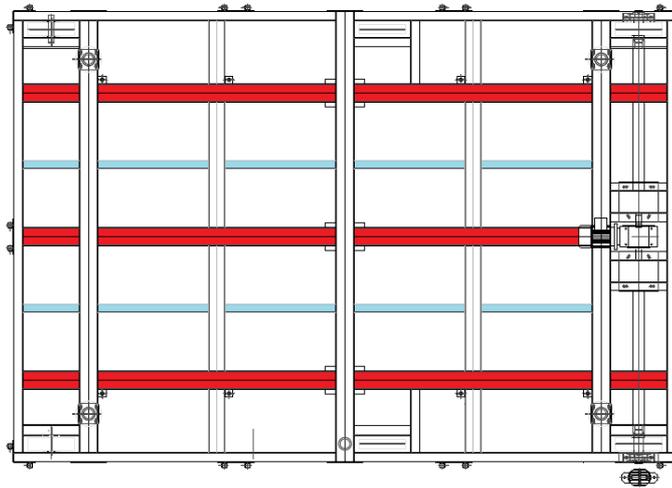


Figura 23: Perfiles hipótesis 3

Los perfiles coloreados en rojo son UPN 200.

El perfil coloreado de azul es UPN 160.

En esta hipótesis se calcula una carga repartida de 10.000 kg en la parte central de la misma.

En este caso consideramos los elementos estructurales afectados.

ÁREA DE INFLUENCIA:

6 UPN 200 → $I_{xx} = 6 \times 1.910 = 11.460 \text{ cm}^4$

2 UPN 160 → $I_{xx} = 2 \times 925 = \underline{1.850 \text{ cm}^4}$
 13.310 cm^4

$W_{xx} 200 = 6 \times 191 = 1.146 \text{ cm}^3$

$W_{xx} 160 = 2 \times 116 = \underline{232 \text{ cm}^3}$
 1.378 cm^3

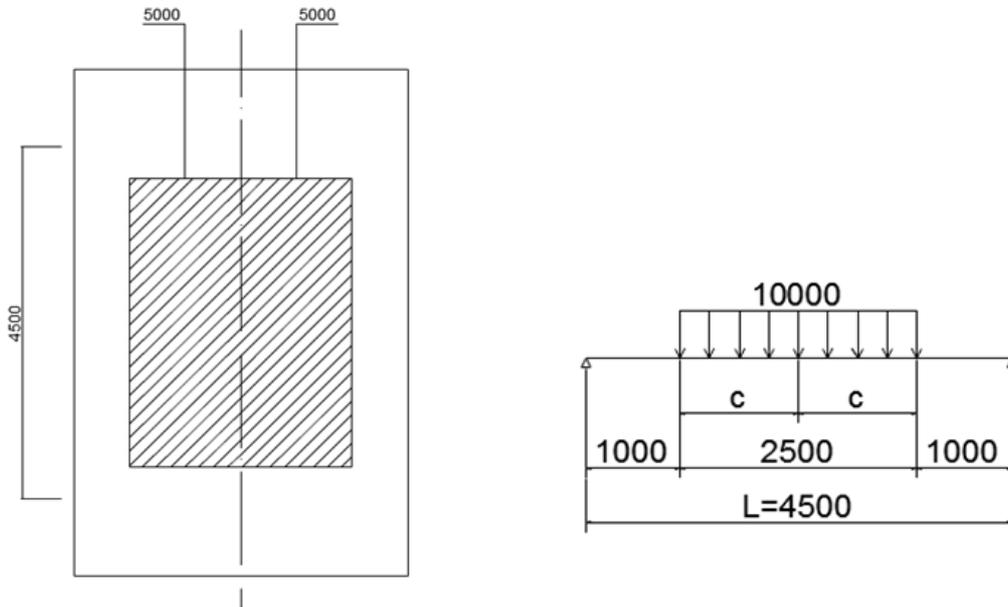


Figura 24: Croquis hipòtesis 3

Carga repartida:

$$q = \frac{10000}{250} \rightarrow q = 40 \text{ kg/cm}$$

Ahora calculamos el momento flector máximo:

$$M_{fmax} = \frac{q \times c (Lxc)}{2} = \frac{40 \times 125 (450 - 125)}{2} = 812.500 \text{ kg/cm}^2$$

SUPONIENDO QUE NO EXISTEN RUEDAS INTERMEDIAS

Para calcular la flecha máxima, cogemos $L/500$, ya que es la que corresponde para el presente proyecto según la normativa CTE-DB-SE-A (Código técnico de edificación- seguridad estructural – Acero) (Tabla 12 Hipòtesis 1)

Así pues, se calcula la flecha máxima que puede aguantar:

$$\frac{L}{500} = \frac{4.500}{500} = 9 \text{ mm}$$

Seguidamente, se calcula la flecha que se va a generar en la estructura:

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{q \times c \times l^3}{24 \times E \times I} \left(1 - \frac{C^2}{L^2} \left(2 - \frac{C}{L} \right) \right) \\
 &= \frac{40 \times 125 \times 450^3}{24 \times 2.100.000 \times 13310} \left(1 - \frac{125^2}{450^2} \left(2 - \frac{125}{450} \right) \right) = \\
 f &= \frac{4,556^{11}}{6,70824^{11}} (0,92 (1,72)) = 0,89 \text{ cm} \rightarrow 8,9 \text{ mm} \\
 &8,9 \text{ mm} < 9 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Con lo que se determina que la estructura cumple, ya que la flecha alcanzada es menor a la flecha máxima admisible.

También se calcula la tensión debida al momento flector, para ello, se divide el momento flector máximo partido la suma de modulo de sección de los perfiles.

$$\sigma T = \frac{Mfmax}{Wxx} = \frac{812.500}{1378} = 589,6 \text{ Kg/cm}^2 \rightarrow 57,84 \text{ N/mm}^2 < 275 \text{ N/mm}^2$$

Cumple, ya que la tensión obtenida no supera el límite elástico del material.

Coefficiente de seguridad.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{275 \text{ MPa}}{57,84 \text{ MPa}}$$

$$N = 4,75$$

El resultado obtenido es un coeficiente de seguridad seguro, ya que los diseñadores de estructuras de acero eligen un coeficiente de seguridad de entre 2 y 4, lo cual nos indica que el diseño es apropiado.

5.2 Cálculos de la fuerza de translación

Fuerza de translación

Datos de cálculo:

R_t = Resistencia a la translación

r = radio rueda motriz = 180 mm

μ = Índice rozamiento coeficiente = 0,1 (Poliuretano con acero mojado)

d = diámetro eje rueda = 70 mm

f = Rodamiento rodadura = 0,1

El coeficiente de rozamiento, se utiliza 0.1, ya que se trata de poliuretano en contacto con acero y se supone que puede estar húmedo en cualquier momento de su utilización.

Según la tabla siguiente los coeficientes de fricción para rodaduras de poliuretano en contacto con acero son los siguientes.

Tabla 13: Coeficiente de fricción para ruedas de poliuretano

		seco	mojado	aceitado
Coeficiente de fricción para ruedas	hormigón	0,55	0,4	0,2
	Asfalto	0,4	0,3	0,1
	Acero	0,3	0,1	0,0..

Valores experimentales relativos, a modo de comparación

Se calcula la carga total que se quiere desplazar:

Q =Carga \rightarrow Peso plataforma + carga = 12.500 kg

Cálculo de la fuerza de translación necesaria para comenzar a desplazarse la PMMTPE.

$$R_t = \frac{Q}{r} \left(\mu \frac{d}{2} + f \right) = \frac{12.500}{180} \left(0,1 \frac{70}{2} + 0,1 \right) = 69,44 (3,6) = 250 \text{ kg}$$

$$250 \times 9,81 = 2.452,5 \text{ N}$$

Cálculo del momento necesario para la traslación:

$$M_t = F r = 250 \text{ Kg} \times 0,18 \text{ m} = 45 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \rightarrow 441,45 \text{ Nm}$$

Este momento es el necesario para que la PMMTPE pueda empezar a moverse, aunque si el motor que se escoge se ajusta al mismo resultado, la PMMTPE no empezaría a moverse, en este caso se utiliza un coeficiente de mayoración, sobre un aproximadamente 50% para asegurarse que el motor puede mover la PMMTPE, sin ningún tipo de problema.

Se selecciona un motor-reductor formado por un motor de 1,50 Kw y reductor tamaño 130 y reducción de 80, con un par de transmisión de 815 Nm.



Figura 25: Marca motor seleccionado

5.2.1 Características motor seleccionado

Prestaciones de los Motorreductores de vis sin fin
Performance of worm geared motors

Motor Kw	n2 Rpm	i	M2 Nm	f.s.	Tipo	
1,50	6P n1=900	120	7.5	105	2.0	RD 075
		15	60	649	1.0	RD 110
		11	80	815	1.1	RD 130
2,20	2P n1=2800	374	7.5	51	1.9	RD 063
		280	10	67	1.5	RD 075
		186	15	97	1.1	RD 075
		186	7.5	100	1.8	RD 075
		140	10	132	1.5	RD 075
		94	15	191	1.0	RD 075
	4P n1=1400	186	7.5	101	2.9	RD 090
		140	10	133	2.3	RD 090
		94	15	193	1.9	RD 090
		70	20	251	1.4	RD 090
		56	25	307	1.1	RD 090
		47	30	346	1.2	RD 090
		70	20	256	2.2	RD 110
		56	25	316	1.9	RD 110
		47	30	355	1.8	RD 110
		35	40	462	1.3	RD 110
		28	50	550	1.1	RD 110
		24	60	648	0.9	RD 110
3,00	6P n1=900	28	50	567	1.7	RD 130
		24	60	660	1.4	RD 130
		18	80	803	1.0	RD 130
5,50	2P n1=2800	120	7.5	156	2.2	RD 075
		18	50	840	1.2	RD 130
		15	60	966	1.0	RD 130
		373	7.5	70	1.9	RD 075
		280	10	92	1.6	RD 075
		374	7.5	71	3.0	RD 090
	4P n1=1400	280	10	92	2.6	RD 090
		186	7.5	138	2.1	RD 090
		140	10	187	1.7	RD 090
		94	15	264	1.4	RD 090
		70	20	344	1.0	RD 090
		140	10	182	2.6	RD 110
		94	15	263	2.2	RD 110
		70	20	350	1.6	RD 110
		56	25	431	1.4	RD 110
		47	30	484	1.3	RD 110
		35	40	462	1.0	RD 110
		7,50	4P n1=1400	28	50	767
35	40			631	1.6	RD 130
28	50			773	1.3	RD 130
24	60			884	1.0	RD 130
18	80			1113	0.8	RD 130
120	7.5			212	2.7	RD 110
9,20	6P n1=900	30	30	745	1.6	RD 130
		22	40	955	1.2	RD 130
		374	7.5	93	1.4	RD 075
4,00	2P n1=2800	280	10	123	1.2	RD 075
		374	7.5	94	2.2	RD 075
		280	10	123	1.9	RD 090
		186	7.5	182	1.0	RD 075
		140	10	240	0.8	RD 075
		186	7.5	184	1.6	RD 090
4,00	4P n1=1400	140	10	243	1.3	RD 090
		94	15	352	1.0	RD 090
		70	20	458	0.8	RD 090
		186	7.5	184	2.4	RD 110
		140	10	243	2.1	RD 110
		94	15	352	1.6	RD 110
	6P n1=900	70	20	464	1.2	RD 110
		56	25	573	1.0	RD 110
		47	30	646	1.0	RD 110
		56	25	572	1.6	RD 130
		47	30	655	1.6	RD 130
		35	40	857	1.2	RD 130
5,50	4P n1=1400	28	50	1023	1.0	RD 110
		24	60	1179	0.9	RD 110
		120	7.5	283	2.0	RD 110
		45	20	713	1.5	RD 130
		36	25	870	1.2	RD 130
		186	7.5	253	1.9	RD 110
7,50	4P n1=1400	140	10	334	1.6	RD 110
		94	15	484	1.2	RD 110
		70	20	638	0.9	RD 110
		186	7.5	256	3.0	RD 130
		140	10	334	2.5	RD 130
		94	15	490	1.9	RD 130
9,20	4P n1=1400	70	20	645	1.4	RD 130
		56	25	788	1.2	RD 130
		47	30	900	1.2	RD 130
		35	40	1171	0.9	RD 110
		186	7.5	345	1.4	RD 110
		140	10	455	1.1	RD 110
9,20	4P n1=1400	94	15	660	0.9	RD 130
		186	7.5	349	2.1	RD 130
		140	10	455	1.8	RD 130
		94	15	667	1.4	RD 130
		70	20	860	1.0	RD 130
		56	25	1074	0.9	RD 130

Dimensiones
Dimensions

RD 025 **Peso sin motor 0.7Kg.**
Weight without motor 0.7Kg.

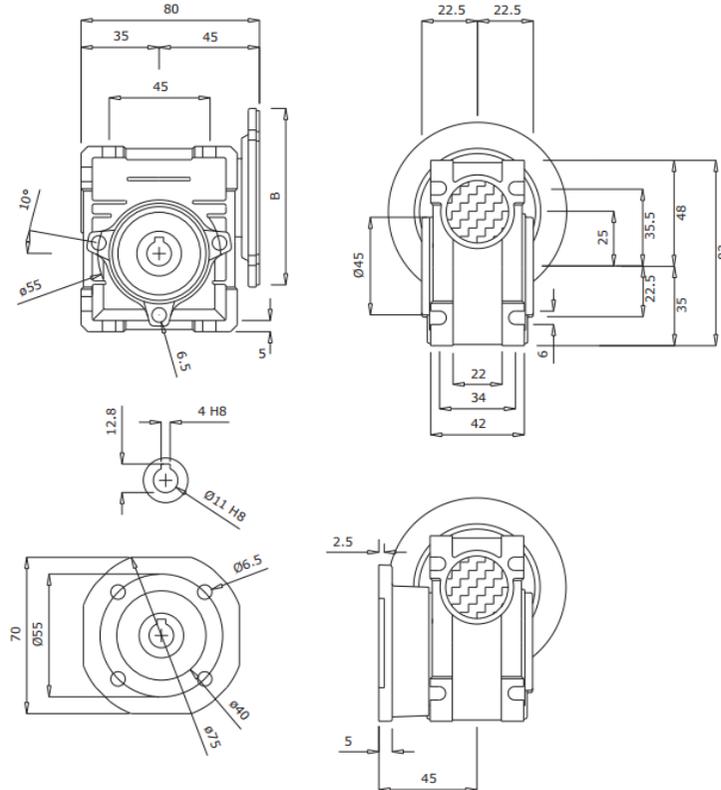
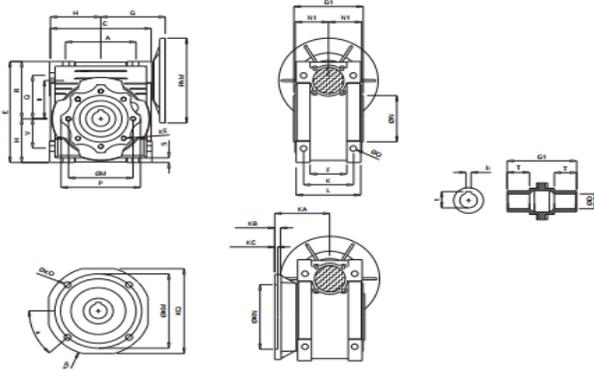


Figura 26: Características del motor

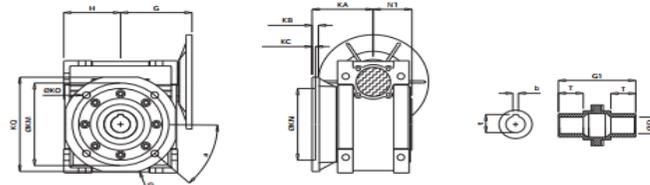
RD 030-130



Tamaño Size	A	B	C	D (H7)	E	F	G	G1	H	I	L	M	N (h8)	N1	O	P	Q	R
030	54	20	80	14	97	32	55	63	40	30	56	65	55	29	6.5	75	44	57
040	70	23	100	18 (19)	121.5	43	70	78	50	40	71	75	60	36.5	6.5	87	55	71.5
050	80	30	120	25 (24)	144	49	80	92	60	50	85	85	70	43.5	8.5	100	64	84
063	100	40	144	25 (28)	174	67	95	112	72	63	103	95	80	53	8.5	110	80	102
075	120	50	172	28 (35)	205	72	112.5	120	86	75	112	115	95	57	11	140	93	119
090	140	50	208	35 (38)	238	74	129.5	140	103	90	130	130	110	67	13	160	102	135
110	170	60	252.5	42	295	-	160	155	127.5	110	144	165	130	74	14	200	125	167.5
130	200	80	292.5	45	335	-	180	170	147.5	130	155	215	180	81	16	250	140	187.5

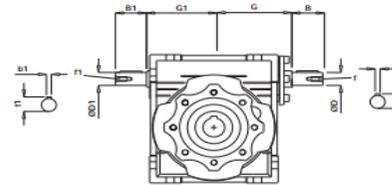
Tamaño Size	S	T	V	K	KA	KB	KC	KE	α	KM	KN (H8)	KO	KP	KQ	b	t	kg
030	5.5	21	27	44	54.5	6	4	M6x11 (4)	45°	68	50	6.5	80	70	5	16.3	1.2
040	6.5	26	35	60	67	7	4	M6x8 (4)	45°	87	60	9	110	95	6 (6)	20.8 (21.8)	2.3
050	7	30	40	70	90	9	5	M8x10 (4)	45°	90	70	11	125	110	8 (8)	28.3 (27.3)	3.5
063	8	36	50	85	82	10	6	M8x14 (8)	45°	150	115	11	180	142	8 (8)	28.3 (31.3)	6.2
075	10	40	60	90	111	13	6	M8x14 (8)	45°	165	130	14	200	170	8 (10)	31.3 (38.3)	9
090	11	45	70	100	111	13	6	M10x18 (8)	45°	175	152	14	210	200	10 (10)	38.3 (41.3)	13
110	14	50	85	115	131	15	6	M10x18 (8)	45°	230	170	14	280	260	12	45.3	35
130	15	60	100	120	140	15	6	M12x21 (8)	22.5°	255	180	16	320	290	14	48.8	48

Bridas especiales
Special output flanges



Tamaño Size	D (H7)	G	G1	H	N1	T	KA	KB	KC	α	KM	KN (H8)	KO	KP	KQ	b	t	
040	FB FC FD	18 (19)	70	78	50	36.5	26	97	7	4	45°	87	60	9	110	95	6 (6)	20.8 (21.8)
050	FB FC FD	25 (24)	80	92	60	43.5	30	120	9	5	45°	115	95	9.5	140	-	8 (8)	28.3 (27.3)
063	FB FC FE	25 (28)	95	112	72	53	36	112	10	6	45°	150	115	11	180	142	8 (8)	28.3 (31.3)
075	FB FC FD	28 (35)	112.5	120	86	57	40	98	10	5	45°	165	130	11	200	-	8 (10)	31.3 (38.3)
090	FB FC FD	35 (38)	129.5	140	103	67	45	122	18	6	45°	215	180	14	250	-	10 (10)	38.3 (41.3)
110	FB	42	160	155	127.5	74	50	110	17	6	45°	165	130	11	200	-	12	45.3

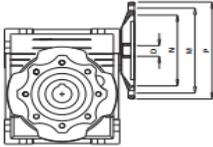
Modelos con arbol de entrada simple y doble
Single and double input shaft model



Tamaño Size	B	G	D (g6)	f	b	t	B1	G1	D1 (g5)	f1	b1	t1
030	20	51	9	-	3	10.2	20	45	9	-	3	10.2
040	23	60	11	-	4	12.5	23	53	11	-	4	12.5
050	30	74	14	M6	5	16.0	30	64	14	M6	5	16.0
063	40	90	19	M6	6	21.5	40	75	19	M6	6	21.5
075	50	105	24	M8	8	27.0	50	90	24	M8	8	27.0
090	50	125	24	M8	8	27.0	50	108	24	M8	8	27.0
110	60	142	28	M10	8	31.0	60	125	28	M10	8	31.0
130	80	162	30	M10	8	33.0	80	155	30	M10	8	33.0

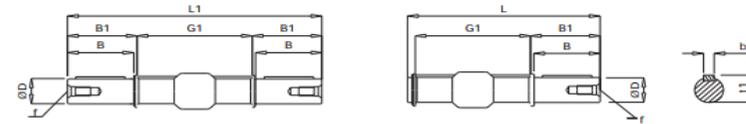
Figura 27: Dimensiones del motor

Predisposición de acoplamiento a motor
Motor coupling



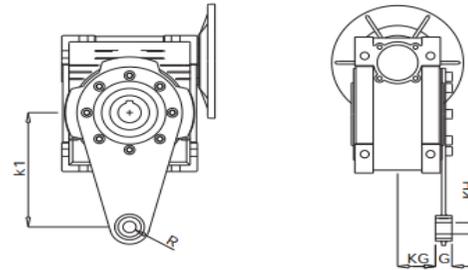
TIPO TYPE	PAM IEC	N	M	P	D										
					7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
RD 025	56 B14	50	65	80	9	9	9	9	-	9	9	9	9	-	-
	63 B5	95	115	140	11	11	11	11	11	11	-	-	-	-	
	63 B14	60	75	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RD 030	56 B5	80	100	120	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-
	56 B14	50	65	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71 B5	110	130	160	14	14	14	14	14	14	-	-	-	-	
RD 040	71 B14	70	85	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	63 B5	95	115	140	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
	63 B14	60	75	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	56 B5	80	100	120	-	-	-	-	-	-	9	9	9	9	
	80 B5	130	165	200	19	19	19	19	19	-	-	-	-	-	
RD 050	80 B14	80	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71 B5	110	130	160	14	14	14	14	14	14	14	14	14	-	
	71 B14	70	85	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	63 B5	95	115	140	-	-	-	-	-	11	11	11	11	11	
	90 B5	130	165	200	24	24	24	24	24	-	-	-	-	-	
RD 063	90 B14	95	115	140	19	19	19	19	19	19	19	19	-	-	
	80 B5	130	165	200	-	-	-	-	-	14	14	14	14	14	
	80 B14	80	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71 B5	110	130	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71 B14	70	85	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RD 075	100/112 B5	180	215	250	28	28	28	-	-	-	-	-	-	-	
	100/112 B14	110	130	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	90 B5	130	165	200	24	24	24	24	24	24	-	-	-	-	
	90 B14	95	115	140	-	-	-	19	19	19	19	19	19	19	
	80 B5	130	165	200	-	-	-	-	-	-	14	14	14	14	
RD 090	80 B14	80	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71 B5	110	130	160	-	-	-	-	-	-	14	14	14	14	
	100/112 B5	180	215	250	28	28	28	28	28	28	-	-	-	-	
	100/112 B14	110	130	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	90 B5	130	165	200	24	24	24	24	24	24	24	24	-	-	
RD 110	90 B14	95	115	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	80 B5	130	165	200	-	-	-	-	-	19	19	19	19	19	
	80 B14	80	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	132 B5	230	265	300	38	38	38	38	-	-	-	-	-	-	
	100/112 B5	180	215	250	28	28	28	28	28	28	28	28	-	-	
RD 130	90 B5	130	165	200	-	-	-	-	24	24	24	24	24	24	
	80 B5	130	165	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	
	132 B5	230	265	300	38	38	38	38	38	38	-	-	-	-	
	100/112 B5	180	215	250	-	-	-	-	28	28	28	28	28	28	
	90 B5	130	165	200	-	-	-	-	-	-	-	-	24	24	

Ejes de salida simples y dobles
Single and double output shafts



	D h6	B	B1	G1	L	L1	f	b1	t1
025	11	23	25.5	50	81	101	-	4	12.5
030	14	30	32.5	63	102	128	M6	5	16
040	18	40	43	78	128	164	M6	6	20.5
050	25	50	53.5	92	153	199	M10	8	28
063	25	50	53.5	112	173	219	M10	8	28
075	28	60	63.5	120	192	247	M10	8	31
090	35	80	84.5	140	234	309	M12	10	38
110	42	80	84.5	155	249	324	M16	12	45
130	45	80	85	170	265	340	M16	14	48.5

Brazos de reacción
Torque arms



	K1	G	KG	KH	R
025	70	14	17.5	8	15
030	85	14	24	8	15
040	100	14	31.5	10	18
050	100	14	38.5	10	18
063	150	14	49	10	18
075	200	25	47.5	20	30
090	200	25	57.5	20	30
110	250	30	62	25	35
130	250	30	69		

Figura 28: Dimensiones acoplamiento y ejes

5.2.2 Datos técnicos

Tabla 14: Datos técnicos

Potencia instalada / máquina	1,5 Kw
Velocidad de giro del motor	11,25 RPM
Velocidad lineal	12.71 m/min
Carga máxima permitida	10.000 kg
Peso	2.500 kg
Par máximo	815 Nm

El desarrollo de una de las ruedas es:

$$L = 2 \times \pi \times r$$

$$L = 2 \times \pi \times 0,180$$

$$L = 1,130 \text{ m}$$

Con lo que la velocidad lineal será:

$$V_l = 11,25 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{1,130 \text{ m}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$V_l = 0,21 \text{ m/s}$$

Lo que es igual a:

$$V_l = 12.71 \text{ m/min}$$

Según la normativa NTP 634, se indica que la velocidad máxima de las plataformas que se desplacen por raíles no puede ser superior a 3,0 m/s, con lo que se observa que se cumple con la normativa.

5.3 Cálculo del esfuerzo cortante en los pasadores de las ruedas libres.

Se debe tener en cuenta, que solo va a tener 4 ruedas, para plantear el caso más desfavorable. Se conoce que en los pasadores de las ruedas libres hay una carga de 24.525 N.

Esfuerzo cortante en ejes.

Q = Carga total que soporta el eje

n = Número de secciones que están en esfuerzo cortante

A = Área de la sección que se encuentra en esfuerzo cortante.

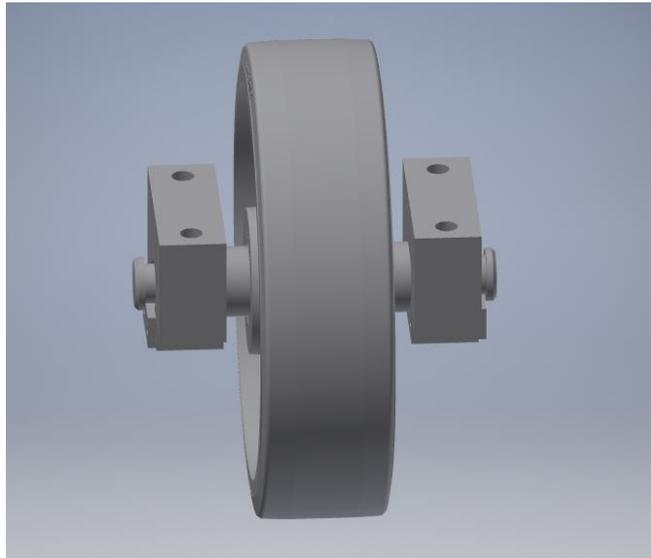


Figura 29: Pasador sometido a esfuerzo cortante

$$\tau_{pasador} = \frac{Q}{n \times A} = \frac{Q}{n \times \frac{\pi}{4} \times d^2} = \frac{24.525 \text{ N}}{2 \times \frac{\pi}{4} \times 40^2}$$

$$\tau_{pasador} = 9,76 \text{ MPa}$$

La tensión cortante admisible de un pasador es de:

$$\tau_{adm} = f_{seg} \times f_y$$

Se toma como factor de minoración 0,7, que es el que se indica para pasadores de ruedas, ya que para tornillos y roblones tiene un factor de 0,65.

Fy se trata del límite elástico del material, en este caso se trata de un S-275J

$$\tau_{adm} = 0,7 \times 275 \text{ MPa} = 192 \text{ MPa}$$

$$9,76 \text{ MPa} < 192 \text{ MPa}$$

Coefficiente seguridad.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{192,5 \text{ MPa}}{9,76 \text{ MPa}}$$

$$N = 19,72$$

Por lo tanto, se observa que el pasador de las ruedas aguanta perfectamente la tensión cortante a la que está sometido.

5.4 Cálculo del esfuerzo cortante en las chavetas del eje motriz

Según la norma DIN 6885 en la que se ampara la siguiente tabla.

Tabla 15: Normativa DIN 6885 chavetas

DK 621.886.6 DEUTSCHE NORMEN August 1968

Mittelnervverbindungen ohne Anzug
Paßfedern Nuten
hohe Form
DIN 6885
Berl 1

Parallel keys, deep pattern, dimensions and application
Normblatt Nr. 384 überholt

Maße in mm

Paßfeder-Querschnitt Schlüssel nach DIN 6885	Reihe b	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
Für Wellendurchmesser (d)	min	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
Reihe h	h	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
Für Wellendurchmesser (D)	min	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe H	H	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe k	k	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe l	l	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe m	m	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe n	n	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe o	o	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe p	p	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe q	q	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe r	r	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe s	s	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe t	t	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe u	u	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe v	v	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe w	w	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe x	x	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe y	y	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe z	z	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe aa	aa	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ab	ab	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ac	ac	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ad	ad	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ae	ae	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe af	af	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ag	ag	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ah	ah	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ai	ai	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe aj	aj	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ak	ak	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe al	al	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe am	am	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe an	an	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ao	ao	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ap	ap	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe aq	aq	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ar	ar	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe as	as	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe at	at	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe au	au	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe av	av	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe aw	aw	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ax	ax	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ay	ay	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe az	az	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe ba	ba	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe bb	bb	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe bc	bc	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe bd	bd	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe be	be	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe bf	bf	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	112	125	140	160
Reihe bg	bg	10	12	14																					

Para la ejecución de las ranuras en los árboles y agujeros, se recomienda el empleo de la norma DIN 6885, hoja 1, en la tabla se ampara en lo esencial. En la siguiente tabla se indica cómo realizar un chavetero según el diámetro del eje, también se indica tanto el ajuste con el juego en el lomo, como el ajuste con el apriete en el lomo.

Igualmente se va a realizar el cálculo de la chaveta.

$$M_t = F \times e$$

En este caso M_t es el momento torsor transmitido y e será el radio del eje en metros.

$$F = \frac{M_t}{e}$$

$$F = \frac{407.5 \text{ Nm}}{0.03\text{m}} = 13.583,33 \text{ N}$$

$$\sigma = \frac{F}{\text{Seccion}_{\text{chaveta}}} < \sigma_t$$

$$\sigma = \frac{13.583,33}{90 \times 20} < 275 \times 0,7$$

$$\sigma = 7,55 \text{ MPa} < 192,5 \text{ MPa}$$

Con lo que se puede observar que el diseño de las chavetas del eje motriz cumple, ya que no sobrepasa el límite elástico. También se puede ver que se cumple con la norma DIN 6885 de dimensionado de chavetas.

Coefficiente seguridad.

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{192,5 \text{ MPa}}{7,55 \text{ MPa}}$$

$$N = 25.5$$

En chavetas se recomienda al menos un coeficiente de seguridad de 3. Cumple de sobra ya que se ha utilizado la longitud requerida por el reductor.

5.5 Cálculo del aplastamiento en las ruedas.

Este cálculo no se va a realizar, ya que las ruedas están compuestas de diferentes materiales y las ruedas seleccionadas vienen con una garantía del fabricante, esta asegura que aguanta cada una de ellas hasta 25.000 kg, es decir, están suficientemente sobredimensionadas para la función que van a realizar, ya que la plataforma solo va a transportar una carga máxima de 10.000 kg.

5.5.1 Características de las ruedas seleccionadas

Blickle®

Serie: GBN, rueda Ø 300 - 1000 mm

Ruedas motrices para carga pesada con chavetero, con banda de rodadura de poliuretano Blickle Besthane®, con núcleo de fundición gris

2100 - 25000 kg ✓RoHS



Características técnicas:

- Grueso de banda de rodadura: 92° Shore A
- Resistencia a la temperatura: -30° C - +70° C en fases cortas +30° C
- Resistencia a la rotadura: excelente
- Ruido durante la marcha: bueno
- Protección de suelo: bueno

Blickle Besthane®

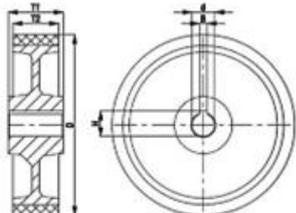
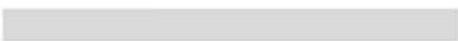
Ruedas serie GBN:
Banda de rodadura: De elastómero de poliuretano de alta calidad Blickle Besthane®, inyectado de reacción, dureza 92° Shore A, marcha silenciosa, muy baja resistencia a la rotadura, alta capacidad de carga dinámica, respetuosa con el suelo, muy resistente a la abrasión, alta resistencia a la rasgadura y a las grietas, color marrón, no deja huellas, no decolora al contacto, muy buena unión química con el núcleo.

Núcleo: De fundición gris robusto, agujero del eje y chavetero según DIN 6885, tejeado, color plateado.

Otras propiedades:
Alta resistencia química contra muchos medios agresivos (tabla página 36-37).
Resistencia a la temperatura: -30° C hasta +70° C, en fases cortas +90° C.
Cuando la temperatura supera los +40° C disminuye la capacidad de carga.
Libre de mantenimiento en condiciones normales de uso.
Resumen serie rueda página 57

Ruedas	Ø Rueda (R) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Cap. carga a 4 km/h [kg]	Cap. carga a 10 km/h * [kg]	Cap. carga a 16 km/h * [kg]	Ø Eje (R) [mm]	Anchura ranura cubo (R) [mm]	Altura ranura cubo (T1) [mm]	Largo de cubo (T3) [mm]
GBN 302/40H7	300	80	2100	1400	750	40 H7	12,559	43,3	80
GBN 302/50H7	300	80	2100	1400	750	50 H7	14,559	53,8	80
GBN 304/40H7	300	100	2700	1800	1000	40 H7	12,559	43,3	100
GBN 304/50H7	300	100	2700	1800	1000	50 H7	14,559	53,8	100
GBN 304/60H7	300	100	2700	1800	1000	60 H7	18,559	64,4	100
GBN 362/40H7	360	75	2200	1500	800	40 H7	12,559	43,3	75
GBN 362/50H7	360	75	2200	1500	800	50 H7	14,559	53,8	75
GBN 362/60H7	360	75	2200	1500	800	60 H7	18,559	64,4	75
GBN 362/70H7	360	100	3200	2200	1200	70 H7	20,559	74,9	100
GBN 404/40H7	400	100	3400	2500	1300	40 H7	18,559	64,4	100
GBN 404/50H7	400	100	3400	2500	1300	50 H7	20,559	74,9	100
GBN 406/70H7	400	125	4500	3000	1600	70 H7	20,559	74,9	125
GBN 406/80H7	400	125	4500	3000	1600	80 H7	22,559	85,4	125
GBN 408/80H7	400	150	5100	3700	2000	80 H7	22,559	85,4	150
GBN 500/80H7	500	100	4500	3000	1600	80 H7	22,559	85,4	100
GBN 504/100H7	500	150	6700	4500	2500	100 H7	28,559	106,4	150
GBN 506/120H7	500	200	9000	6200	3300	120 H7	32,559	127,4	200
GBN 602/120H7	600	150	6000	3900	2000	120 H7	32,559	127,4	150
GBN 604/120H7	600	200	10000	7000	3700	120 H7	32,559	127,4	200
GBN 750/150H7	750	200	12500	8700	4500	150 H7	36,559	138,4	200
GBN 1000/250H7	1000	300	25000	17000	9000	250 H7	56,559	202,4	300

* Capacidades de carga mucho más elevadas para aplicaciones sin obstáculos.
Otras dimensiones sobre pedido



24

Figura 30: Ruedas motrices de Poliuretano con núcleo fundición gris



Serie: GB, rueda Ø 250 - 1000 mm

Ruedas para carga pesada con banda de rodadura de poliuretano Blickle Besthane®, con núcleo de fundición gris

1250 - 30000 kg ✓RoHS



Dureza de banda de rodadura	92° Shore A
Resistencia a la temperatura	-25° C - +70° C en fases cortas +90° C
Resistencia a la rodadura	excelente
Ruido durante la marcha	bueno
Protección de salpicaduras	bueno



Ruedas serie GB:
Banda de rodadura: De elastómero de poliuretano de alta calidad Blickle Besthane®, inyectado de reacción, dureza 92° Shore A, marcha silenciosa, muy baja resistencia a la rodadura, alta capacidad de carga dinámica, respóndase con el suelo, muy resistente a la abrasión, alta resistencia a la rasgadura y a las grietas, color marrón, no deja huellas, no decolora al contacto, muy buena unión química con el núcleo.
 (Descripción del material página 39)
Núcleo: De fundición gris robusto, con engrasador, lacado, color plata.
Tipos de rodamiento:
 • Cojinete a bolas, dos cojinetes preensados, engrasado con grasa de larga duración
 • Cojinete de agujas oscilante, especialmente robusto, muy alto rendimiento de desplazamiento, engrasado con grasa de larga duración
Otras propiedades:
 Alta resistencia química contra muchos medios agresivos (tabla página 36-37). Resistencia a la temperatura: -25° C hasta +70° C, en fases cortas +90° C. Cuando la temperatura supera los +40° C disminuye la capacidad de carga. Libre de mantenimiento en condiciones normales de uso.
Resumen serie rueda página 48

Ruedas	Ø Rueda (D) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Cap. carga a 4 km/h [kg]	Cap. carga a 10 km/h * [kg]	Cap. carga a 16 km/h * [kg]	Tipo de rodamiento	Ø Eje (d) [mm]	Largo de cubo (T1) [mm]
GB 251/25K	250	50	1250	850	500	a bolas	25	60
GB 251/30K	250	50	1250	850	500	a bolas	30	60
GB 250/25K	250	60	1500	1000	550	a bolas	25	70
GB 250/30K	250	60	1500	1000	550	a bolas	30	70
GB 250/35K	250	60	1500	1000	550	a bolas	35	70
GB 252/25K	250	80	1800	1400	750	a bolas	25	90
GB 252/30K	250	80	2000	1400	750	a bolas	30	90
GB 253/35K	250	100	2500	1700	1000	a bolas	35	100
GB 254/40K	250	130	3000	2100	1200	a bolas	40	140
GB 300/30K	300	60	1800	1200	700	a bolas	30	70
GB 302/30K	300	80	2400	1600	900	a bolas	30	90
GB 302/35K	300	80	2400	1600	900	a bolas	35	90
GB 304/35K	300	100	3000	2000	1200	a bolas	35	120
GB 306/50K	300	140	3700	2600	1600	a bolas	50	140
GB 362/40K	360	75	2500	1700	1000	a bolas	40	90
GB 363/40K	360	100	3600	2400	1350	a bolas	40	100
GB 364/40K	360	120	3800	2600	1600	a bolas	40	120
GB 402/40K	400	80	3000	2200	1200	a bolas	40	90
GB 404/40K	400	100	3800	2600	1500	a bolas	40	120
GB 406/50K	400	125	5000	3300	1800	a bolas	50	125
GB 408/50K	400	150	5700	4000	2200	a bolas	50	150
GB 500/50K	500	100	5000	3300	1800	a bolas	50	100
GB 504/80K	500	150	7500	5000	2600	a bolas	60	150
GB 506/80K	500	200	10000	6500	3700	a bolas	80	200
GB 602/80K	600	150	9000	6000	3400	a bolas	80	150
GB 604/80K	600	200	12000	8000	4500	a bolas	80	200
GB 750/120K	750	200	15000	10000	5500	a bolas	120	200
GB 1000/160PR	1000	300	30000	20000	11000	oscilante	160	300

* Capacidades de carga mucho más elevadas para aplicaciones sin obstáculos.
 Otras dimensiones sobre pedido

Variantes/Accesorios

	estable a la hidrólisis, con núcleo de poliuretano fundido	ruedas motrices con chavetero	ruedas de brida
Descripción técnica página	39	57	58
Referencia - anexo		serie GBN	serie GBA
Disponibles en	sobre pedido	ver página 464-465	ver página 468

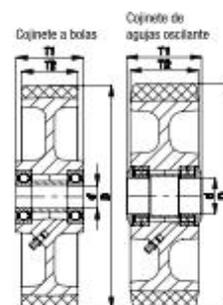


Figura 31: Ruedas libres de poliuretano



Serie: VSB, GB, rueda Ø 80 - 200 mm

Ruedas para carga pesada con banda de rodadura de poliuretano Blickle Besthane®, con núcleo de acero o bien de fundición gris

400 - 1600 kg ✓RoHS



Dureza de fondo de rodadura	92° Shore A
Resistencia a la temperatura	-25° C - +70° C en bases cortas +90° C
Resistencia a la rodadura	excelente
Ruido durante la marcha	bajo
Producción de polvo	bajo



Ruedas serie VSB, GB:
Banda de rodadura: De elastómero de poliuretano de alta calidad Blickle Besthane®, inyectado de reacción, dureza 92° Shore A, marcha silenciosa, muy baja resistencia a la rodadura, alta capacidad de carga dinámica, respetuosa con el suelo, muy resistente a la abrasión, alta resistencia a la rodadura y a las grietas, color marrón, no deja huellas, no decolora al contacto, muy buena unión química con el núcleo.
(Descripción del material página 38)
Núcleo: Serie VSB: De acero.
Serie GB: De fundición gris robusta, a partir de Ø 150 mm con engrasador, lacado, color plata.
Tipo de rodamiento:
• Cjanele a bolas, dos cojinetes prensados, engrasado con grasa de larga duración.
Otras propiedades:
Alta resistencia química contra muchos medios agresivos (tabla página 36-37).
Resistencia a la temperatura: -25° C hasta +70° C, en bases cortas +90° C.
Cuando la temperatura supera los +40° C disminuye la capacidad de carga.
Libre de mantenimiento en condiciones normales de uso.
Resumen serie rueda página 48

12

Ruedas	Ø Rueda (D) [mm]	Ancho rueda (T2) [mm]	Cap. carga a 4 km/h [kg]	Cap. carga a 10 km/h * [kg]	Cap. carga a 16 km/h * [kg]	Tipo de rodamiento	Ø Eje (d) [mm]	Largo de cubo (T1) [mm]
VSB 82/20K	80	70	500	300	-	a bolas	20	70
GB 100/15K	100	40	400	240	-	a bolas	15	40
GB 101/20-50K	100	50	500	300	-	a bolas	20	50
GB 101/20K	100	50	500	300	-	a bolas	20	60
GB 125/15K	125	40	500	300	-	a bolas	15	45
GB 128/20K	125	60	700	420	-	a bolas	20	60
GB 140/20K	140	54	800	480	-	a bolas	20	60
GB 150/20-50K	150	50	750	450	-	a bolas	20	50
GB 150/20K	150	50	750	450	-	a bolas	20	60
GB 152/20K	150	60	850	500	-	a bolas	20	60
GB 152/25K	150	60	850	500	-	a bolas	25	60
GB 154/25K	150	60	1050	630	-	a bolas	25	60
GB 160/20K	160	50	800	480	-	a bolas	20	60
GB 160/25K	160	50	800	480	-	a bolas	25	60
GB 180/20K	180	50	900	550	-	a bolas	20	60
GB 180/25K	180	50	900	550	-	a bolas	25	60
GB 182/25K	180	65	1100	700	-	a bolas	25	75
GB 184/25K	180	80	1400	900	-	a bolas	25	80
GB 200/20K	200	50	1000	700	400	a bolas	20	60
GB 200/25K	200	50	1000	700	400	a bolas	25	60
GB 201/25K	200	60	1200	800	450	a bolas	25	60
GB 202/25K	200	80	1600	1100	600	a bolas	25	90
GB 202/30K	200	80	1600	1100	600	a bolas	30	90
GB 202/35K	200	80	1600	1100	600	a bolas	35	90

* Capacidades de carga mucho más elevadas para aplicaciones sin obstáculos.
Otras Ø de ruedas en la página siguiente

Variantes/Accesorios

	estable a la hidrólisis, con núcleos de poliuretano fundido	ruedas motoras con chavetero	ruedas de brida
Descripción técnica página	39	57	58
Referencia - anexo		serie GBN	serie GBA
Disponibles en	sobre pedido	ver página 464-465	ver página 469

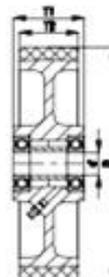
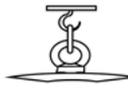
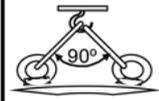


Figura 32: Ruedas guías de poliuretano

5.6 Cálculo de la tensión generada en las roscas de los tacos de elevación.

La métrica de las roscas a calcular se trata de M-30.

Tabla 16: Selección de métrica según la carga

ROSCA METRICA d1	MEDIDAS EN MM					CARGA DE TRABAJO Kgrs	
	d3	d4	h	k	l		
M 6 x 1,00	36	20	36	8	13	80	58
M 8 x 1,25	36	20	36	8	13	140	95
M 10 x 1,50	45	25	45	10	17	230	170
M 12 x 1,75	54	30	53	12	20,5	340	240
M 14 x 2,00	54	30	53	12	20,5	500	360
M 16 x 2,00	63	35	62	14	27	700	500
M 18 x 2,50	63	35	62	14	27	930	660
M 20 x 2,50	72	40	71	16	30	1200	830
M 22 x 2,50	72	40	71	16	30	1450	1.040
M 24 x 3,00	90	50	90	20	36	1800	1.270
M 27 x 3,00	90	50	90	20	36	2100	1.500
M 30 x 3,50	108	60	109	24	45	3600	2.600
M 36 x 4,00	126	70	128	28	54	5100	3.700
M 42 x 4,50	144	80	147	32	63	7000	5.000
M 48 x 5,00	166	90	168	38	68	8600	6.100
M 56 x 5,50	184	100	187	42	78	11500	8.300
M 64 x 6,00	206	110	208	48	90	16000	11.000

CARGA DE ROTURA= CARGA DE TRABAJO X 6

***Nota:** La selección de la rosca M-30 se ha realizado a partir de la carga que puede elevar un cáncamo de elevación DIN-80.

La resistencia a la tracción de un tornillo, se define en función del diámetro promedio entre el nominal y el de fondo o menor.

La fuerza a tracción a la que está expuesta una de las 4 roscas en el momento de elevación de la plataforma es de 6.131,25N, ya que la PMMTPE tiene un peso de 2.500 kg, este peso se divide entre 4 ya que la PMMTPE se elevara de cuatro tacos de elevación quedando 625 kg para cada uno de ellos o lo que es lo mismo 6.131,25 N.

Diámetro primitivo $D_p = 25,706$ mm

Diámetro de fondo $D_f = 27,742$ mm

Fuerza en el momento de elevación = 6.131,25 N

$$\sigma_t = \frac{F}{A_r}$$

$$A_r = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_p + d_f}{2} \right)^2$$

$$A_r = \frac{\pi}{4} \left(\frac{25,706 + 27,742}{2} \right)^2$$

$$A_r = 519,7168 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{6131,25}{519,7168}$$

$$\sigma_t = 11,797 \text{ MPa}$$

Con lo que se puede afirmar que la rosca aguanta perfectamente esa tensión a tracción, ya que la tensión de fluencia del material de la rosca es de 275 MPa.

Coefficiente de seguridad

$$N = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$N = \frac{275 \text{ MPa}}{11,8 \text{ MPa}}$$

$$N = 23.3 \text{ MPa}$$

6. SIMULACIÓN DEL CONJUNTO MOTRIZ DE LA PMMTPE MEDIANTE KISSOFT

Para este cálculo se va a utilizar un programa llamado KISSsoft que sirve para realizar la modelización de árboles y cálculo de rodamientos, el conjunto motriz a calcular es el siguiente.

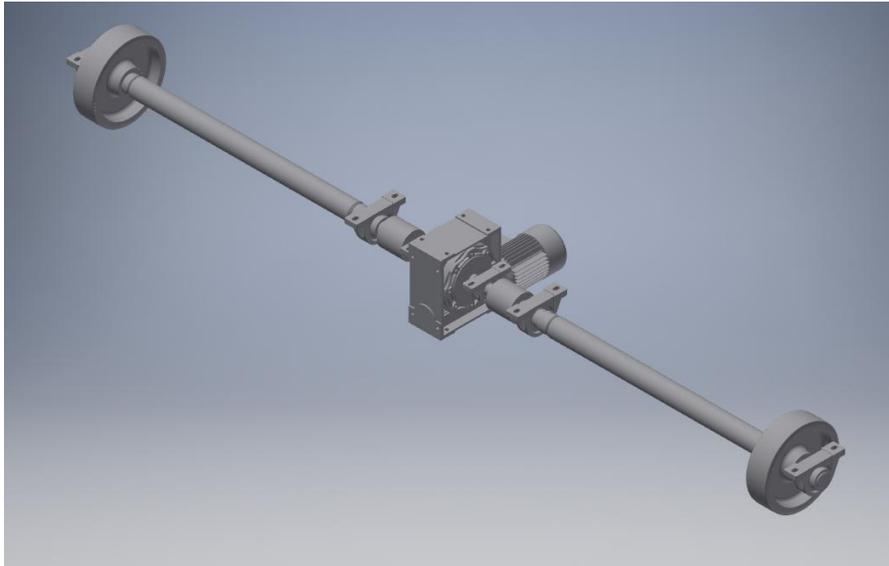


Figura 33 : Conjunto Motriz PMMTPE

Este conjunto motriz está compuesto por dos árboles simétricos conectados al moto-reductor. Para realizar los cálculos mediante el programa KISSsoft se va a utilizar solamente uno de los dos árboles transmitiendo este la mitad del par.

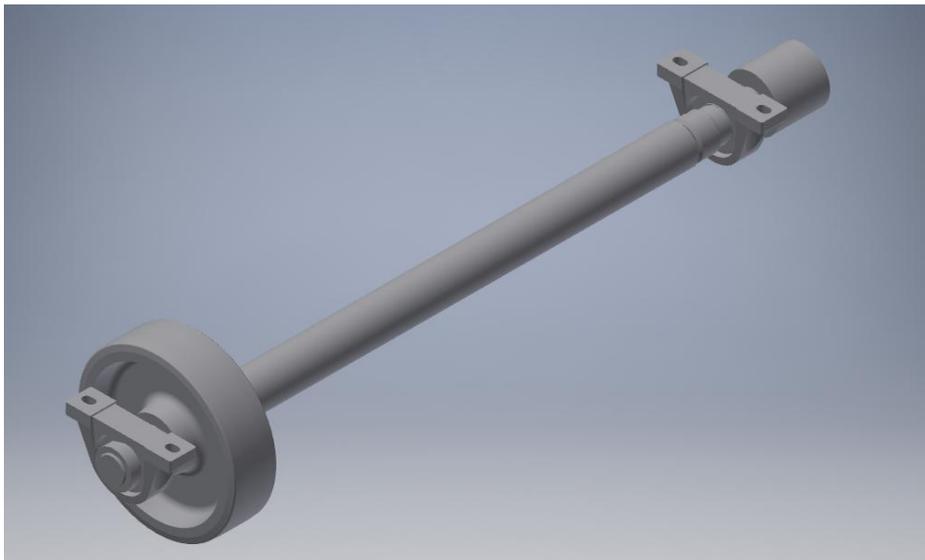


Figura 34: Árbol motriz izquierdo

En primer lugar, se realiza el dimensionamiento del eje y los rodamientos necesarios para soportar las cargas ejercidas sobre la rueda, por la influencia del peso de la PMMTPE, siendo este peso el peso total dividido entre 4¹. La carga del par motor generado por el motor que se sabe que en la simulación se tiene que dividir entre 2 ya que del motor salen dos ejes iguales.

6.1 Dimensiones e introducción de datos en el programa KISSsoft

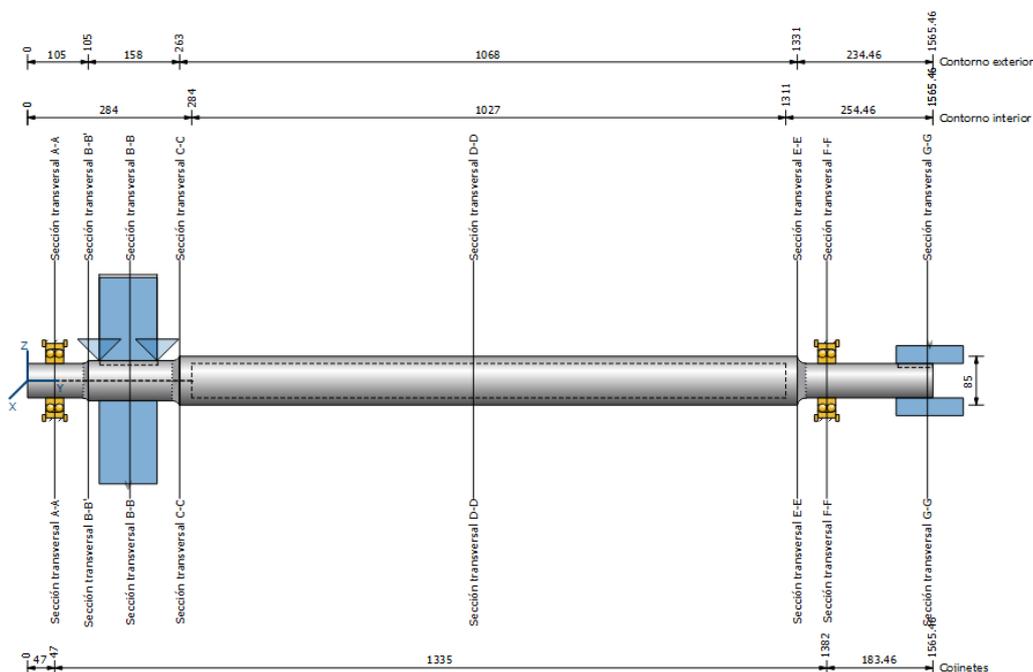
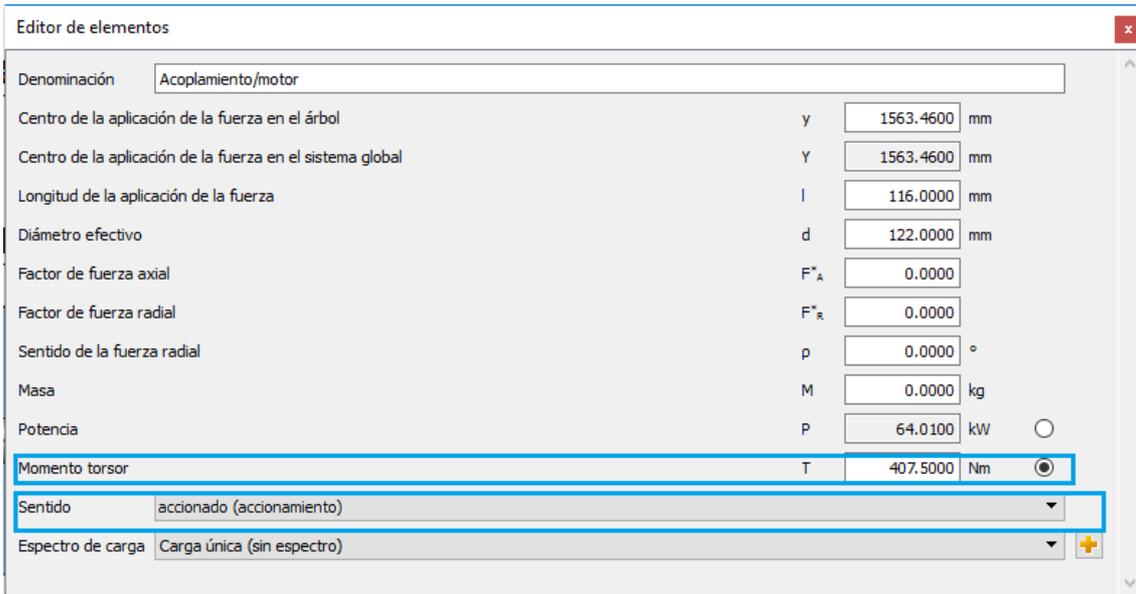


Figura 35: Croquis programa KISSsoft

En el programa se han introducido los 4 cilindros por los que está compuesto el árbol motriz izquierdo. Se han introducido todas las medidas que se han modelado anteriormente con inventor. El cilindro intermedio se ha realizado hueco al que irán soldados dos ejes macizos uno a cada extremo. También se han introducido los dos acoplamientos, el de entrada de potencia "salida del motor-reductor" al cual se le ha dado un par de 407,50 Nm (Figura 36), ya que como se ha comentado antes se divide los 815 Nm de par motor entre los dos árboles de salida a las ruedas.

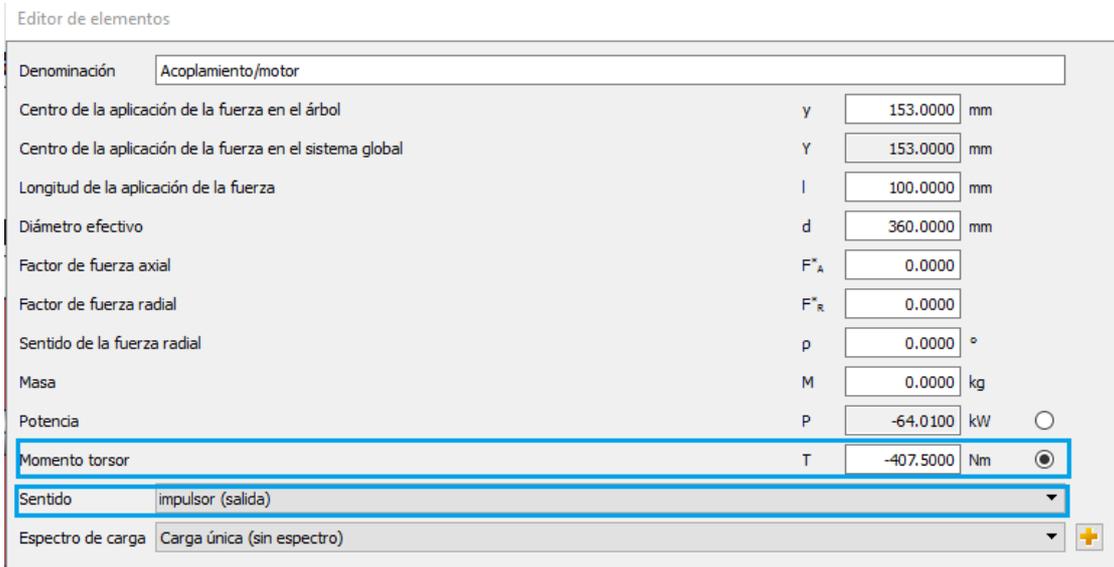
¹ Se divide entre 4 ruedas, ya que durante el desarrollo de los cálculos del proyecto se ha supuesto esta cifra, para obtener el resultado más desfavorable.



Parámetro	Valor	Unidad
Denominación	Acoplamiento/motor	
Centro de la aplicación de la fuerza en el árbol	y	1563.4600 mm
Centro de la aplicación de la fuerza en el sistema global	Y	1563.4600 mm
Longitud de la aplicación de la fuerza	l	116.0000 mm
Diámetro efectivo	d	122.0000 mm
Factor de fuerza axial	F_A^*	0.0000
Factor de fuerza radial	F_R^*	0.0000
Sentido de la fuerza radial	ρ	0.0000 °
Masa	M	0.0000 kg
Potencia	P	64.0100 kW
Momento torsor	T	407.5000 Nm
Sentido	accionado (accionamiento)	
Espectro de carga	Carga única (sin espectro)	

Figura 36: Acoplamiento de entrada Motor KISSsoft

También se introduce en el programa KISSsoft el acoplamiento de salida, que en este caso es una de las ruedas motrices del eje motriz.

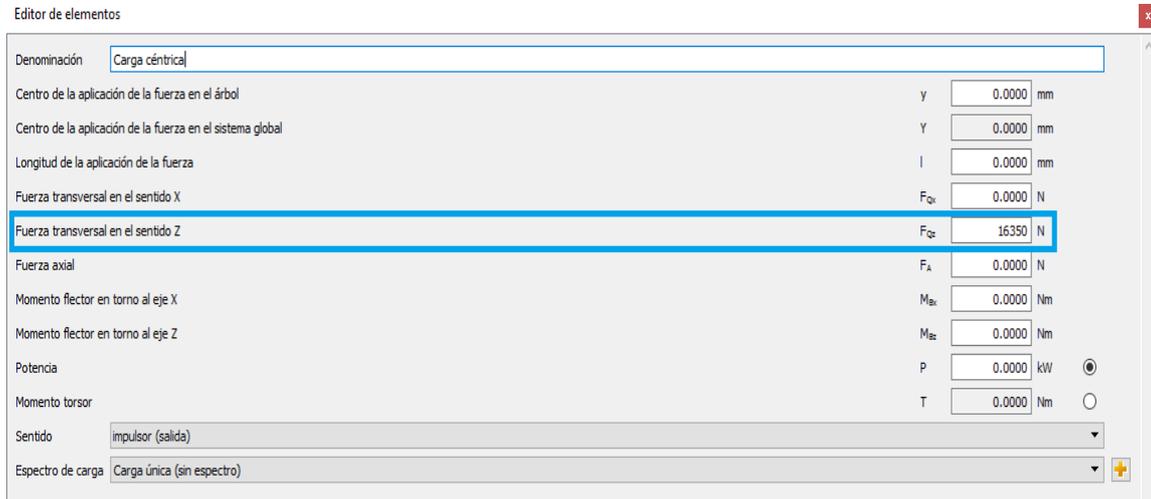


Parámetro	Valor	Unidad
Denominación	Acoplamiento/motor	
Centro de la aplicación de la fuerza en el árbol	y	153.0000 mm
Centro de la aplicación de la fuerza en el sistema global	Y	153.0000 mm
Longitud de la aplicación de la fuerza	l	100.0000 mm
Diámetro efectivo	d	360.0000 mm
Factor de fuerza axial	F_A^*	0.0000
Factor de fuerza radial	F_R^*	0.0000
Sentido de la fuerza radial	ρ	0.0000 °
Masa	M	0.0000 kg
Potencia	P	-64.0100 kW
Momento torsor	T	-407.5000 Nm
Sentido	impulsor (salida)	
Espectro de carga	Carga única (sin espectro)	

Figura 37: Acoplamiento de salida Rueda KISSsoft

Se puede observar que tiene el mismo momento torsor que el acoplamiento de entrada pero con signo negativo, ya que el acoplamiento de entrada es el de accionamiento y la rueda hace de acoplamiento de salida impulsor.

También se ha introducido en el programa la carga máxima resultante del peso de la PMMTPE en la rueda del eje motriz a calcular (Figura 38). Esta carga se sitúa en el eje Z, ya que es el sentido que va a tener la carga en la realidad.



Editor de elementos

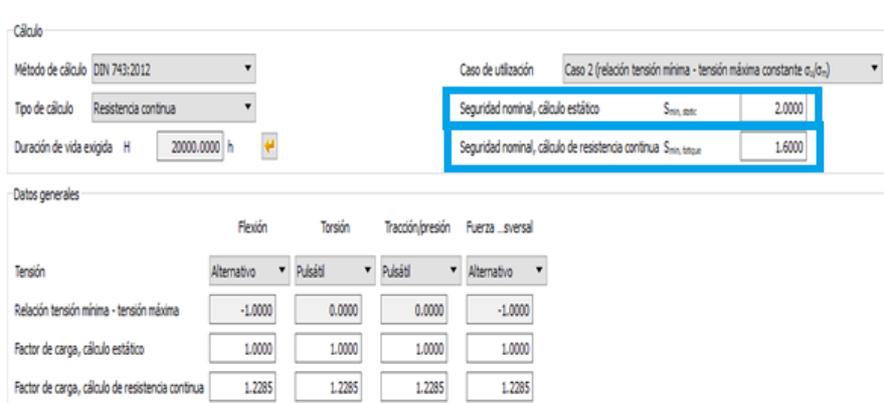
Denominación	Carga céntrica		
Centro de la aplicación de la fuerza en el árbol	Y	0.0000	mm
Centro de la aplicación de la fuerza en el sistema global	Y	0.0000	mm
Longitud de la aplicación de la fuerza	I	0.0000	mm
Fuerza transversal en el sentido X	F_{Qx}	0.0000	N
Fuerza transversal en el sentido Z	F_{Qz}	16350	N
Fuerza axial	F_A	0.0000	N
Momento flector en torno al eje X	M_{Bx}	0.0000	Nm
Momento flector en torno al eje Z	M_{Bz}	0.0000	Nm
Potencia	P	0.0000	kW <input checked="" type="radio"/>
Momento torsor	T	0.0000	Nm <input type="radio"/>
Sentido	impulsor (salida)		
Espectro de carga	Carga única (sin espectro)		

Figura 38: Carga en la rueda KISSsoft

En este caso, como se ha dicho anteriormente la carga máxima que transportará la PMMTPE es de 98.100 N, esta carga se repartirá entre las 6 ruedas que componen la PMMTPE, con lo que cada una de las ruedas soportara 16.350 N. Esta carga se introduce en el programa, céntricamente al acoplamiento de salida que simula la rueda del eje.

6.2 Introducción de los datos para realizar el cálculo

Para realizar el cálculo del eje, se ha de introducir en el programa los datos para ajustarnos al método de cálculo de ejes. En la parte derecha se ha introducido la inversa del valor correspondiente a una confiabilidad del 99%.



Cálculo

Método de cálculo: DIN 743:2012

Caso de utilización: Caso 2 (relación tensión mínima - tensión máxima constante $\sigma_{\min}/\sigma_{\max}$)

Tipo de cálculo: Resistencia continua

Duración de vida exigida H: 20000.0000 h

Seguridad nominal, cálculo estático $S_{\min, \text{est}}$	2.0000
Seguridad nominal, cálculo de resistencia continua $S_{\min, \text{ttique}}$	1.6000

Datos generales

	Flexión	Torsión	Tracción/presión	Fuerza transversal
Tensión	Alternativo	Pulsátil	Pulsátil	Alternativo
Relación tensión mínima - tensión máxima	-1.0000	0.0000	0.0000	-1.0000
Factor de carga, cálculo estático	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Factor de carga, cálculo de resistencia continua	1.2285	1.2285	1.2285	1.2285

Figura 39: Método de cálculo de ejes KISSsoft

Para ajustar la duración de vida de los rodamientos a las horas de servicio especificadas en la tabla anterior, se ha introducido estos valores al igual que el de la confiabilidad en la configuración de ajustes de cálculo del Kisssoft.

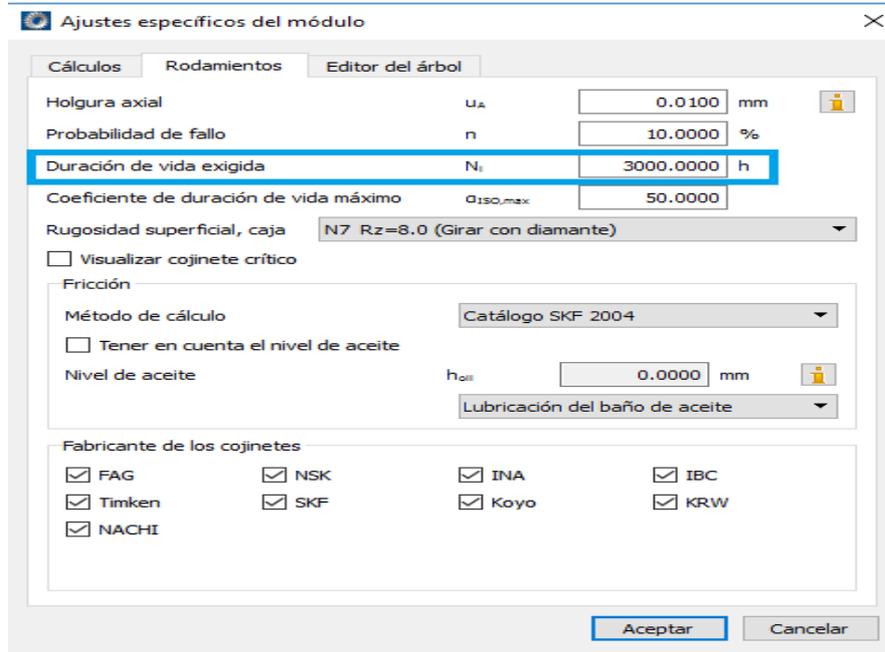


Figura 40: Ajuste de vida útil de los rodamientos a calcular

Para poder ajustar la duración de vida útil de los rodamientos a utilizar se tiene que tener claro para que tipo de máquina se van a emplear, para ello, sirve de referencia la tabla 16, que indica según el tipo de máquina, el número de horas de vida útil que se necesitan.

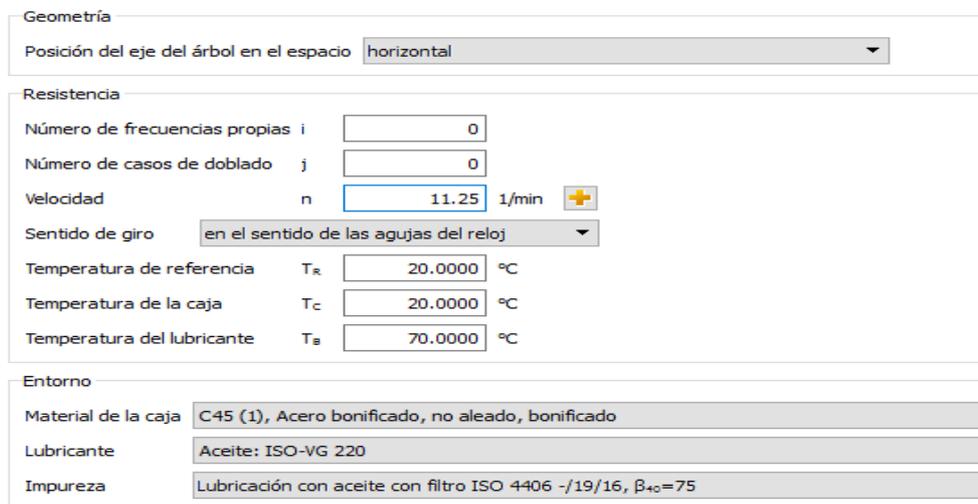
Tabla 17: Guía de valores requeridos de vida nominal L10h para diferentes clases de máquinas

Clases de máquinas	L10h horas de servicio
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparatos para uso médico.	300 a 3 000
Máquinas usadas intermitente o por cortos periodos Máquinas-herramienta portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción.	3 000 a 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos periodos o intermitentemente: Ascensores, grúas para mercancías embaladas.	8 000 a 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario no totalmente utilizadas Transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos para uso industrial, machacadoras giratorias.	10 000 a 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas Máquinas-herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria mecánica, general, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipo de imprenta, separadores y centrifugos.	20 000 a 30 000

En este caso escogemos el tipo de máquina que se usa intermitentemente o para cortos periodos, como por ejemplo, son las máquinas-herramientas portátiles, aparatos elevadores para talleres, máquinas para la construcción. Horas de servicio = 3000 a 8000 h.

Para llegar a las dimensiones del árbol definitivas se ha realizado una serie de cortes transversales (figura 44) para poder evaluar en las distintas secciones críticas los coeficientes N_y y N_e .

Como se observa en la (figura 42), se introduce las Rpm con las que va a girar el eje motriz.

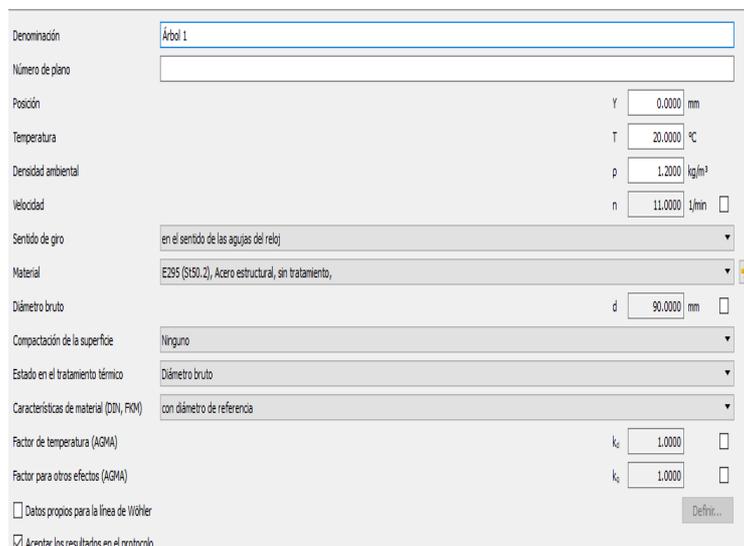


The screenshot shows the KISSsoft software interface with the following settings:

- Geometría:** Posición del eje del árbol en el espacio: horizontal
- Resistencia:**
 - Número de frecuencias propias i : 0
 - Número de casos de doblado j : 0
 - Velocidad n : 11.25 1/min
 - Sentido de giro: en el sentido de las agujas del reloj
 - Temperatura de referencia T_R : 20.0000 °C
 - Temperatura de la caja T_C : 20.0000 °C
 - Temperatura del lubricante T_B : 70.0000 °C
- Entorno:**
 - Material de la caja: C45 (1), Acero bonificado, no aleado, bonificado
 - Lubricante: Aceite: ISO-VG 220
 - Impureza: Lubricación con aceite con filtro ISO 4406 -/19/16, $\beta_{40}=75$

Figura 41: Rpm eje motriz KISSsoft

También se indica en el programa el material del que está fabricado el eje motriz. Se trata de E 295 (Acero estructural).



The screenshot shows the KISSsoft software interface with the following settings:

- Denominación: Árbol 1
- Número de plano: (empty)
- Posición: Y: 0.0000 mm
- Temperatura: T: 20.0000 °C
- Densidad ambiental: ρ : 1.2000 kg/m³
- Velocidad: n : 11.0000 1/min
- Sentido de giro: en el sentido de las agujas del reloj
- Material: E295 (S150.2), Acero estructural, sin tratamiento
- Diámetro bruto: d : 90.0000 mm
- Compactación de la superficie: Ninguno
- Estado en el tratamiento térmico: Diámetro bruto
- Características de material (DIN, FKM): con diámetro de referencia
- Factor de temperatura (AGMA): k_t : 1.0000
- Factor para otros efectos (AGMA): k_e : 1.0000
- Datos propios para la línea de Wöhler
- Aceptar los resultados en el protocolo

Figura 42: Material eje motriz KISSsoft

6.3 Resultados

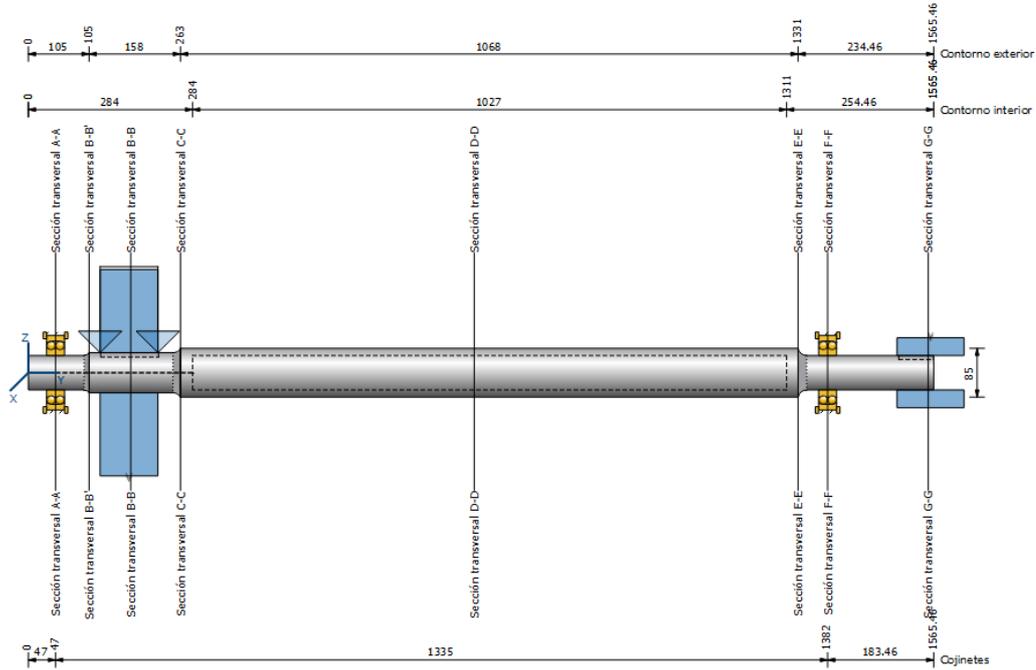


Figura 43: Secciones transversales críticas

Resultados:

Resultados

Flexión máxima			602.22 μm
Tensión de referencia máxima			73.66 N/mm ²
Vida útil del cojinete mínima			3238.67 h
Seguridad estática del cojinete mínima			0.76
Seguridad mínima fátiga			1.79
Seguridad mínima estática			4.50

	Seguridad contra fatiga	Resultados fatiga [%]	Seguridad estática	Resultados estática [%]
Sección transversal A-A	8261.02	516313.76	9999.99	999999.99
Sección transversal B-B	2.31	144.40	4.74	236.84
Sección transversal C-C	1.79	111.64	4.50	224.96
Sección transversal D-D	8.09	505.34	15.20	760.10
Sección transversal E-E	12.23	764.32	18.22	911.14
Sección transversal F-F	12.43	777.17	18.79	939.30
Sección transversal G-G	31.46	1966.30	38.92	1945.88

Vida útil del cojinete	S0	Ln _h
Rodamiento 1	0.76	3239 h
Rodamiento 2	10.49	250000 h

Fuerza de reacción del cojinete	Componente	X	Y	Z	R _{xz}
Rodamiento 1	F	0.000 kN	0.000 kN	-14.916 kN	14.916 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm
Rodamiento 2	F	0.000 kN	0.000 kN	-1.087 kN	1.087 kN
	M	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm	0.000 Nm

Figura 44: Resultados dimensionado del eje motriz KISSsoft

Tras el análisis de los coeficientes de seguridad tanto a fatiga como a fluencia se puede concluir con que el diseño cumple con los mínimos exigidos $N_y = 2 N_e = 1.6$. También se aprecia que la zona más crítica es la zona de soldadura más cercana a la rueda.

También se observa que la duración de los rodamientos escogidos cumple con los requisitos que se requiere, ya que como se había indicado anteriormente, se ha escogido una vida útil de 3.000-8.000 horas.

Gráficas de los resultados:

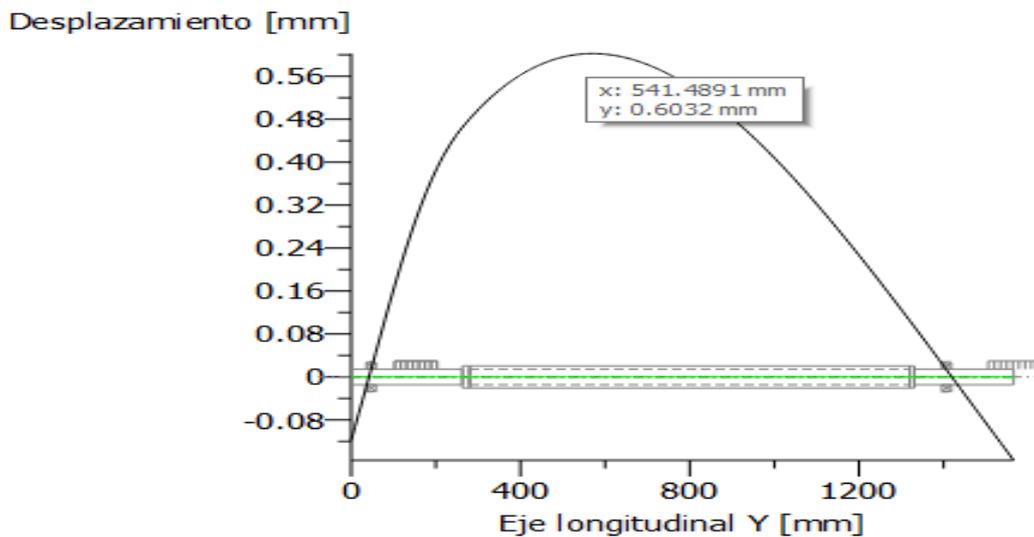


Figura 45: Desplazamiento en el eje KISSsoft

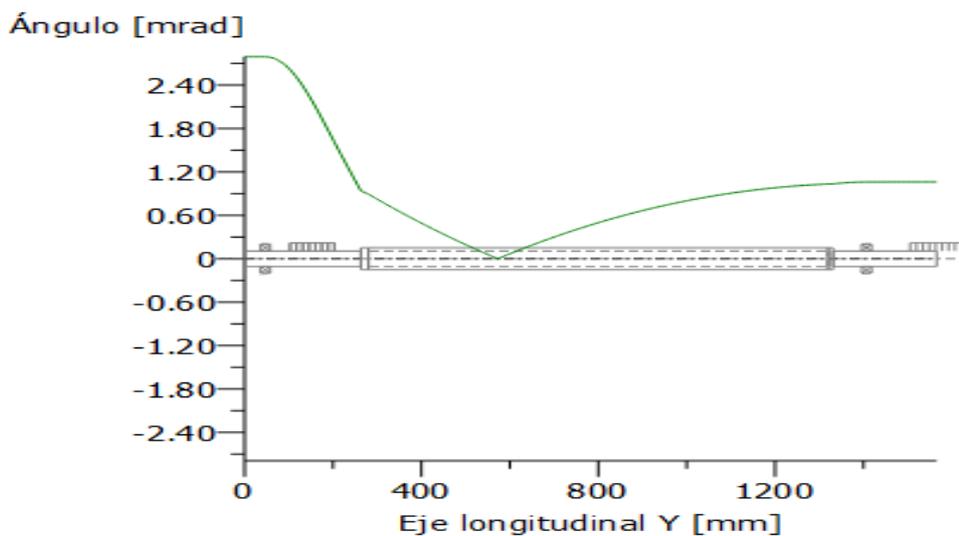


Figura 46: Torsión en el eje motriz KISSsoft

Los rodamientos utilizados para el eje motriz son:

Denominación: PASE 60

Propiedades: El rodamiento interior tiene un anillo interior ampliado por un lado con anillo tensor. Consta de: Soporte del rodamiento, anillo tensor.

Diámetro interior: 60mm



Figura 47: Rodamiento

7. ANÁLISIS DE TENSIONES DE LAS PIEZAS Y CONJUNTOS MÁS IMPORTANTES DE LA PLATAFORMA MOTORIZADA MÓVIL

Con este tipo de análisis, lo que se obtiene es si las piezas diseñadas van a cumplir satisfactoriamente para el cometido que fueron creadas. Para ello, se utilizará el programa informático Inventor, es un programa CAD-CAE con el cual se pueden realizar dos tipos de simulaciones:

-Análisis estático evalúa las condiciones de carga estructural.

-Análisis modal evalúa los modos de frecuencia naturales, incluidos los movimientos de los cuerpos rígidos.

En este caso, se utilizará el análisis estático, viendo que le pasa a las piezas más importantes y a la PMMTPE entera.

Este programa CAD-CAE, como muchos otros programas, realizan una serie de cálculos mediante el método de elementos finitos, con este método numérico se consigue la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales.

Para comenzar con la simulación del análisis, primero se tendrá que realizar un mallado, cuando la geometría de todos los segmentos sean iguales y cuanto más pequeño sea el mallado, se consigue resultados más exactos al comportamiento que tendrán cada una de las piezas de la PMMTPE. Seguidamente, se introducen las cargas que van a interferir en el diseño creado, también se designa el material de cada una de las piezas y el tipo de unión por el que están ensambladas todas las piezas de la misma.

El Programa utiliza una serie de ecuaciones que se explican con detalle.

Tensión de Von Mises:

Se trata de una magnitud física proporcional a la energía de distorsión, en estructuras se usa como las teorías de fallos indicando si el diseño realizado es bueno o no.

Esta tensión se puede calcular fácilmente, a partir de las tensiones principales del tensor tensión en un punto de un sólido deformable mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

Sabiendo que $\sigma_1, 2, 3$ son las tensiones principales.

Tensión de Von Mises en una viga:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)}}{2}$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_x - \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)}}{2}$$

De donde se sigue que la tensión de Von Mises es:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Tensión de Von Mises en una placa:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_x + \sigma_y - \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}$$

De donde se sigue que la tensión de Von Mises es:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

Ahora pues, en el siguiente apartado se va a realizar el estudio de los elementos más importantes y críticos de la PMMTPE.

7.1 Barandilla

Para analizar las barandillas de seguridad se seguirá la normativa NTP 634, que dice que las barandillas deben soportar una carga lateral de 500 N en la parte más desfavorable. Así pues, mediante el programa inventor se va a realizar el estudio de la misma.

En primer lugar, se introduce en el programa el material del que están compuestos los perfiles de la barandilla, en este caso se trata de Acero al carbono S275J.

Tabla 18: Introducción de los materiales ``Análisis de tensiones Inventor``

Componente	Material original	Material de anulación	Coefficiente de seguridad
Ensamblaje22			
BARANDILLA:1			
TUBO 35x35x2 1060mm_1	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
TUBO 35x35x2 1060mm_1	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
TUBO 35x35x2 1679_185	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
TUBO 35x35x2 1475_186	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
PLACA INFERIOR_187	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
TUBO MACIZO 30x30_188	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad
TUBO MACIZO 30x30_189	Acero, carbono	(Según definición)	Límite de elasticidad

Una vez introducido el material se generarán las restricciones de la misma. En este caso se situará en los tubos macizos, como se muestra en la figura 49, estos tubos macizos son los que anclan las barandillas a la estructura mediante la introducción de los mismos en otros tubos huecos ya soldados a la PMMTPE.

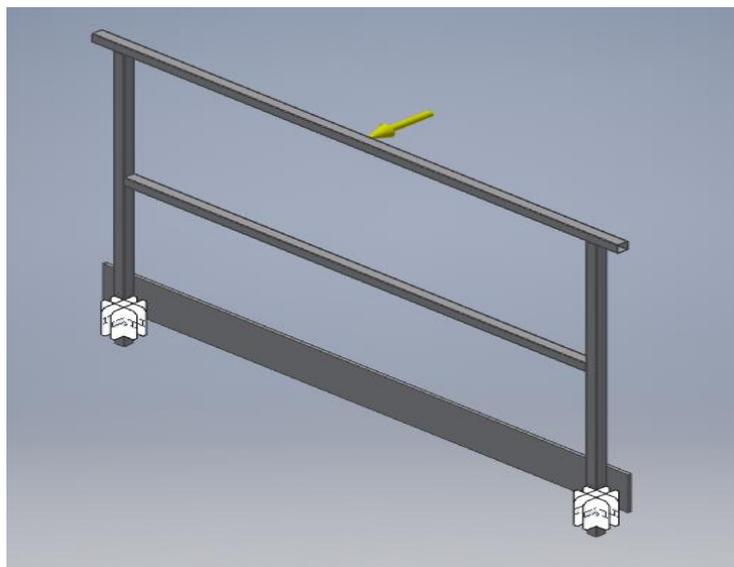


Figura 48: Restricciones barandilla ``Análisis de tensiones Inventor``

Seguidamente, se le introduce la carga puntual en el punto más desfavorable como indica la norma NTP 634, que como ya se había dicho anteriormente la carga debe ser de 500 N (figura 50).

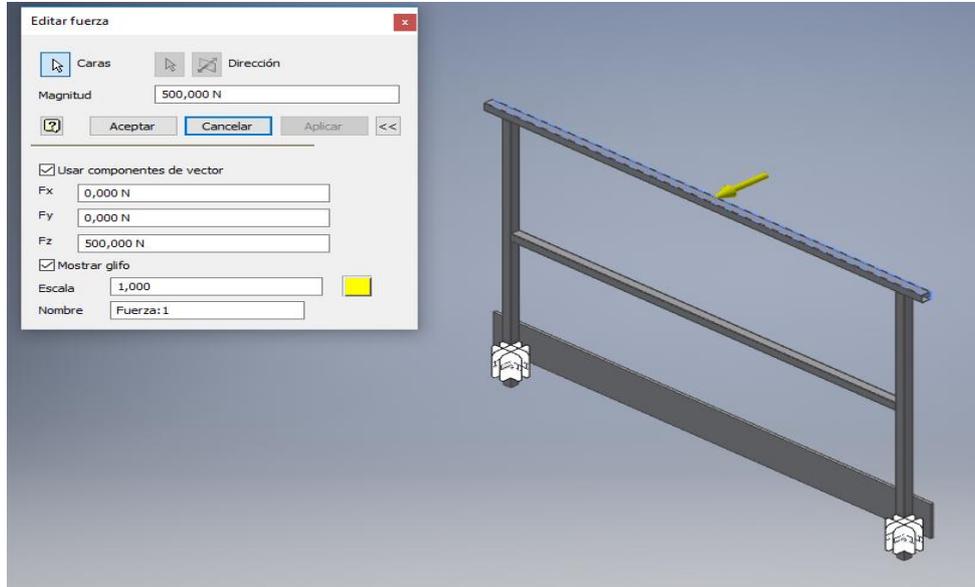


Figura 49: Introducción de la fuerza aplicada.

Además, se generan automáticamente los contactos, esta función sirve para que el programa tenga en cuenta a la hora de realizar los cálculos todos los contactos que hay en el conjunto ensamblado, en este caso serán los contactos de los perfiles y placa.

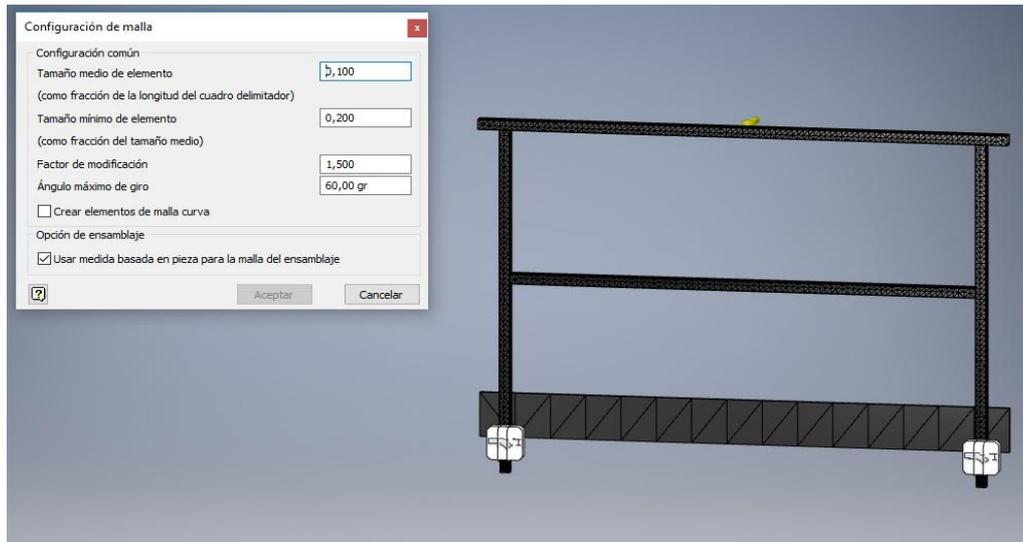


Figura 50: Mallado de barandilla

En la generación del mallado de cualquier pieza se puede definir el tamaño del elemento ``es decir del tamiz de la malla'', cuanto más pequeño el elemento más exacto será el resultado.

Una vez generada la malla, se puede proceder al cálculo y obtención de los resultados.

7.1.2 Resultados de las barandillas

Tensión de Von Mises:

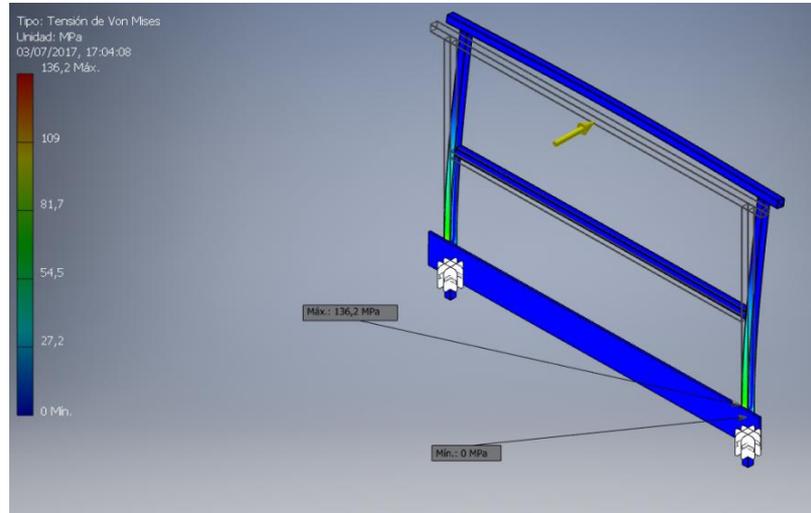


Figura 51: Tensión de Von Mises de la barandilla

Como se puede observar en la imagen capturada del estudio de las barandillas, la tensión máxima de Von mises no supera los 136,2 MPa, con lo que es inferior a la tensión limite de fluencia del material que se encuentra en 275 MPa, con lo que se entiende que cumple con los requisitos establecidos según la norma NTP 634.

Desplazamiento:

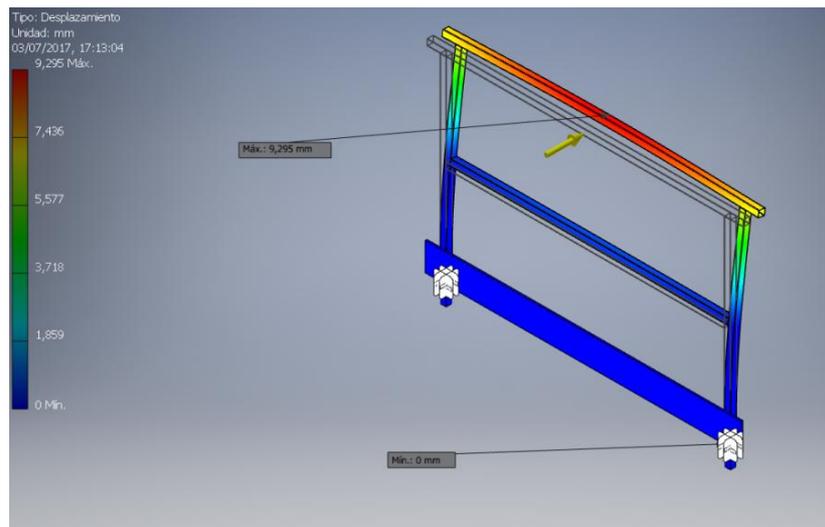


Figura 52: Desplazamiento de la barandilla

En esta imagen también capturada del estudio de las barandillas, se puede observar el desplazamiento que se genera sobre la barandilla al simularle la carga de 500N, observando que el mayor desplazamiento se genera en la parte más próxima a la carga. Como muestra la imagen, el desplazamiento máximo es de 9,295 mm y donde no se genera nada de desplazamiento es en la zona de la placa.

Coefficiente de seguridad:

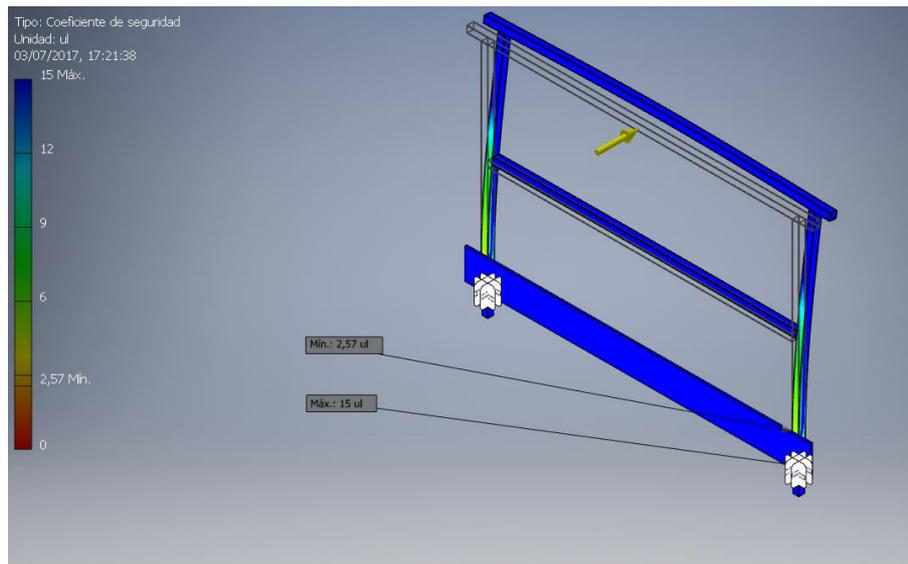


Figura 53: Coeficiente de seguridad de la barandilla

El coeficiente de seguridad es el que indica el nivel de seguridad que hay con respecto a la rotura de la barandilla.

Se puede calcular un coeficiente de seguridad como la relación entre la tensión máxima permitida y la tensión equivalente de Von Mises, cuando se usa el límite de elasticidad. Debe ser superior a uno (1) para que el diseño sea aceptable. (Un valor inferior a 1 indica que existe una deformación permanente.) Cuando se usa la resistencia máxima, la tensión principal máxima se emplea para determinar los coeficientes de seguridad.

Los resultados del coeficiente de seguridad señalan inmediatamente áreas de elasticidad potencial. Los resultados de la tensión equivalente se muestran en rojo en las áreas de máxima tensión, con independencia de que el valor sea alto o bajo. Un coeficiente de seguridad de 1, significa que el material es esencialmente elástico. La mayoría de los diseñadores, procuran obtener un coeficiente de seguridad entre 2 y 4 según el escenario de carga máxima prevista. Si algunas áreas del diseño van a

elasticidad no significa siempre que haya un error en la pieza, a menos que la carga máxima prevista se repita con frecuencia.

En este caso, se trata de un buen diseño ya que el mínimo coeficiente de seguridad obtenido es de 2,57 en un pequeño punto y el máximo es de 15.

7.2 Sujeción de ruedas libres:

Como en el caso de la barandilla, se debe seguir el mismo procedimiento.

- Introducir el material.
- Generar las restricciones, en este caso las retracciones están en la rodadura de la rueda y en el eje.
- Seguidamente, se introduce la carga máxima que va a actuar en los apoyos de las ruedas, en este caso son 2.500 kg que pasado a newton son 24.525N.
- Se generan automáticamente todos los contactos.
- Se genera la malla.
- Se simula.
- Resultados.

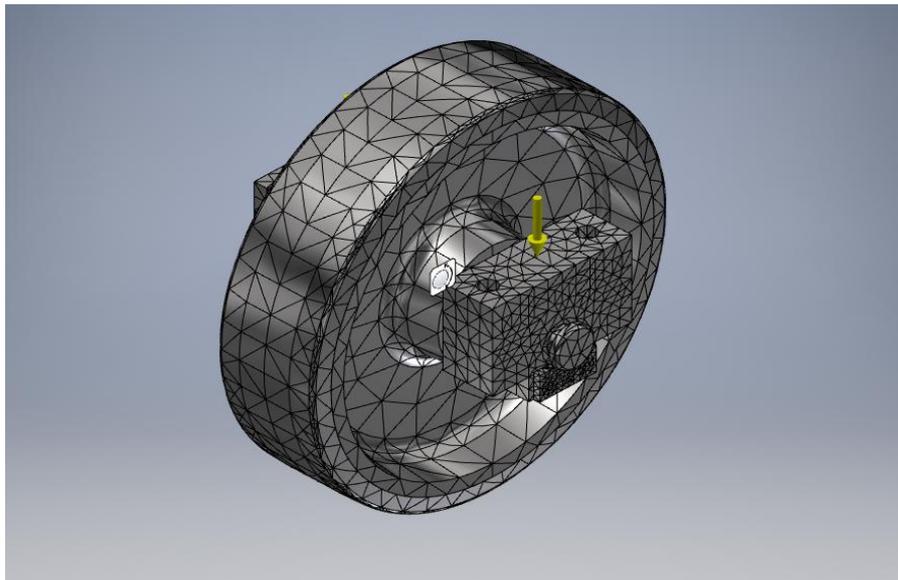


Figura 54: Mallado Soporte de ruedas libre

7.2.1 Resultados

Tensión de Von Mises:

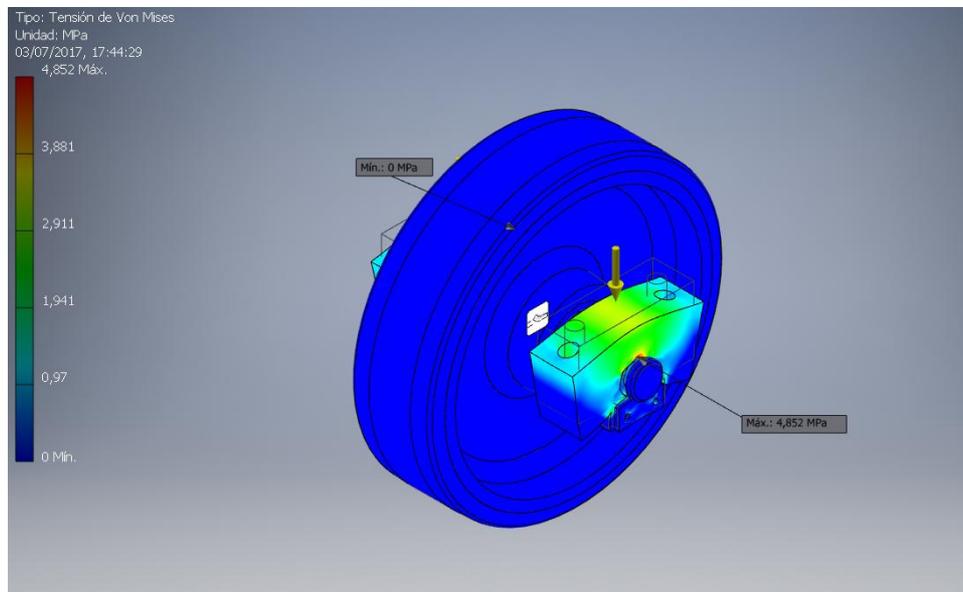


Figura 55: Tensión de Von Mises de soporte rueda

Aquí se puede apreciar como la tensión máxima se genera en el contacto del soporte con el pasador, esta tensión máxima es de 4,852 MPa y la mínima registrada es de 0 MPa. Como se observa se reparten bien las cargas y no se crean tensiones exageradas, observándose que el diseño de la pieza es bueno y cumple con los requisitos exigidos, ya que no se supera la tensión límite de fluencia.

Desplazamiento:

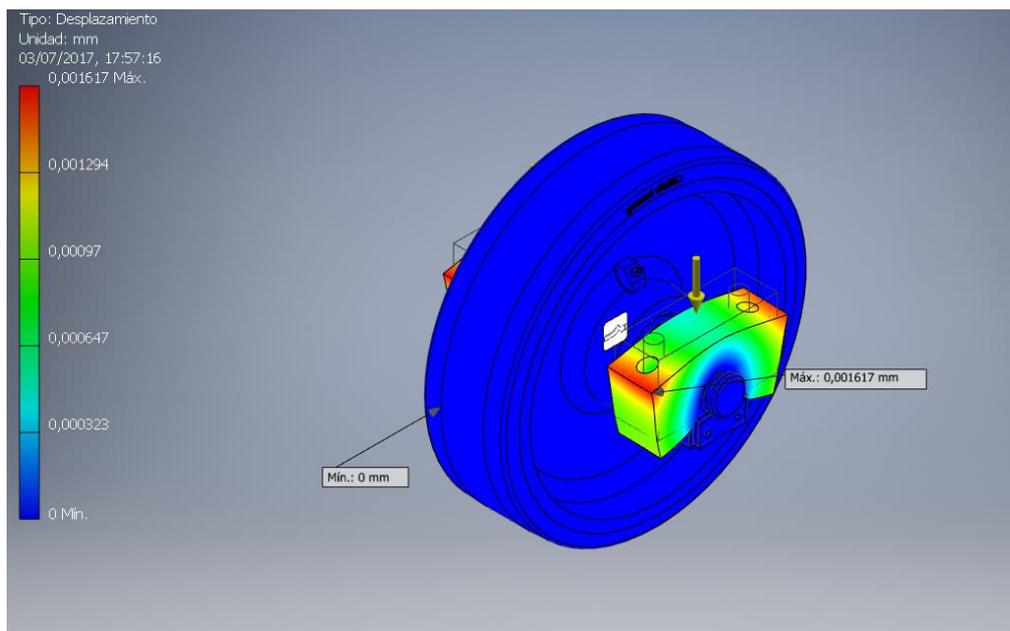


Figura 56: Desplazamiento de soportes rueda libre

En esta captura de imagen del estudio del soporte de rueda muestra el desplazamiento que genera la carga de 2.500 kg que son 24.525 N, el desplazamiento máximo se genera en los extremos del soporte 0,001617mm.

Coefficiente de seguridad:

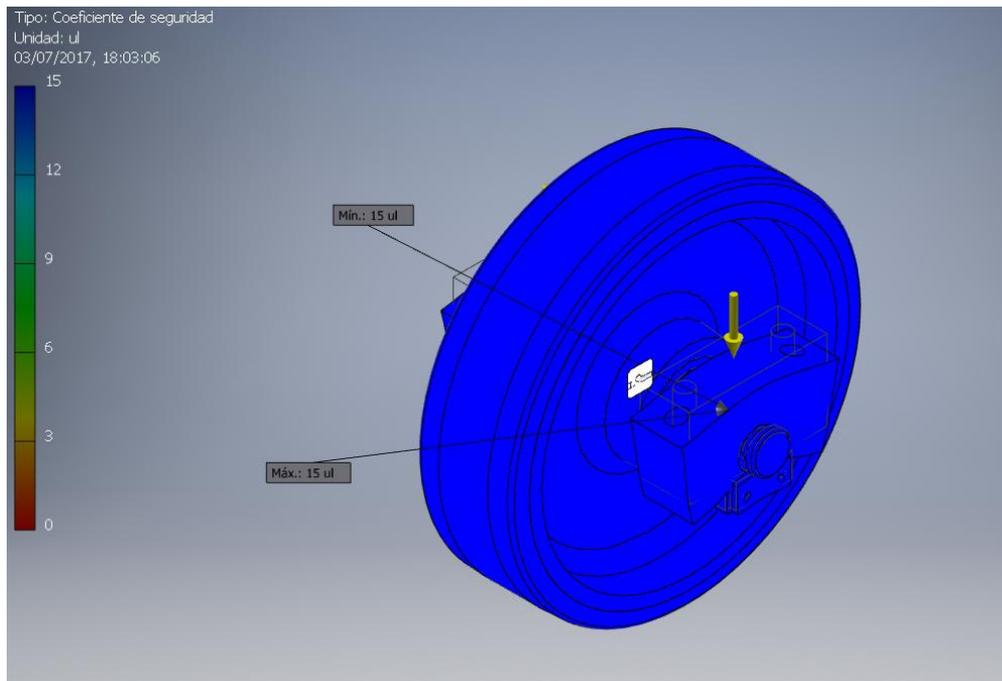


Figura 57: Coeficiente de seguridad de soporte rueda libre

Se observa que el coeficiente de seguridad es muy elevado, con lo que no se va a tener ningún tipo de problema de diseño, en el soporte de ruedas libres el coeficiente mínimo es de 15.

7.3 Taco de elevación

Para el análisis, se realiza el mismo procedimiento que para las anteriores piezas, teniendo en cuenta lo siguiente: las restricciones se colocan en los lados por donde van soldados a la estructura, la carga se supone que la PMMTPE pesa unos 2.300 kg pero en este caso se incrementa hasta 2.500 kg y se supone que se va a levantar desde 4 puntos, por lo que se divide esa carga entre 4, resultando una carga de 6.131,25N.

7.3.1 Resultados

Tensión de Von Mises:

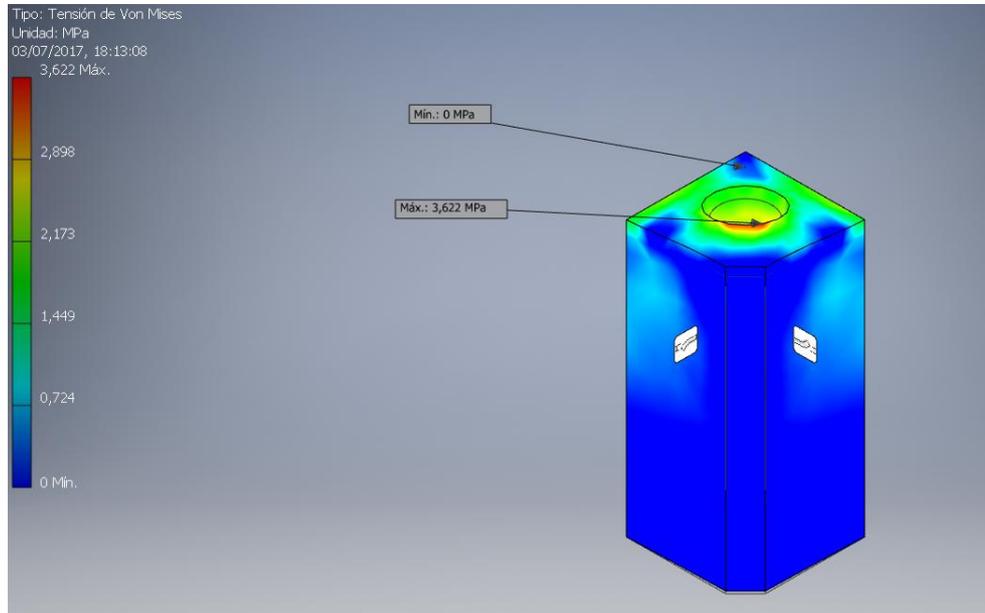


Figura 58: Tensión de Von Mises del taco de elevación

En esta captura de imagen del estudio del taco de elevación de la PMMTPE, se pueden observar las tensiones generadas, cuando se levanta desde 4 puntos, muestra que la tensión máxima es de 3,622 MPa, es decir, no supera la tensión de fluencia del material por lo que cumple con los requisitos exigidos para su diseño.

Desplazamiento:

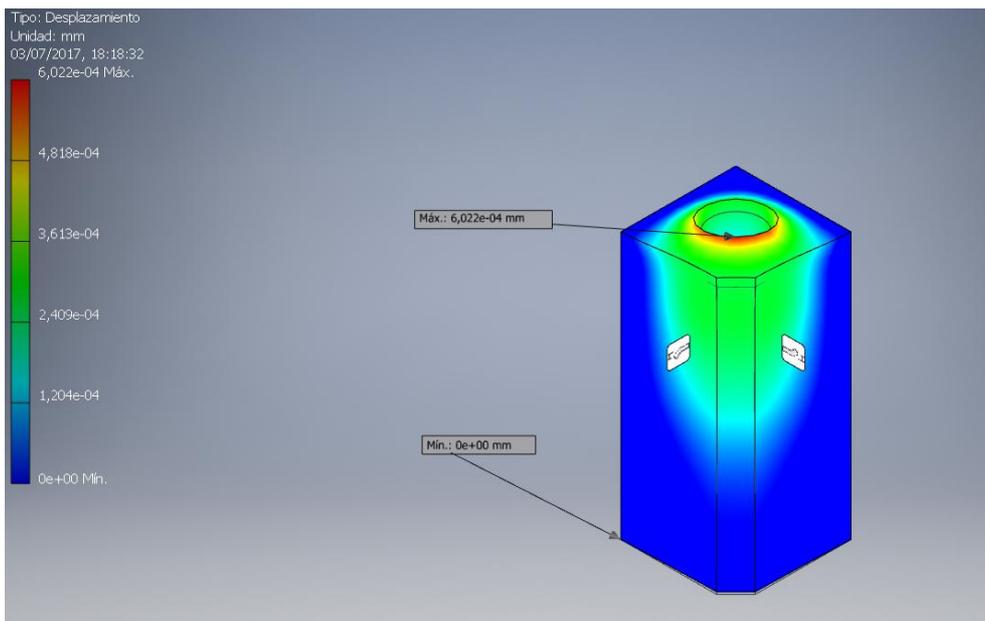


Figura 59: Desplazamiento del taco de elevación

En esta otra captura del estudio del taco de elevación, se puede observar que el mayor desplazamiento se genera donde se ancla el cáncamo al taco de elevación, es decir, en el roscado el desplazamiento que se genera es mínimo ya que oscila en los $6,022 \times 10^{-4}$ mm, es decir, es casi nulo.

Coefficiente de seguridad:

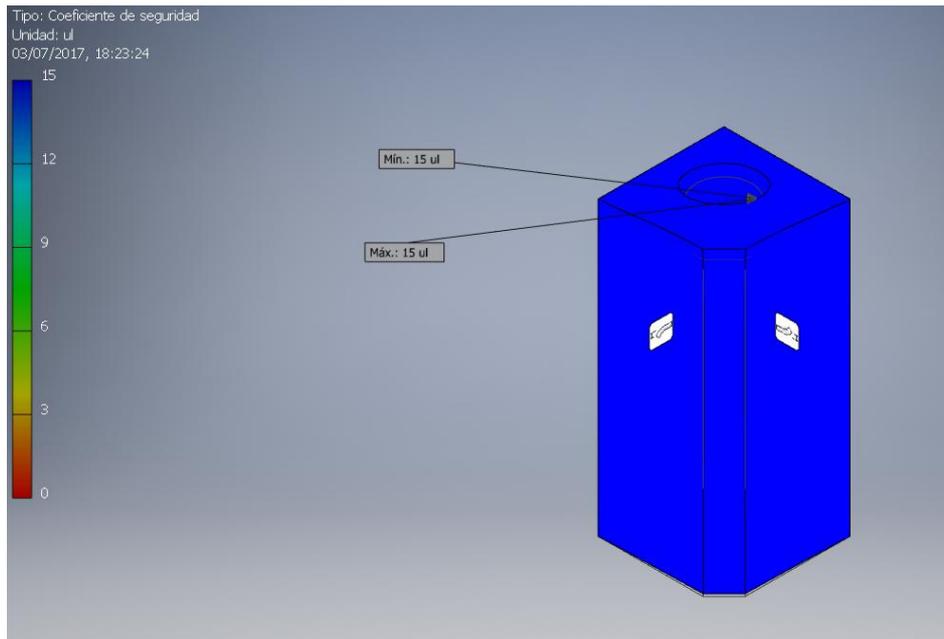


Figura 60: Coeficiente de seguridad del taco de elevación

Se observa que el coeficiente de seguridad es muy elevado y por lo tanto se trata de un buen diseño.

7.4 Solo 1 apoyo de rueda

En este estudio solo se ha cogido uno de los apoyos por donde se engancha la rueda mediante un pasador, en el anterior estudio del soporte de rueda estaba dividido entre dos anclajes.

Se realiza el mismo procedimiento que para los anteriores casos poniendo una carga de 24.525 N.

7.4.1 Resultados

Tensión de Von Mises:

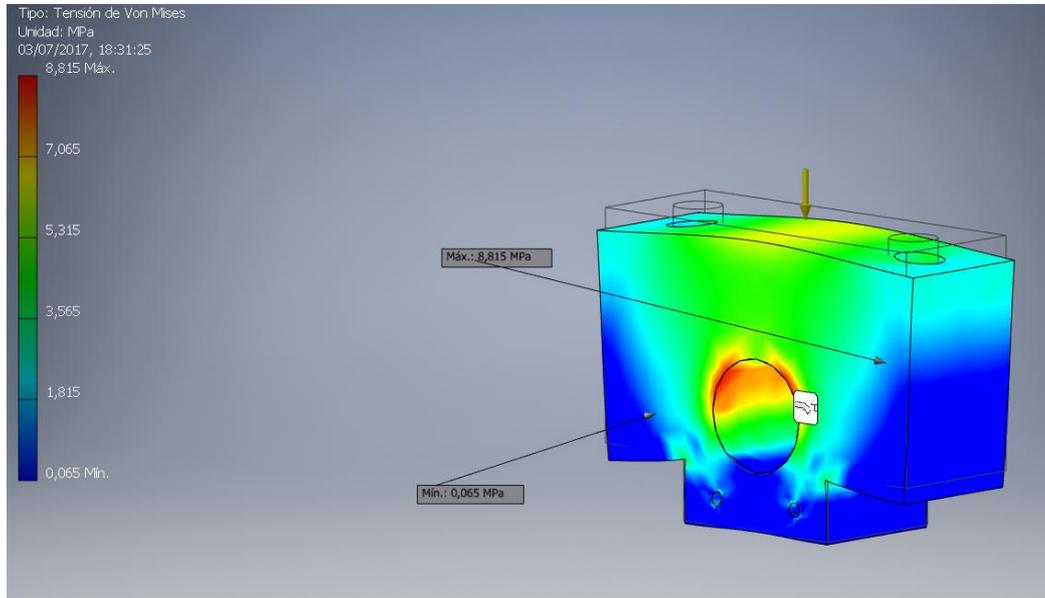


Figura 61: Tensión de Von Mises de solo 1 soporte

Como se aprecia en el soporte de eje de una de las ruedas libres, cuando se somete al mismo a una fuerza de 24.525 N por la parte superior donde va a ir sujeto a la PMMTPE, se generan unas tensiones de 8,815MPa de tensión máxima y de 0,065MPa de tensión mínima, con lo que podemos decir que cumple con los requisitos para lo que ha sido diseñada, ya que la tensión máxima no supera la tensión de fluencia del material.

Desplazamiento:

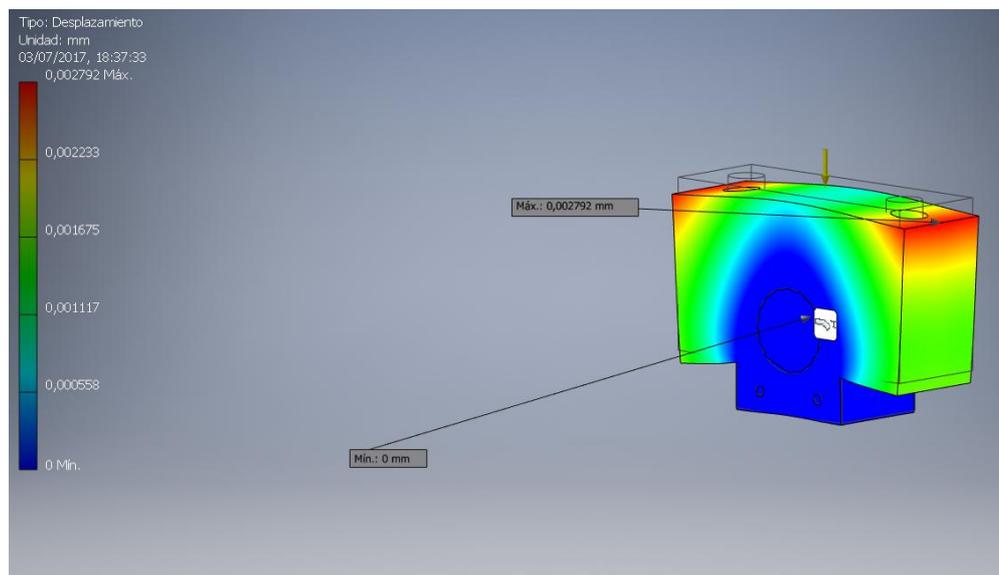


Figura 62: Desplazamiento de solo 1 soporte

En esta captura del estudio de un solo soporte de rueda, se puede observar que el desplazamiento máximo se encuentra en los extremos superiores del soporte de las ruedas libres, obteniendo un desplazamiento máximo de 0,002792mm y un mínimo de 0 mm.

Coefficiente de seguridad:

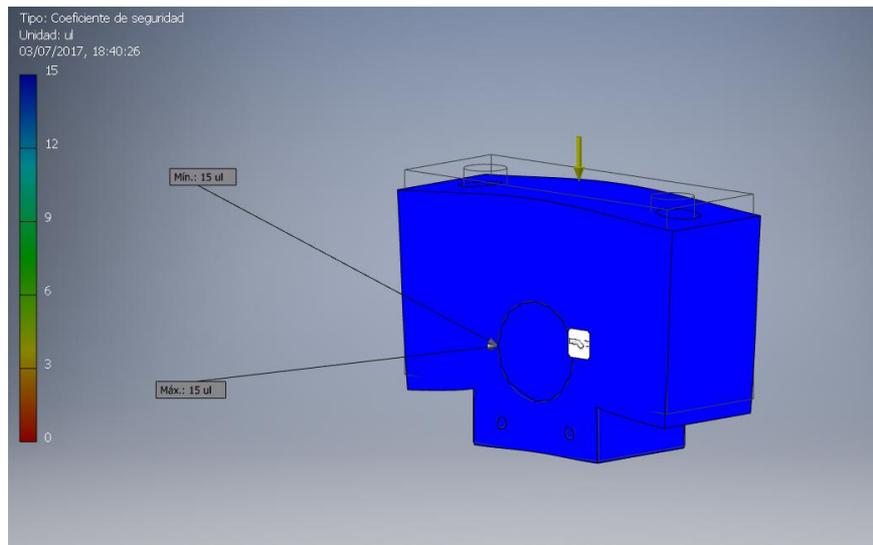


Figura 63: Coeficiente de seguridad de solo 1 soporte

Se obtiene un coeficiente de seguridad muy alto, por lo que se puede asegurar que este soporte de rueda, no romperá por su diseño.

7.5 PMMTPE completa

En este caso, se estudia el análisis de tensiones en la PMMTPE completa, para ello se realizará el mismo proceso que para todas las figuras anteriores.

- Introducir el material, que en este caso se supone que toda esta realizada de acero al carbono.
- Generar las restricciones, en este caso las retracciones si situarán en las rodaduras de las ruedas, que como en todos los cálculos solo se ponen en las 4 ruedas de los extremos, ya que así, se realiza un estudio más desfavorable.
- Luego se introducen las cargas, que en este caso serán 4 cargas de 3.125 kg cada una, un total de 12.500 kg, que es la suma del peso de la propia estructura 2.500 kg y de los 10.000 kg de carga que puede transporta la PMMTPE.
- Se generan automáticamente todos los contactos.

- Se genera la malla.
- Se simula.

7.5.1 Resultados

Tensión de Von Mises:

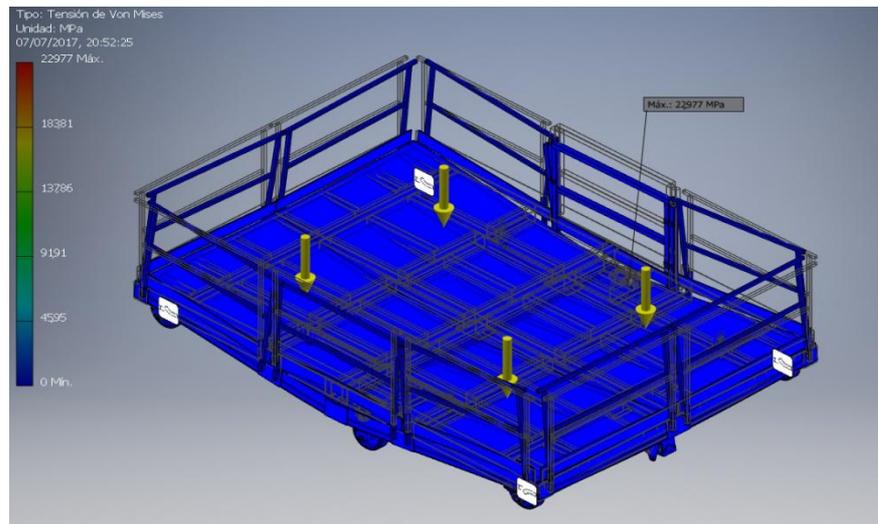


Figura 64: Tensión de Von Mises de la PMMTPE

Como se puede observar en la captura del estudio del análisis de la PMMTPE, se ve que la tensión máxima en la plataforma es de 22,9MPa, con lo que se puede decir que el diseño de la PMMTPE es correcto, ya que el límite de fluencia del material es de 275MPa y en ningún momento es superado el mismo.

Desplazamiento:

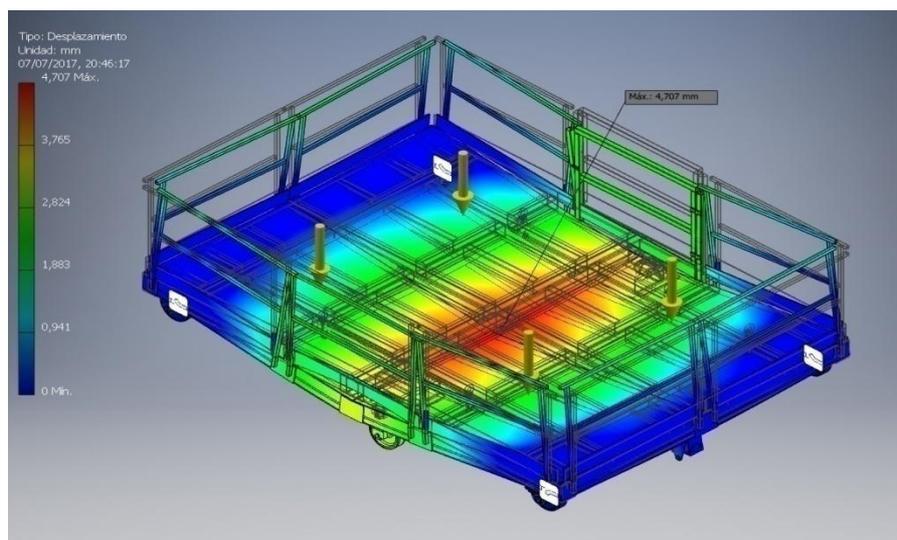


Figura 65: Desplazamiento de la PMMTPE

Como se puede observar, el desplazamiento máximo descrito por la PMMTPE es de 4,77 mm, es decir, coincide con la flecha máxima que se podía alcanzar en el apartado de "cálculos hipótesis", esta deformación es insignificante para la estructura.

Coefficiente de seguridad:

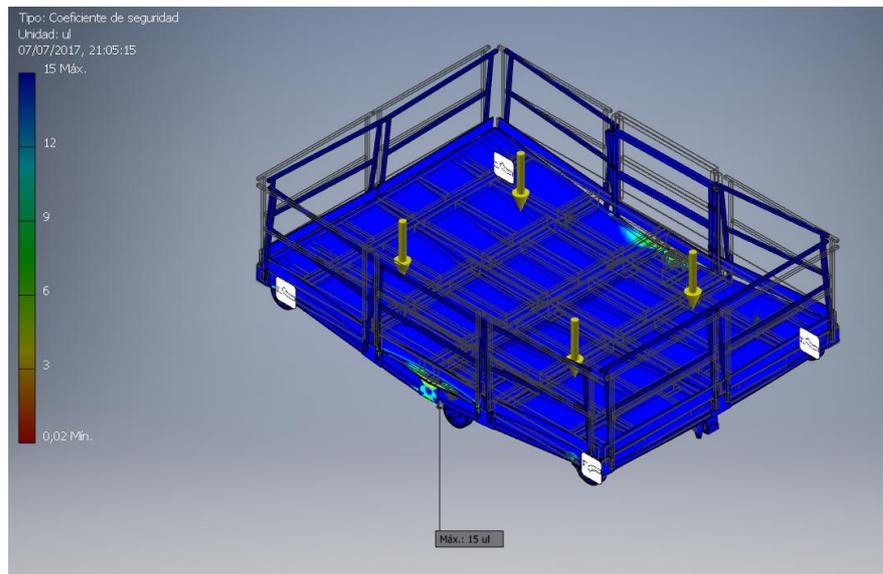


Figura 66: Coeficiente se seguridad de la PMMTPE

Como se observa en la captura del estudio de la PMMTPE, el coeficiente máximo de seguridad es de 15 y el mínimo no es menor de 3, con lo que el programa indica que la PMMTPE es segura y no debe de fallar por su diseño siempre que se cumplan las condiciones de carga máxima recomendada con las que se han realizado los cálculos.

8. INSTRUCCIONES

8.1 Indicaciones relativas a transporte y almacenamiento.

La PMMTPE fuera de las trincheras no puede funcionar por sus propios medios. Se han de utilizar medios de levante para su manipulación, por este motivo se disponen unos determinados puntos solidarios a la estructura. No se debe de utilizar para el levante ningún punto que no sean los indicados.

Cuando no se utiliza la PMMTPE, permanecerá en la zona exterior de la nave.

La máquina no se debe apoyar sobre el suelo cuando no se utilice, ya que el motor reductor es el elemento que más sobresale y podría ser golpeado, por ello, se han realizado unos soportes adecuados a su peso para que sea la estructura de la PMMTPE la que se apoye sobre ellos.

Sobre la PMMTPE no se debe apilar ningún objeto, y a su vez, ésta no ha de ser apilada sobre ningún objeto.

No se debe de mover o trasladar la PMMTPE por medios externos, si hay objetos sueltos o personas sobre ella.

8.2 Instrucciones de utilización

Debido a que la PEMP a utilizar sobre la PMMTPE puede variar en cuanto a características, es imprescindible antes de introducirla en la transfer y en las trincheras, hacer una prueba de estabilidad sobre la PMMTPE, por ello, una vez amarrada, se llevará a los alcances máximos que indique el fabricante de la PEMP para controlar la estabilidad del conjunto.

Es importante comprobar en cada puesta de servicio, que los elementos de seguridad electrónicos que dispone la PMMTPE, están operativos antes de ponerse en movimiento, controlando los leds que poseen cuando están activos, tanto de los finales de carrera, como los de ultrasonidos que detectan la falta de la máquina transfer o final de trinchera.

8.3 Introducción de la máquina en la nave y en la trinchera seleccionada.

Se han diseñado en la PMMTPE unos tacos para colocar unas argollas homologadas de elevación.

Se seguirán las normas de seguridad en el levante de la PMMTPE y de la máquina elevadora que se relatan en el siguiente punto.

Se desmontarán los tramos de vallado de seguridad que pueda entorpecer la acción de izado de la máquina elevadora, y se inmovilizarán adecuadamente, para evitar posibles caídas.

Una vez posicionada la PMMTPE el vallado deberá ser colocado.

También podrá ser desmontado el vallado si entorpece las funciones de carga de la máquina elevadora

1.- Mediante una grúa de forma equilibrada y horizontal, se colocará la PMMTPE sobre la máquina transfer, en ese momento la máquina transfer estará ubicada en el exterior de la nave.

2.- Una vez depositada, no es necesario inmovilizarla, ya que la máquina está frenada mediante el motor freno

3.- Se colocará la máquina elevadora sobre la PMMTPE, lo más centrada posible en el sentido transversal.

4.- La máquina elevadora se sujetará, haciéndola solidaria con la PMMTPE, de esta forma bajaremos el centro de gravedad del conjunto, siendo más estable al vuelco. Para la sujeción podemos utilizar los mismos cáncamos que se utilizan para la elevación.

5.- La máquina transfer transportará la PMMTPE hasta la trinchera seleccionada, una vez detectada la posición correcta y comprobada por el operario que irá subido en la plataforma, se procederá al trasvase desde la transfer a la trinchera.

6.- Una vez haya pasado longitudinalmente la PMMTPE a la trinchera, el operario trasladará la máquina al sitio elegido, para ello tendrá un pulsador de avance y otro de retroceso, que previamente serán habilitados mediante llave.

7.- Posicionada la PMMTPE en el lugar seleccionado por el operario, éste procederá al desconectado, al no recibir tensión el motor, quedará la PMMTPE frenada, revisará la fijación de la máquina elevadora, y procederá a su utilización, siguiendo escrupulosamente las instrucciones de uso del fabricante de la elevadora, teniendo al menos las mismas limitaciones que cuando la elevadora esta sobre terreno firme.

8.- La PMMTPE no se moverá si previamente la elevadora no está en posición recogida.

9.- Para extraer la PMMTPE de la trinchera, procederemos a habilitar el pulsador correspondiente y accionarlo, siendo el propio operario quien establezca la parada, previamente se asegurará que la máquina transfer esté en la posición adecuada de

recepción. No deberá dejar actuar a los elementos de detección para la parada, estos deberán actuar solo en caso de fallo del operario.

8.4 Normas durante el desplazamiento, movimiento o conducción del equipo con la plataforma elevadora

- a. Durante la conducción, se debe prestar especial atención a los posibles obstáculos, especialmente en la dirección de movimiento.
- b. Asegurarse de que en el trayecto previsto no haya personas, agujeros, baches, desniveles abruptos, obstrucciones, suciedad ni objetos que puedan estar ocultando agujeros u otros peligros.
- c. Asegurarse de desplazar la máquina sobre superficies niveladas y con suficiente resistencia.
- d. La velocidad máxima de traslación con la plataforma ocupada no sobrepasará los siguientes valores:
 - 1,5 m/s para las PEMP sobre vehículo portador cuando el movimiento de traslación se mande desde la cabina del portador.
- e. Para detener la máquina, primero bajar a la velocidad más lenta.
- f. Cuando la visibilidad sea limitada se colocará otra personas en una posición avanzada para dar instrucciones o avisar de peligros al operador.
- g. Es preciso asegurarse de que todo el personal ajeno al trabajo se encuentra a una distancia de seguridad según el manual de instrucciones del fabricante.
- h. Durante el desplazamiento se deben tener presentes las distancias de frenado requeridas en alta o baja velocidad.
- i. La velocidad máxima y las rampas de aceleración y deceleración serán pre-establecidas.
- j. El operario no podrá manipular la acción en este sentido.
- k. En ocasiones la máquina transfer no permanecerá en la posición en la que dejó a la PMMTPE y puede no estar. Para evitar la posible caída de la PMMTPE, va provista de elementos electrónicos que detectan el principio y fin de la trinchera. Estos elementos tienen que ser testeados al principio de cada puesta en servicio.

8.4.1 En cuanto al sistema eléctrico

Al llevar un variador de velocidad, no es necesario colocar guarda motor, ya que el propio variador dispone de los dispositivos necesarios para proteger de sobrecargas y cortocircuitos. También dispone de sistema de pulsadores de marcha y paro. La máquina puede ser parada en caso de necesidad pulsando el botón de paro, y también se puede parar mediante la seta de emergencia, que desconecta la energía completa.

En el cuadro se ha instalado un diferencial de 30 mA de sensibilidad para evitar la posibilidad de contactos indirectos, se deberá probar su funcionamiento en cada puesta en servicio.

La máquina no está prevista su utilización para trabajar a la intemperie, pero debido al alto nivel de humedad en el ambiente de trabajo, y que permanece en la intemperie cuando no está trabajando, el cuadro eléctrico y el motor tiene un IP 55 o superior, estando protegido del agua y salpicaduras.

Se deberán observar las normas de seguridad correspondientes a objetos que se elevan, sobre todo en la carga y descarga, ya que el mayor peligro de accidentes que se puedan producir sucederá en esta operación.

8.5 Normas generales y verificaciones de seguridad

- 1) Antes de ponerse a trabajar, comprobar que no hay elementos extraños, herramientas, etc., en la zona de trabajo.
- 2) Comprobar que no hay nadie en el entorno de la máquina que pueda acceder a la misma y no pertenezca al equipo encargado de utilizarla.
- 3) En caso de incendio usar extintores de polvo y desconectar la máquina de la red eléctrica.
- 4) No utilizar la máquina en atmósferas susceptibles de explosión, ya que la producción de alguna chispa durante el trabajo, podría producir una explosión.
- 5) Procurar no tener el lugar de trabajo manchado con grasas, aceites u otros agentes.

***Información sobre peligros residuales:** Está completamente prohibido manipular los dispositivos de seguridad

- 6) Independientemente de los Equipos de Protección Individual que sean necesarios por los riesgos presentes en el lugar de trabajo, durante las operaciones deben utilizarse los siguientes:

Ropa de alta visibilidad: Este equipo permite una mejor señalización y localización del trabajador, siendo su uso, individual y obligatorio. Se dispondrá siempre que sea necesaria la intervención de ayudantes para la elevación de cargas y personas que dirijan las maniobras.

Calzado de seguridad: En función de las particularidades del entorno de trabajo, se seleccionarán para proteger frente a golpes o cortes, caída de objetos y en su caso, pinchazos en los pies.

Casco: Se utilizará siempre por el operador y el ayudante, y se cambiará al sufrir algún impacto violento. En ocasiones, no se valora el uso del casco por su limitada eficacia frente a la caída de cargas pesadas, sin tener en cuenta que éste protege de:

- Golpes contra objetos inmóviles.
 - Proyección de fragmentos y proyección de fragmentos y partículas.
 - Contactos eléctricos.
- 7) En la manipulación de útiles, materiales y herramientas se utilizarán guantes de seguridad frente a golpes, heridas y cortes. Para seleccionar los más adecuados, es necesario tener en cuenta la resistencia mecánica que deben ofrecer frente al riesgo de perforación.
- 8) La máquina y el entorno de trabajo dispondrán de las señales necesarias de obligación, en cuanto a protección personal, prohibición (personas no autorizadas) y las de advertencia (riesgo eléctrico, atrapamiento con elementos mecánicos, aplastamiento)

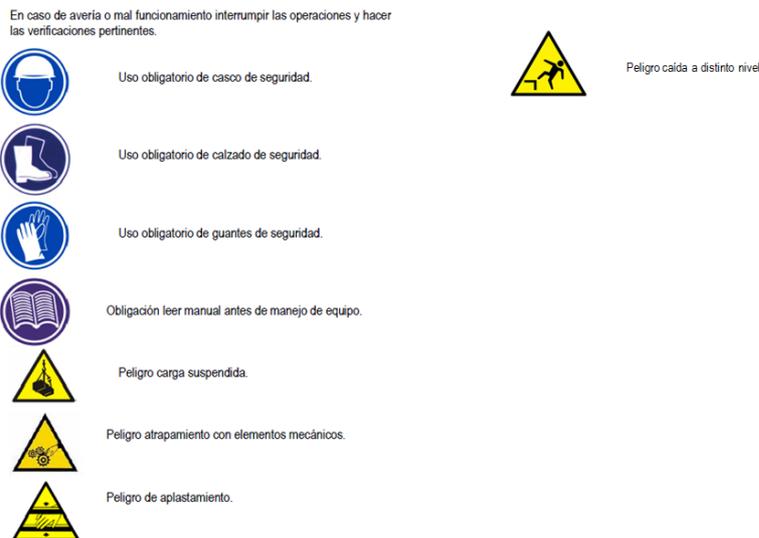


Figura 67: Señales de seguridad

8.6 Instrucciones en cuanto a la manipulación

8.6.1 Operaciones previas a los trabajos de manipulación de cargas

En la elevación de cargas es necesario disponer de un procedimiento de trabajo.

A continuación, se indican algunas de las referencias que las normas establecen al respecto y que deben ser consideradas en la confección de los mismos:

R.D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Anexo II punto 3.1.c: “No estará permitido el paso de cargas por encima de lugares de trabajo no protegidos ocupados habitualmente por trabajadores. Si ello no fuera posible, por no poderse garantizar la correcta realización de los trabajos de otra manera, deberán definirse y aplicarse procedimientos adecuados”.

Anexo II punto 3.2.e: “Todas las operaciones de elevación de cargas deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores”.

8.6.2 Buenas Prácticas en las Operaciones de Elevación de Cargas. Seguridad en las Operaciones de Elevación. Normas generales

Toda operación de elevación de cargas conlleva un riesgo de caída de la misma y, por tanto siempre será necesario:

- Nombrar y autorizar a los trabajadores encargados de usar los útiles de elevación.
- Elaborar, desarrollar y actualizar un procedimiento de trabajo para las operaciones de elevación de cargas.
- Señalar las zonas y maniobras de utilización de los útiles de elevación de cargas.
- Dotar a los trabajadores encargados de la manipulación de cargas de guantes, calzado y casco de seguridad.
- Compruebe previamente el estado de los cables y otros dispositivos de elevación, así como de los accesorios que van a ser utilizados en la operación.

-Observe la identificación de la carga que puede elevar el accesorio y en función de esto, seleccione el útil apropiado a cada operación.

-Verifique que los órganos de prensión disponen de sistema de retención para evitar que la carga salga de los mismos.

-Nunca intente levantar cargas ancladas al terreno, ya que esto puede provocar el vuelco del equipo de elevación.

-Recuerde no someter un accesorio de elevación a su carga máxima de utilización (C.M.U.) en las primeras operaciones que efectúe con él.

*Antes de ordenar una maniobra:

-Verifique que las eslingas están colocadas y aseguradas al gancho a izar, y no tienen vueltas o torceduras.

-Observe que no hay piezas sobre la carga y que el gancho de elevación está centrado con respecto a la carga a elevar.

-Compruebe que se ha separado de la carga y no hay más personas en su proximidad.

8.6.3 Normas generales de izado de cargas.

-Antes de levantar una carga, además del peso de la misma, tenga en cuenta también el del accesorio (viga de carga, electroimán, etc.).

-Realice la elevación y descenso de las cargas lentamente, evitando arrancadas y paradas bruscas, así como tiros oblicuos ya que esto puede dañar los accesorios y los dispositivos de freno de los equipos.

-Como responsable de la carga, mire siempre en el sentido de la marcha y permanezca atento a los obstáculos existentes. Traslade la carga a una altura a la que no pueda alcanzar a trabajadores próximos a su trayectoria. Del mismo modo, nunca transporte cargas elevadas por encima de los trabajadores.

-Nunca deje un equipo de elevación abandonado con la carga suspendida.

***Comprobar que los materiales son transportados de la forma más horizontal posible.**

A continuación se muestra una imagen sobre la manipulación, izado y transporte de la pieza a verificar (figura 65). En este caso se muestra que se realiza mediante eslingas textiles preferentemente, con ganchos o mosquetones en los extremos, que se anclarán en los cáncamos que la PMMTPE lleva, tal como indica el esquema. Se ajustará la longitud de las eslingas para lograr la máxima horizontalidad de la PMMTPE. Concretamente se utilizan cuatro eslingas. Se aconseja revisar las eslingas, siempre antes de cada utilización. En caso de observar cualquier deterioro se procederá a su cambio. Para la plataforma la CMU de cada eslinga no será inferior a 3.000 kg, siempre que la eslinga no forme con la horizontal un ángulo inferior a 45°. En caso que este ángulo sea inferior, estos valores han de mejorarse, la CMU del gancho no será inferior a 10.000 kg para la plataforma

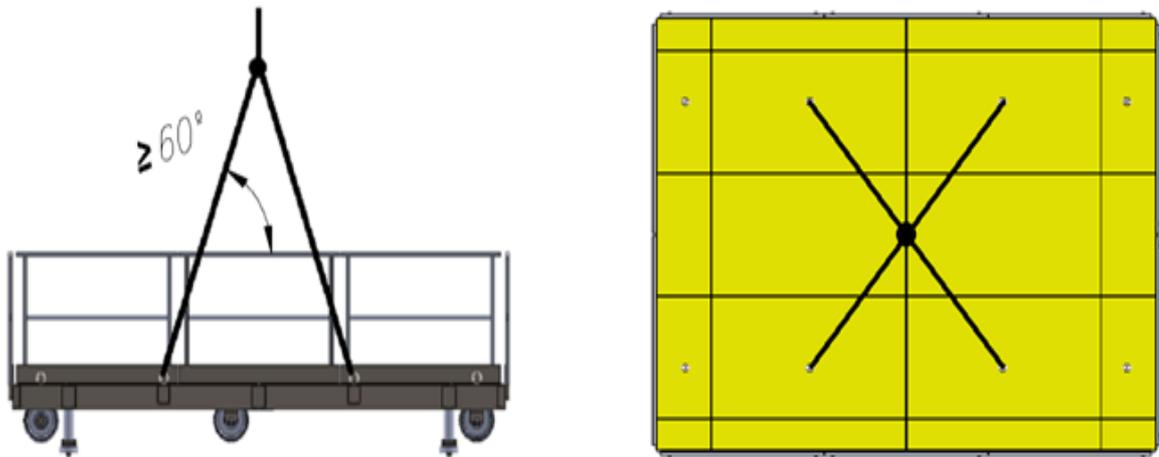


Figura 68: Manipulación, izado y transporte de la PMMTPE

9. RECOMENDACIONES Y MANTENIMIENTO

9.1 Tipo y periodicidad de las revisiones

Todos los útiles que soportan cargas de una cierta magnitud, de acuerdo con los criterios técnicos, se someterán a comprobación (tabla18).

- Cuando se pongan en servicio por primera vez.
- Después de una reparación o accidente.
- De manera periódica.

Tabla 19: Tabla de mantenimiento

Descripción de la tarea	Cada 20 maniobras	Anual	Antes de utilizar
Comprobar visualmente las uniones soldadas.			X
Comprobar las deformaciones visualmente en zonas de apoyo de la carga.			X
Comprobar estado de la pintura, posibles oxidaciones y subsanar		X	
Revisar elementos mecánicos, (apriete tornillos acoplamiento y otros elementos)	X		
Engrase ruedas Comprobación lubricante reductor		X	

Todos los tornillos llevarán arandela de seguridad tipo DIN 127, en caso de desmontaje y montaje, es necesario verificar que la sigue llevando. Los tornillos se apretarán mediante llave dinamométrica y no podrán pasarse de los valores establecidos en tabla adjunta en este expediente. Todos los tornillos utilizados no pueden ser de calidad inferior a 8.8.

El conocimiento de la máquina por parte del operario es una de las mejores formas de control diario ante cualquier posible anomalía. Si se detecta algún fallo, se ha de detener el trabajo y poner inmediatamente en conocimiento de personal cualificado.

9.2 Instrucciones de montaje y mantenimiento del reductor

Durante la instalación deben respetarse las siguientes instrucciones

- Asegurar una alineación correcta entre motor y reductor y entre el reductor y la máquina.

- Instalar el reductor de manera que no sufra vibraciones.

- Observar que los componentes a instalar sobre los ejes cumplan las tolerancias correctas sin correr el riesgo de dañar los rodamientos o las partes externas del reductor.

- Si se prevén sobrecargas, golpes o bloqueos durante el funcionamiento hay que prever la instalación de acoplamientos de seguridad.

- Si se aplican pinturas sobre el reductor se debe proteger el borde exterior de los retenes para evitar que el caucho se deteriore y cause pérdidas de lubricante.

- Verificar en el momento de la puesta en funcionamiento que las partes eléctricas llevan las protecciones necesarias.

- Verificar que la tensión de alimentación indicada en las placas de los motores sea la correcta.

Durante el funcionamiento.

- Los reductores son llenados con lubricante semi-sintético y no requieren ningún tipo de mantenimiento.

- Debe verificarse la cantidad de aceite necesaria en función de las posiciones de montaje indicadas en las tablas.

- En caso de temperaturas ambiente inferiores a -18°C o superiores a 40°C rogamos ponerse en contacto con el departamento técnico del fabricante.

- Durante la fase de rodaje la temperatura del reductor puede ser un poco más elevada de lo normal.

Tabla 20: Pares de apriete de los tornillos

TORQUE DE APRIETE METRICO							
DATOS TÉCNICOS SISTEMA MÉTRICO TABLA DE PRECARGA Y/O TORQUE DE APRIETE							
TAMAÑO		CALIDAD 5.8		CALIDAD 8.8		CALIDAD 10.9	
							
Diámetro en mm	Paso de rosca	Esf. Tracción 50 kg/mm ²		Esf. Tracción 80 kg/mm ²		Esf. Tracción 100 kg/mm ²	
		Torque de apriete kg/m	Torque de apriete lb/pie	Torque de apriete kg/m	Torque de apriete lb/pie	Torque de apriete kg/m	Torque de apriete lb/pie
4	0.7	0.2	1.7	0.38	2.7	0.53	3.8
5	0.8	0.4	3.3	0.76	5.5	1.1	7.9
6	1.0	0.8	6.0	1.3	9.4	1.8	12.9
8	1.25	1.6	14.0	3.1	22.7	4.4	31.7
	1.0	2.1	15.7	3.4	24.5	4.7	33.9
10	1.5	4.0	28.8	6.2	45.0	8.8	63.5
	1.25	4.2	30.7	6.6	47.6	9.3	67.1
12	1.75	7.0	50.5	10.0	78.7	15.4	111.2
	1.25	7.7	55.6	11.9	85.4	16.8	121.3
14	2.0	11.2	80.8	17.3	124.9	24.4	176.1
	1.5	12.2	88.0	18.8	135.7	26.6	192.0
16	2.0	17.5	126.3	27.0	194.9	38.1	275.0
	1.5	18.6	134.0	28.7	207.1	40.6	293.0
20	2.5	34.1	246.1	52.7	380.4	74.4	537.0
	1.5	37.9	273.6	58.5	422.3	82.6	596.0
24	3.0	58.8	425.6	91.4	657.6	128.6	928.3
	2.0	64.1	462.7	99.1	715.3	140.0	1010.0

* Par de apriete recomendado en piezas de acero, lubricados y sin arandelas.
 * Para piezas de aluminio y fundiciones de hierro el torque es menor.
 * Para torque de apriete en Newtons.metro (N.m) multiplicar Kg m x 9.8

***Recomendaciones:** Siempre que se necesite cambiar cualquier pieza hacerlo por una original. En caso de cualquier duda o anomalía, no dude en consultar con el fabricante.

9.3 Personal cualificado para intervenciones de mantenimiento y reparación

Las reparaciones las deberá efectuar, exclusivamente personal cualificado, utilizando siempre piezas de recambio originales, en caso de que no fuese así, podrían ocasionarse daños tanto para la máquina como para el usuario.

No debe descuidarse el mantenimiento ni la limpieza de la máquina, de ello depende enormemente la vida y el funcionamiento óptimo de la máquina.

9.4 Utilización de las máquinas elevadoras (PEMP) sobre la PMMTPE

Durante su utilización deberán cumplirse, entre otras, las siguientes normas:

- El personal operador debe estar cualificado y formado. No se permitirá la utilización y el acceso a personas carentes de autorización.

-No deben utilizarse en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante y se cumplirán las especificaciones establecidas por el mismo en cuanto a su uso y limitación de carga.

-No se deben cargar materiales de mayor volumen y peso de lo previsto por el fabricante. Las cargas deberán estar repartidas uniformemente por el piso de la PMMTPE.

-Debe verificarse la ausencia de líneas eléctricas aéreas en el entorno así como la presencia de elementos fijos que interfieran el desplazamiento espacial de la plataforma.

Para más información véase anexo 1.

10. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

10.1 Esquemas eléctricos

En este apartado de proyecto se realiza una breve descripción de los esquemas eléctricos. Por otro lado, la información referente a los componentes electrónicos se encuentra en el anexo

Como se puede observar en la parte superior de los esquemas eléctricos (Figura 66 y 68) se encuentra la acometida al cuadro eléctrico de la PMMTPE, con esta acometida se dará corriente a todos los componentes electrónicos de la PMMTPE que son los siguientes:

- Motor eléctrico con freno.
- Fuente de alimentación.
- Variador de frecuencia.
- Tomas de corriente externas.
- Detectores

Las características de la acometida son las siguientes:

- 400V
- 32A
- 3P+N+T (3 fases, neutro, toma tierra)

Esquemas

En el esquema 1, se encuentra la conexión al motor de 1,5 Kw que pasa antes por la conexión del variador de frecuencia y la conexión del freno motor. Ambas conexiones van provistas por dos diferenciales, para tener la línea segura en caso de derivación, con una protección de 300mA, es decir, de 0,3 amperios. También aparecen los fusibles de protección para cada consumidor. En esta misma línea también se encuentra los dos contactores KM y KF, correspondientes al motor y el freno motor.

También se encuentra una toma de corriente de salida y la conexión de la fuente de alimentación, la cual transforma la corriente para la alimentación de los diferentes detectores de seguridad que va a tener la PMMTPE. Ambas conexiones también se encuentran provistas de un diferencial, de las mismas características.

En el esquema 2, se encuentran las conexiones de los detectores inductivos y de ultrasonidos.

En el esquema 3, se añade al esquema 1, los contactos de los pulsadores, setas de emergencia y las entradas y salidas del variador a los detectores.

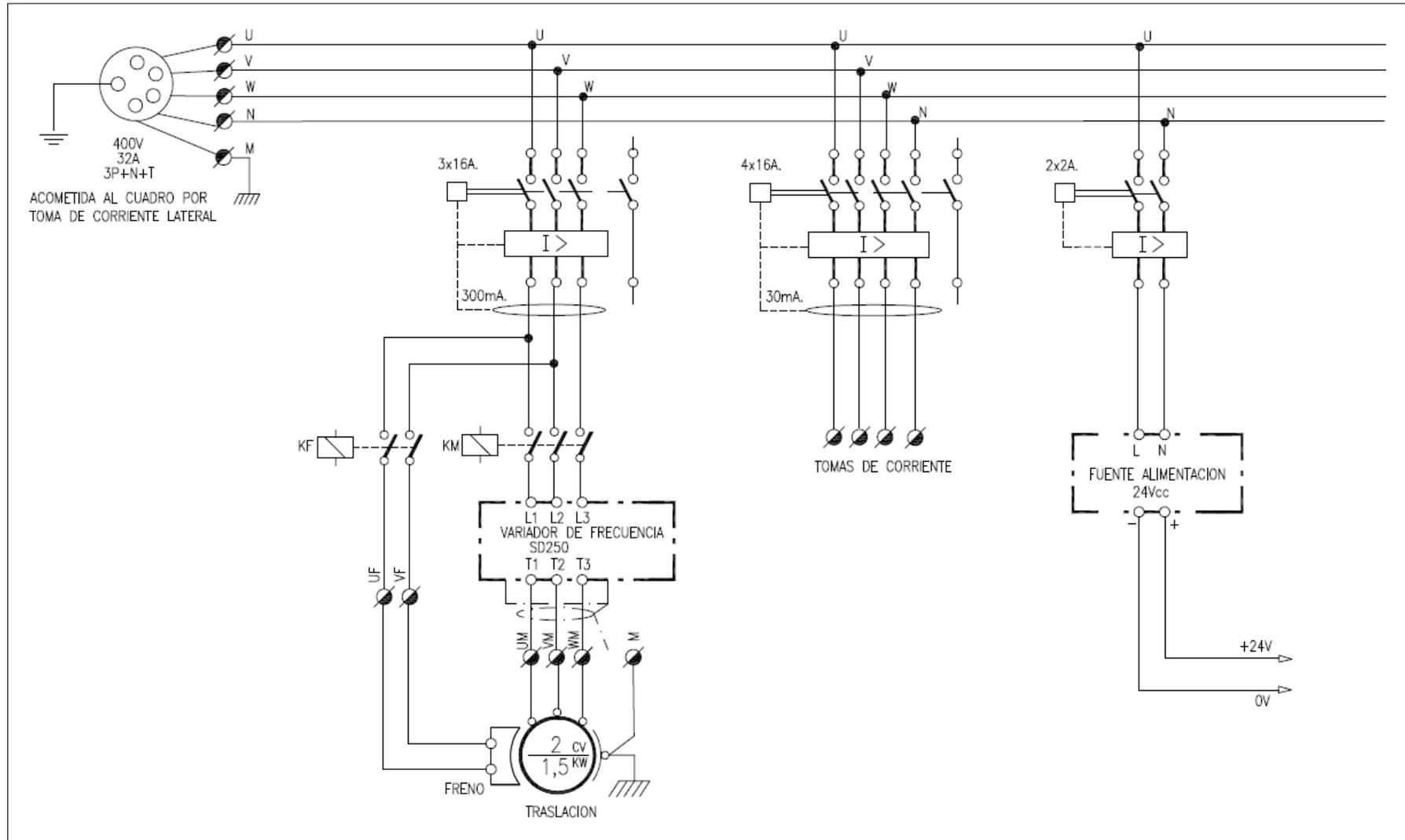


Figura 69: Esquema 1. Conexión motor

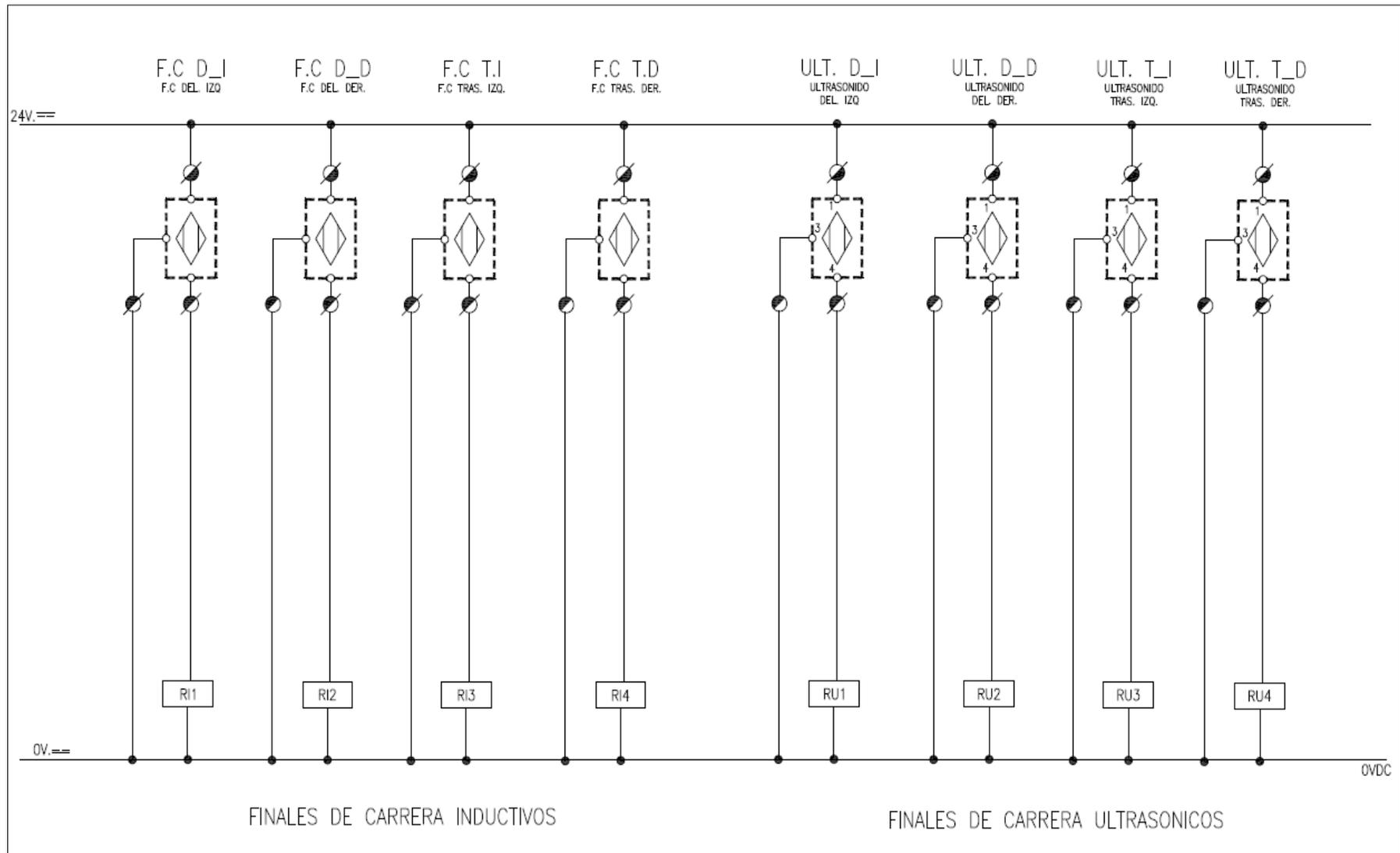


Figura 70: Esquema 2. Conexión de los detectores

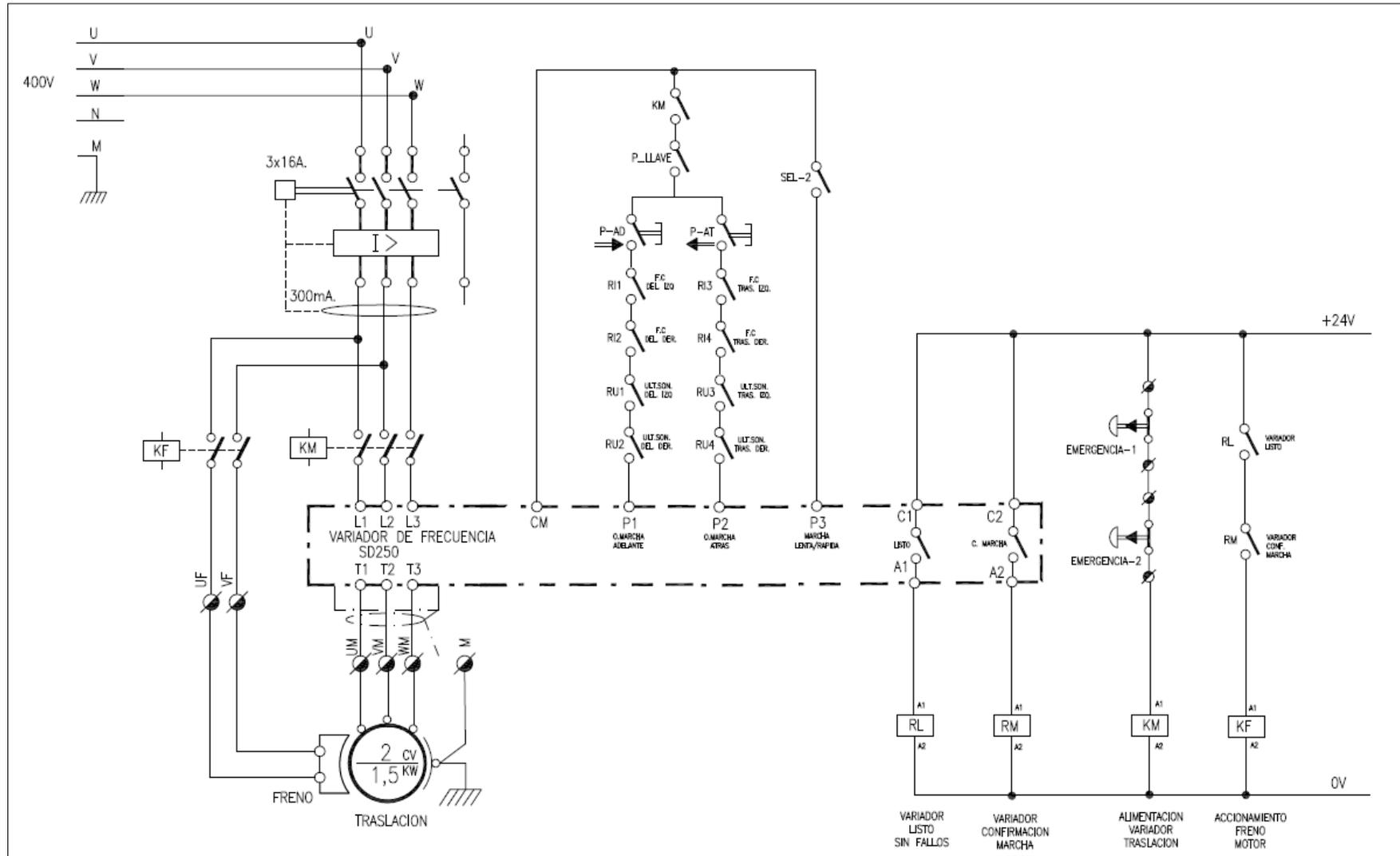


Figura 71: Esquema elèctric 3. Conexions motor

10.2 Planos mecánicos

Los planos en 2D se han realizado con el programa DraftSight.

- Plano 1: Perfiles por los que está compuesto el bastidor detallándose el peso.
- Plano 2: Cotas correspondientes al bastidor.
- Plano 3: Detalles rueda libre y cotas del bastidor.
- Plano 4: Cotas de las piezas de soporte de ruedas y placas de amarre.
- Plano 5: Conjuntos eje motriz y ruedas.
- Plano 6 y 7: Barandilla Grande y pequeña respectivamente
- Plano 8: Plancha repujada.
- Plano 9: Puerta PMMTPE
- Plano 10: Árbol motriz

Todos los planos y archivos tanto del programa “Draftsight” como de Inventor como de Solidworks se encuentran en el CD del Proyecto, para que se puedan ver con mucho más detalle.

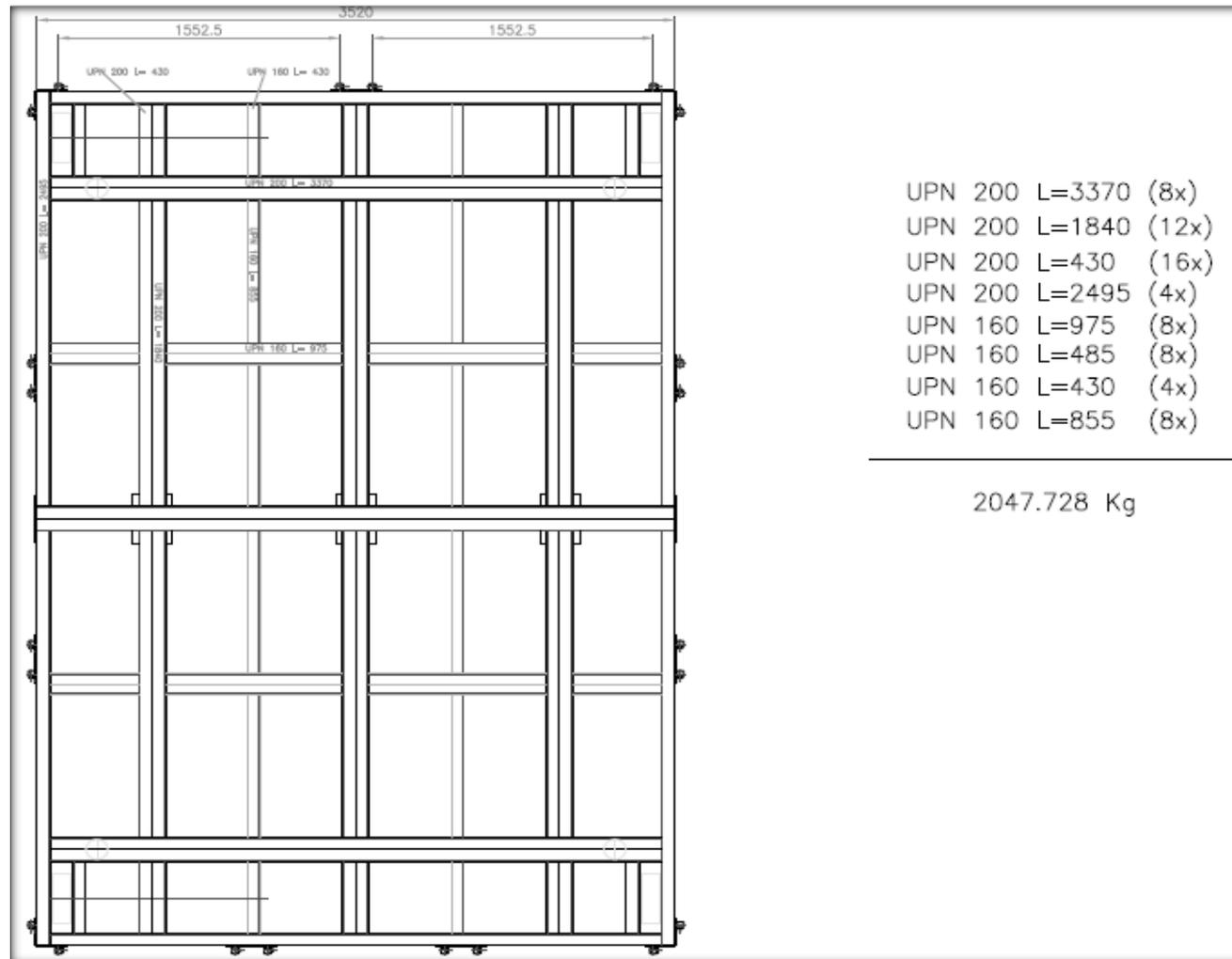


Figura 72: Plano 1. Perfiles PMMTPE

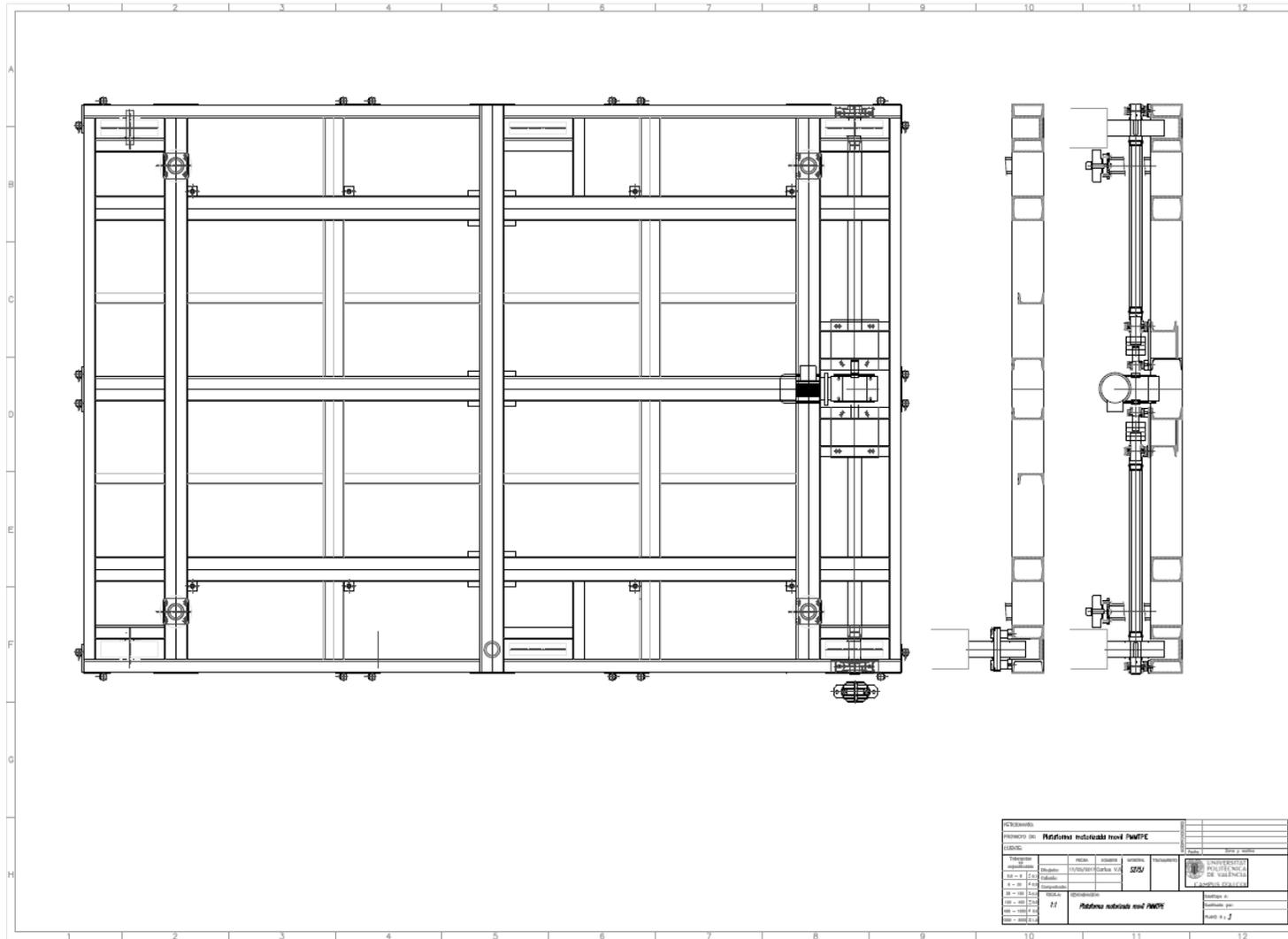


Figura 74: Plano 3. Detalles PMMTPE

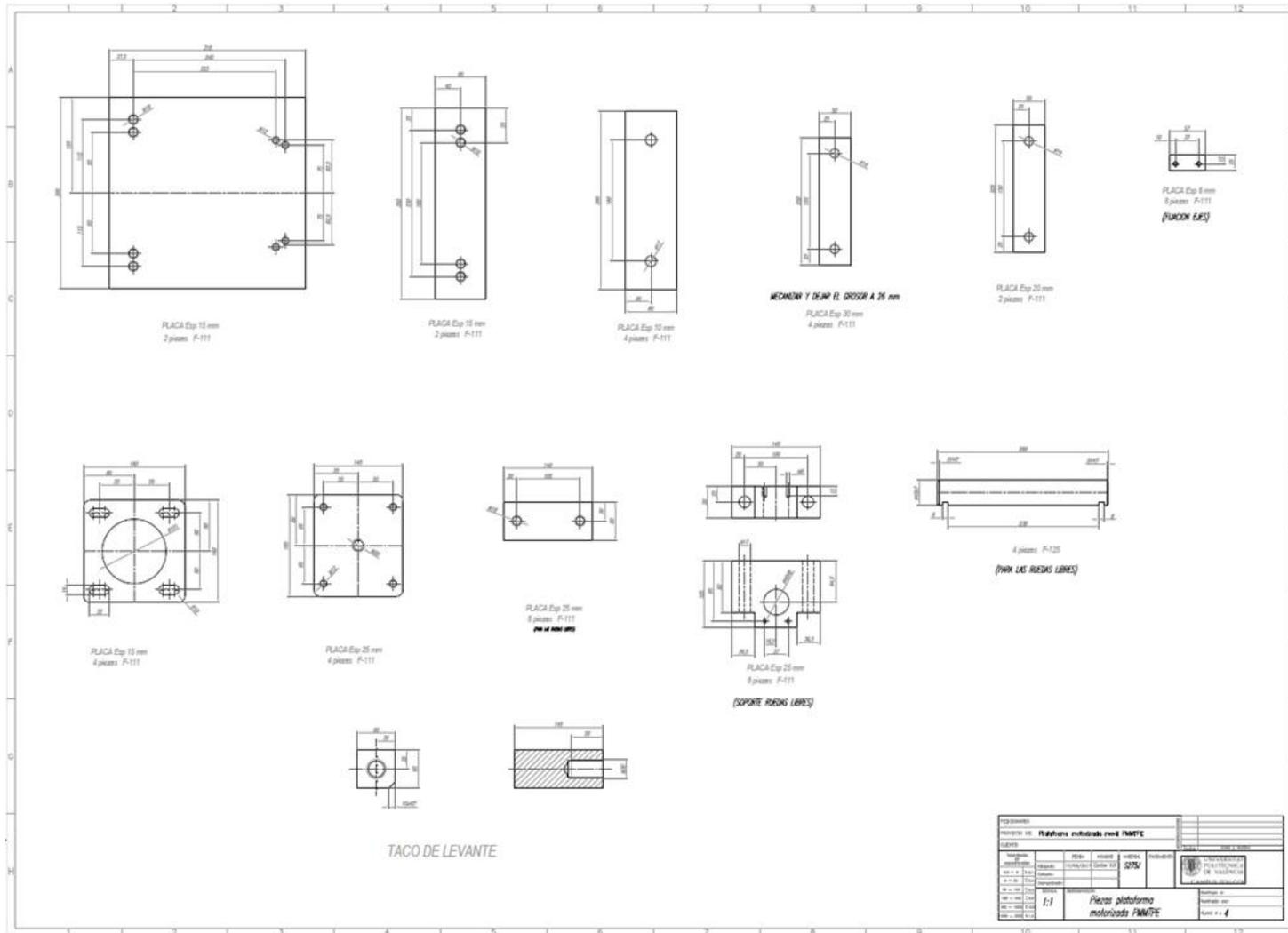
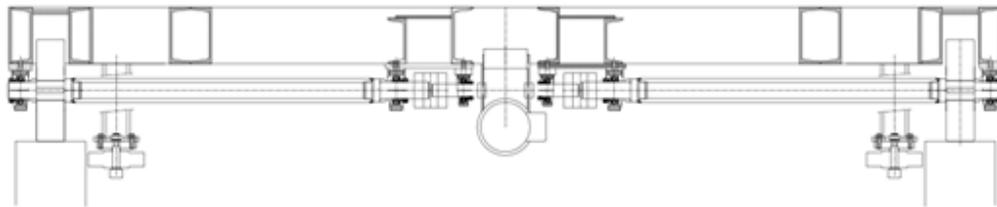


Figura 75: Plano 4. Detalle soporte de ruedas y placa de amarre



LISTADO DE PIEZAS	
1	SOPORTE FAG TIPO 60
2	ACOPLAMIENTO JACOBS KM-600
3	SOPORTE FAG TIPO 45
4	MOTORREDUCTO RD 130 80 BR PAM 90 B5 B8
5	RUEDAS MARCA BLICKLE GBN 363/70 H7
6	RUEDAS MARCA BLICKLE GB 200/25K

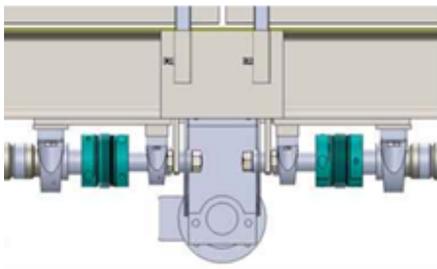
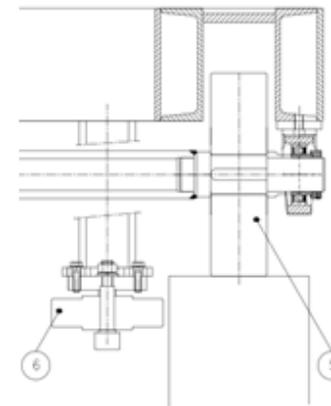
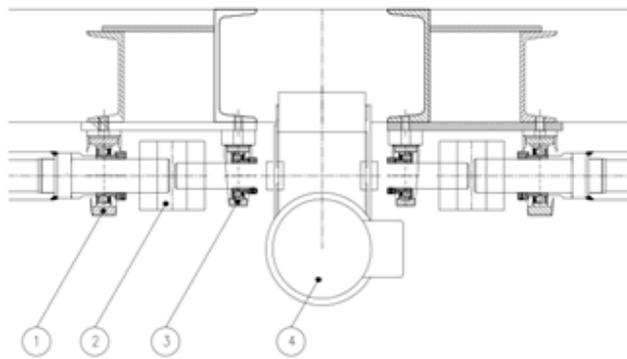


Figura 76: Plano 5. Conjunto eje motriz y ruedas

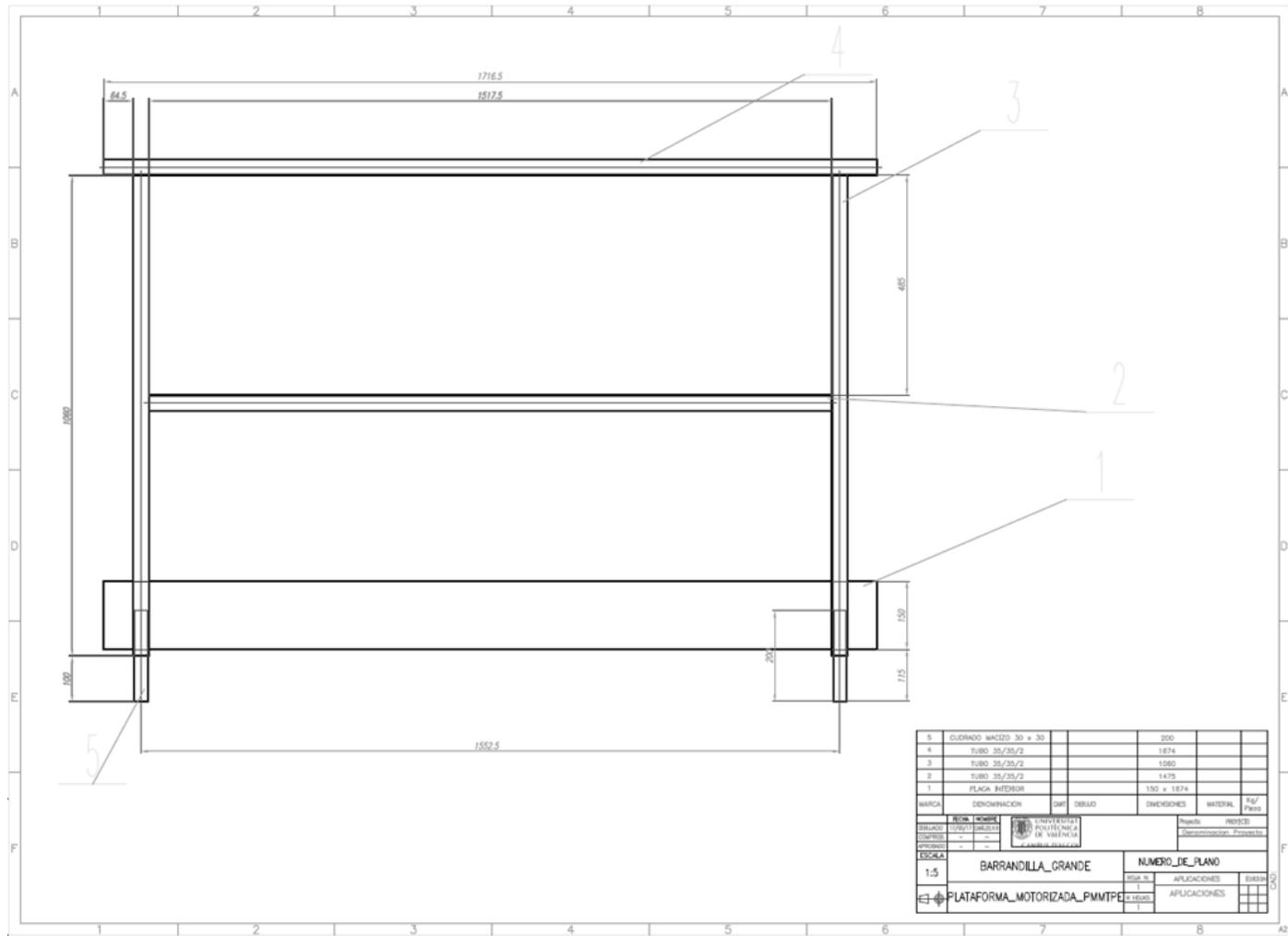


Figura 77: Plano 6. Barandilla grande

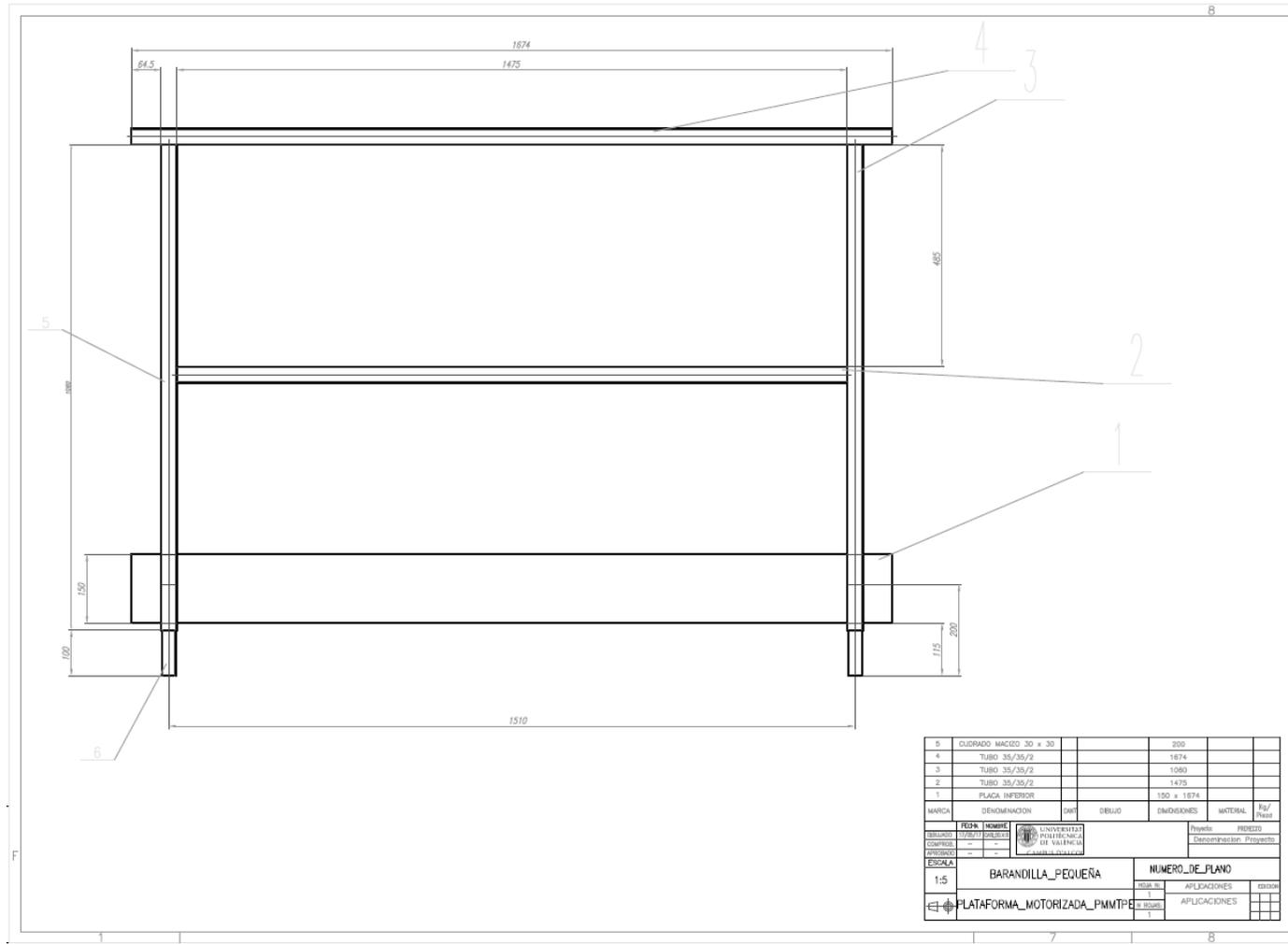


Figura 78: Plano 7. Barandilla pequeña

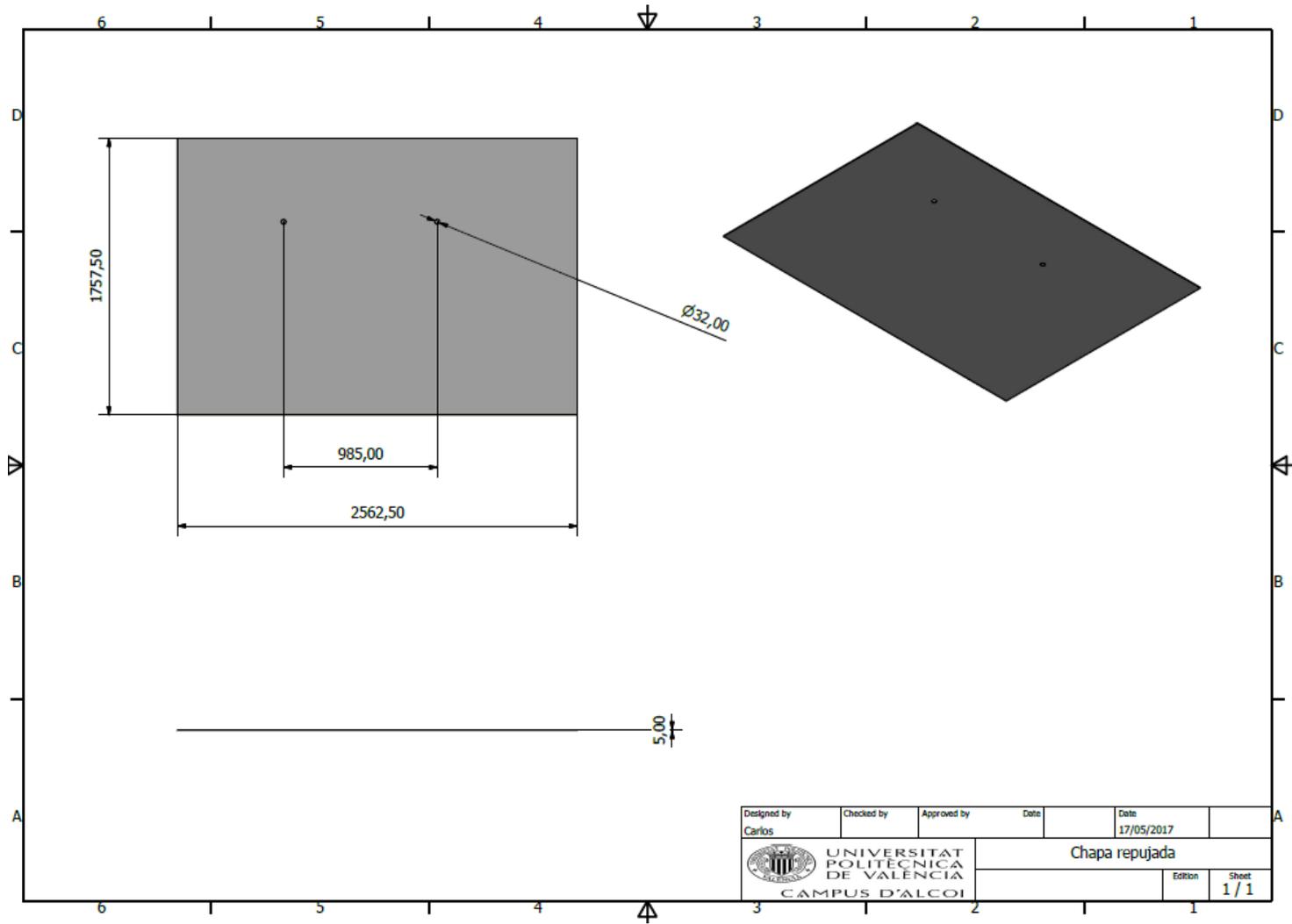


Figura 79: Plano 8. Placa repujada

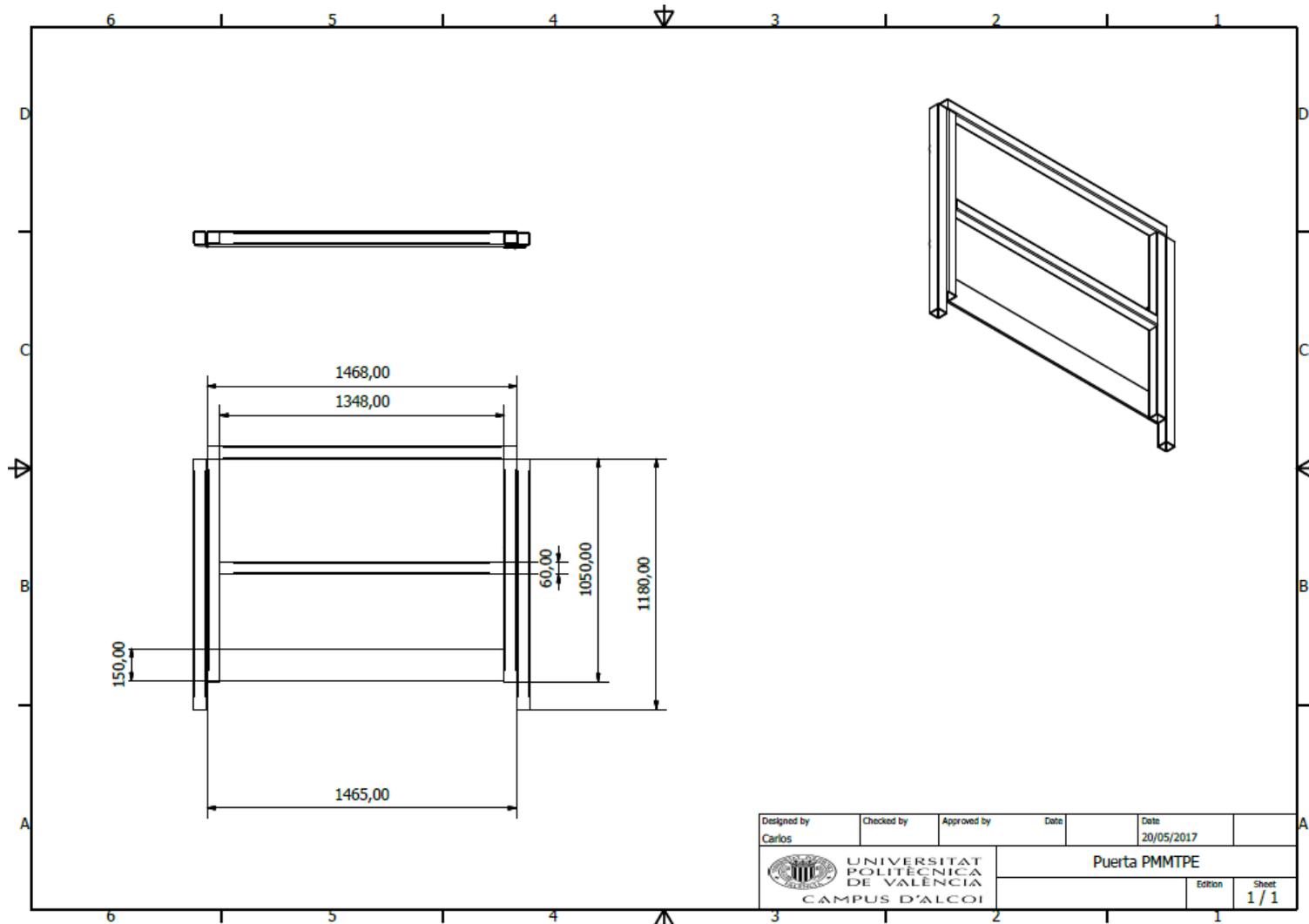


Figura 80: Plano 9. Puerta PMMTPE

10.3 Listado de piezas comerciales

Tabla 21: Piezas comerciales.

CANTIDAD	DENOMINACIÓN	REFERENCIA	PROVEEDOR
4	SOPORTES FAG	PASE 60	
2	ACOPLAMIENTOS JACOBS	KM-600	TECNOPOWER
2	SOPOTES FAG	PASE 45	
1	MOTORREDUCTOR	RD 130 80 BR PAM 90 B5 B8 (Eje hueco)	
2	RUEDAS MARCA BLICKLE	GBN 363/70 H7	TECNOPOWER
4	RUEDAS MARCA BLICKLE	GB 200/25K	TECNOPOWER
2	RUEDAS MARCA BLICKLE	GB 363/40K	TECNOPOWER

Como alternativa a estos soportes se pueden pedir:

El equivalente al PASE 60 será el SOPORTE FAG PARTIDO SNV-120 obturación tipo DH PARA DIAMETRO 60. El equivalente al PASE 45 será el SOPORTE FAG PARTIDO SNV-85 obturación DH. PARA DIAMETRO 45 Ambos con manguito de fijación.

11. DIRECTIVAS Y NORMAS APLICADAS

DIRECTIVA 2006/42/CE relativa a la seguridad de las máquinas.

R.D. 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

R.D.: 1215/1997- Equipos de trabajo. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud y su modificación **RD 2177/2004**

Directiva **95/2006/CE** Seguridad aparatos eléctricos en baja tensión

UNE-EN ISO 12100-1: 2004. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología.

UNE-EN ISO 12100-2: 2004. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos.

UNE-EN 13155:2004+A2:2009. Grúas. Seguridad. Equipos amovibles de elevación de carga

UNE-EN ISO 3834-5:2006. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales mecánicos.

12. PRESUPUESTO

Para realizar el presupuesto en primer lugar, se ha procedido a suponer que la empresa va a querer el proyecto y que la PMMTPE se diseña en una oficina técnica y se fabrica en un taller de ingeniería. También hay que saber que la PMMTPE ha de diseñarse y realizarse en el taller en dos partes terminándose su ensamblaje e instalación en la misma empresa que la va a adquirir.

Ahora pues, sabiendo el supuesto estudio se va a realizar los gastos del diseño, dividido en gastos de fabricación, gastos de compras, gastos de ingeniería, gastos de fabricación.

a) Gastos de diseño

El equipo de diseño de la plataforma motorizada móvil lo componen 2 proyectistas que trabajarán exclusivamente para este proyecto y un jefe de diseño que se encargará de supervisar y realizar otros proyectos en marcha.

Con esta información ya se pueden realizar los cálculos de gastos que se van a consumir para llevar a cabo este diseño en la oficina técnica.

Tabla 22: Gastos de diseño

Diseño Plataforma motorizada móvil	Precio Hora	Horas	Total
Proyectista 1	30	300	9.000 €
Proyectista 2	30	100	3.000 €
Jefe de proyectos	60	50	3.000 €
Total del diseño			15.000€

b) Gastos de Fabricación

Este apartado del presupuesto se divide en distintos agrupamientos de gastos, gastos de la estructura, gastos de barandillas de seguridad gastos del conjunto motriz, gastos de componentes electrónicos y motor.

Tabla 23: Gastos de la estructura. Perfiles

Perfil	Metros	Precio metro	Precio
UPN 160	20,280 m	16,19 €	328,34 €
UPN 200	100,2 m	21,78 €	2.182,36 €
Total			2.510,7 €

Tabla 24: Gastos de la estructura. Placas

Placas	Medidas	Cantidad	Precio metro	Precio
Placas inferiores	220 mm x 300 mm x 10 mm	3	24,75 €	24,75 €
Pacas amarre rodamientos eje motriz	310 mm x 300 mm x 15 mm	2	37,12 €	37,12 €
Total				61,87€

Tabla 25: Gastos barandillas de seguridad. Perfiles

Perfil	Metros	Precio metro	Precio
Tubo 35x35x2	60 m	2,41 €	144,6 €
Tubo 40x40x4	2,40 m	4,84 €	11,62 €
Tubo macizo 30x30	4 m	9,68 €	38,72 €
Total			194,94 €

Tabla 26: Gastos barandillas de seguridad. Pletinas

Pletinas	Metros	Precio metro	Precio
1679x 150x4	10,074 m	6,56 €	66,085 €
1762'5x150x4	7,050 m	6,56 €	46,25 €
Total			112,34 €

Tabla 27: Gastos placas de amarre barandillas

Pletinas	Metros	Precio metro	Precio
280x200x10	2,240 m	16,66 €	37,32 €
170x200x10	1,360 m	16,66 €	22,66 €
Total			59,98€

Tabla 28: Gastos placas repujadas

Placas repujadas	Cantidad	Precio /Ud.
2562,5x1757.5x 4/6	4	140 €
Total		560 €

Tabla 29: Gastos tacos de elevación

Tacos de elevación	Cantidad	Precio /Ud.
60 mm x 60 mm x 140 mm	8	23.60 €
Total		188.80 €

Tabla 30: Gastos de conjunto ruedas (libres)

Conjunto rueda libre	Metros de material	Precio/ Metro	Cantidad	Precio
Placa amarre soporte rueda	140 mm x 60 mm x 25 mm	28,90 €	8	28,90 €
Soporte rueda	140 mm x 105 mm x 50 mm	57,75 €	8	57,75 €
Placa fijador eje	57 mm x 25 mm x 6 mm	3,27 €	8	3,27 €
Eje rueda	Ø 40h7 x 269 mm	166,18 €	4	178,81 €
Casquillos Auto lubricados	Ø ext = 53 mm Ø int = 45 mm L = 20 mm	4,65 €	8	37,2 €
Rueda Blicle GB-363-40K con su rodamiento		95,5 €	4	382 €
Total				687,93€

Tabla 31: Gastos conjunto rueda (guía)

Conjunto rueda Guiada	Metros de material	Precio/Metro	Cantidad	Precio
Barra Perforada	Ø int=80 mm Ø ext=100 mm L=260 mm	55,60 €	4	222,4 €
Placa agujeros coaxiales	160 mm x 160 mm x 15 mm	19,42 €	4	19,42 €
Placa fijación a placa agujero coaxiales	160 mm x 140 x 25 mm	28,90 €	4	28,90 €

Casquillo	Ø int=25 mm Ø ext=31mm L=5mm	1 €	4	4 €
Perno especial	L=77 mm Ø cab=41mm	5 €	4	20 €
Rueda Blickle GB-200-25K con su rodamiento		75 €/Ud	4	300 €
Total				594,72 €

Tabla 32: Gastos conjunto eje motriz

Conjunto eje motriz	Metros material	Precio/Metro	Cantidad	Precio
Motor-Reductor 1,5KW Rpm=11 815N/m			1	504,99 €
Bridas especiales	Tamaño 130	129,9 €	2	259,8 €
Eje de Salida doble	Ref-130	93,6 €	2	187,2 €
Brazo de reacción	Ref-130	68 €	1	68 €
Acoplamiento	Ref-RD130	105 €	2	210 €
Eje de acoplamiento a tubo hueco	L= 226,96 mm Ø eje= 60 mm Ø apoyo= 80 mm	98,6 €	2	197,2 €
Casquillo de eje de acoplamiento	Ø int= 60 mm Ø ext= 70 mm Ø apoyo= 80 mm	20 €	2	40 €
Eje Hueco	Ø int=56mm Ø ext=85mm L=1068mm	85,90 €	2	171,8 €
Eje rueda motriz con chavetero	Ø ext cont eje huec = 56 mm Ø extcontc rue=70 mm Ø ext cont cojin=60 mm	94,65 €	2	189,3 €
Rueda Blickle GBN-363/70H7 sin rodamiento		97,60 €	2	195,2 €
Total				2.023,49 €

Tabla 33: Gastos construcción

Operación	Horas	Precio /Hora	Precio
Mecanizado de placas	10	30 €	300 €
Mecanizado ejes	5	30 €	150 €
Soldadura	26h	35 €	910 €
Total			1.210 €

Tabla 34: Gastos de componentes eléctricos

Detectores	Características	Precio/ud.	Cantidad	Precio
Inductivo	XS8C2A4PCM12 40x40x70	47,97 €	4	191,88 €
Ultrasonidos	XX512A2PAM8	120,10	4	480,4 €
Variador de velocidad	SD250	250 €	1	250 €
Cabeza selector con llave	ZB4BG2	35,94 €	1	35,94 €
Cabeza seta de emergencia Ø24	ZB5AS944	51,37 €	1	51,37 €
Total				1.009,59

Tabla 35: Gastos totales

Conjunto de gastos	Precio total del conjunto
Gastos de diseño	15.000 €
Gastos de la estructura. Perfiles	2.510,7 €
Gastos de la estructura. Placas	61,87 €
Gastos barandillas de seguridad. Perfiles	194,94 €
Gastos barandillas de seguridad. Pletinas	112,34 €
Gastos placas de amarre barandillas	59,98 €
Gastos placas repujadas	560 €
Gastos tacos de elevación	188.80 €
Gastos de conjunto ruedas (libres)	687,93 €
Gastos conjunto rueda (guía)	594,72 €
Gastos conjunto eje motriz	2.023,49 €
Gastos construcción	1.210 €
Gastos de detectores y aparatos electrónicos	1.009,59 €
Total	24.214,36 €

13. CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo del proyecto, he podido poner en práctica diferentes conocimientos adquiridos durante el grado, mediante el diseño de una Plataforma Motorizada Móvil para Transportar una Plataforma Elevadora.

En primer lugar, he recopilado información sobre los diferentes tipos de plataformas que existen en el mercado y he comparado las diferentes opciones que existen para hacer una propuesta de diseño de una PMMTPE. Para ello, he observado características como son las dimensiones, peso, materiales que se emplean para la construcción o las normativas vigentes en este ámbito, entre otros datos.

Para crear los planos he utilizado diferente software, en primer lugar para realizar los planos en 2D he utilizado el programa DrafSight, y para realizar los planos en 3D he utilizado tanto el programa Inventor como el SolidWorks.

Se han realizado los cálculos oportunos para saber el par motor necesario que debemos tener en el moto-reductor elegido, para que este pueda empezar a mover la PMMTPE.

Respecto al cálculo de la estructura, es decir, del bastidor, he propuesto tres hipótesis diferentes para simplificar los cálculos. Tras realizarlos se llega a la conclusión de que el bastidor está sobredimensionado, es decir, supera la resistencia a las cargas que va a tener que soportar, ya que los cálculos realizados se basan en los casos más desfavorables posibles, que pudieran sucederse en la PMMTPE diseñada.

Además se han realizado los respectivos cálculos de las tensiones generadas en la rosca de los tacos de elevación de la PMMTPE, los cálculos de esfuerzo a cortadura de los ejes de las ruedas y el cálculo de las chavetas del eje motriz.

Asimismo se ha realizado un estudio de tensiones de la PMMTPE completa y de sus partes más importantes, con lo que se ha comprobado el comportamiento que va a tener la PMMTPE diseñada bajo las cargas requeridas, observándose que la PMMTPE y sus piezas estudiadas cumplen con los requisitos para los que ha sido diseñada dicha PMMTPE.

Por otro lado, he utilizado el software KISSsoft para realizar la correcta modelación del eje motriz de la PMMTPE realizando los diferentes cálculos, optimizando así el mismo y calculando los rodamientos adecuados para superar una cierta vida útil que se especifica en el proyecto para el correcto funcionamiento de la PMMTPE.

Respecto a los esquemas eléctricos he realizado una serie de esquemas en los que se observan las conexiones tanto del motor y sus respectivos mandos de maniobra, como de los diferentes detectores electrónicos para la seguridad de la PMMTPE.

También se han descrito una serie de pautas e instrucciones de mantenimiento para la conservación y utilización de la PMMTPE diseñada.

Por último, para completar el diseño propuesto he realizado el presupuesto de la PMMTPE, ajustando al máximo los precios, de esta forma se consigue optimizar al máximo el dinero empleado para el diseño y fabricación del proyecto.

14. BIBLIOGRAFÍA

Diario oficial de la Unión Europea. DIRECTIVA 2006/42/CE del parlamento europeo y del consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición). Recuperado de: <https://goo.gl/Aoo7b2>

Ministerio de empleo y seguridad social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (2003). Normativa NPT 634. Recuperado de: <https://goo.gl/1pvkQq>

Ministerio de empleo y seguridad social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (1997). Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE nº 188 07/08/1997. Recuperado de: <https://goo.gl/gJmdVK>

Ministerio de la presidencia y para las administraciones territoriales. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Recuperado de: <https://goo.gl/NXsAvk>

Ministerio de la presidencia y para las administraciones territoriales. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Recuperado de: <https://goo.gl/ApHV6u>

Directiva 95/2006/CE Seguridad aparatos eléctricos en baja tensión. Recuperado de: <https://goo.gl/dXqLQg>

UNE-EN ISO 12100-1: 2004. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología. Recuperado de: <https://goo.gl/y1czkx>

UNE-EN ISO 12100-2: 2004. Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos. Recuperado de: <https://goo.gl/c8cojD>

UNE-EN 13155:2004+A2:2009. Grúas. Seguridad. Equipos amovibles de elevación de carga. Recuperado de: <https://goo.gl/Vk7pn1>

UNE-EN ISO 3834-5:2006. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales mecánicos. Recuperado de: <https://goo.gl/GqT5WX>

15. ANEXOS

Anexo 1

Plataformas aéreas de brazo

Se recomienda encarecidamente usar arnés de cuerpo completo con eslingas ajustables (para restricción del área de trabajo) al trabajar en plataformas elevadoras móviles de personal de brazo telescópico o articulado. La eslinga deberá ajustarse lo más corta posible y podrá contener un absorbedor de energía. Esto incluye plataformas de brazo estáticas (1b) y móviles (3b).



Elevadores verticales

Normalmente no es necesario que los operadores de un elevador vertical usen equipamiento de protección individual anti-caídas, salvo en casos excepcionales y que la legislación local así lo obligue.

Esto incluye elevadores verticales estáticos (1a), elevadores verticales móviles (3a), elevadores verticales de traslación no motorizada (PAV) y plataformas de trabajo de desplazamiento sobre mástil (PTDM).

La necesidad de utilizar sistema de protección anti-caídas se establecerá tras una evaluación de riesgos específica del trabajo y las indicaciones del manual de uso del fabricante.

Para más información acerca de la prevención de riesgos contra la caída de altura consulte en www.insht.es (España):

- Guía orientativa para la selección y utilización de EPIs contra caídas de altura.
- NTP 634: Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Normativa Europea de Referencia:

EN 354:2010 - Equipos de protección individual contra caídas. Eslingas

EN 355:2002 - Equipos de protección individual contra caídas de altura.

Absorbedores de energía.

EN 358:2000 - Equipos de protección individual para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas de altura. Cinturones para sujeción y retención y componentes de amarre de sujeción (eslingas).

EN 360:2002 - Equipos de protección individual contra caídas de altura. Dispositivos anticaídas retráctiles.

EN 361:2002 - Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arnés de cuerpo entero.

EN 362:2004 - Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores.

EN 363:2008 - Equipos de protección individual contra caídas. Sistemas de protección individual contra caídas.

EN 365:2004 - Equipos de protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, inspección periódica, reparación, marcado y almacenamiento.

Operadores de PEMP

Los operadores deben:

- Disponer de la competencia necesaria para operar la PEMP en las condiciones de trabajo reinantes en la obra.
- Haber sido informados sobre los peligros locales y las ordenanzas de la obra.
- Haber asistido a un curso básico de formación homologado.
- Estar familiarizados con el tipo y modelo de PEMP que estén autorizados a operar.

Es importante asegurarse de que el operador posea la formación básica necesaria para la categoría de PEMP que vaya a usar.

Además de la formación básica, los operadores deberían familiarizarse con los paneles de mando, las características, los dispositivos de seguridad, los pictogramas adhesivos y los sistemas de rescate de emergencia de las PEMP que estén autorizados a operar. Antes de operar un determinado tipo y modelo de PEMP, el operador debería demostrar estar familiarizado con ese tipo de máquina; p.ej. mediante su libro de registro (o similar). Si no puede demostrarlo, el operador debería seguir un programa de

familiarización o, si su empresa así lo autoriza, familiarizarse él mismo con la máquina con ayuda del manual de instrucciones del fabricante.

Personal de rescate

El personal de rescate debe:

- Poseer la competencia necesaria para hacer descender la PEMP con el panel de mando del suelo o los mandos de emergencia en las condiciones de trabajo de la obra.
- Haber sido informados sobre los peligros locales y las ordenanzas de la obra.
- Estar familiarizados con los procedimientos de rescate del tipo de PEMP que estén autorizados a operar.
- Saber qué es lo que hay que hacer en caso de dispararse el control de carga o haberse activado el mando de emergencia de la plataforma.

El personal de rescate a nivel del suelo no necesita haber recibido formación como operador de PEMP, pero sí deberá haber sido instruido por su empresa y disponer de la competencia necesaria para realizar trabajos de rescate. Debería estar familiarizado con los dispositivos de seguridad de la PEMP en uso, sus sistemas de descenso de emergencia y el panel de mando a nivel de suelo. Debería chequear las funciones de descenso de emergencia junto con el operador durante las comprobaciones diarias previas al uso.

El personal de rescate debe haber sido instruido en los procedimientos a seguir para el rescate de las personas y asistir a los cursillos de descenso de emergencia impartidos.

Dispositivos o equipos adicionales

Si se quieren incorporar dispositivos o equipos adicionales a una PEMP, se necesitará una evaluación de riesgos al caso antes de introducir tales cambios. Se necesitará disponer de todos los detalles técnicos relevantes de la PEMP y de los dispositivos adicionales que se quieran incorporar. La evaluación de riesgos deberá demostrar que el cambio propuesto protege frente a los peligros de aplastamiento detectados y que, al menos, no:

- Se agraven las posibles consecuencias de los accidentes de aplastamiento
- Se originen riesgos nuevos o adicionales peores que los peligros de aplastamiento que desean evitarse (teniendo en cuenta todas las formas en que se usará la PEMP, incluidas las áreas donde no hay peligro de aplastamiento).

- Se menos cabe:
 - el funcionamiento de los mandos ni los movimientos de la PEMP
 - las prestaciones y la fiabilidad de los sistemas de control.
 - la fiabilidad de los componentes.
- Se causen problemas ergonómicos para el operador de la PEMP u otras personas que se hallen en la plataforma.
 - Se causen distracciones del operador que puedan afectar al uso seguro de la PEMP.
 - Sirva de fomento de malas prácticas que puedan afectar al uso seguro de la PEMP.
 - Se obstruya el acceso a los mandos de la plataforma, sobre todo en caso de emergencia.
 - Se impida hacer uso de la PEMP en aplicaciones que se sabe que son seguras.

Otras normas a tener en cuenta durante la utilización de PEMP son:

- No sobrecargar la plataforma de trabajo. Es habitual ver las plataformas de trabajo cargadas con uno o dos operarios, además de un recipiente con materiales y/o herramientas; en estos casos se debe tener en cuenta la masa global que está soportando la plataforma. Según el Real Decreto 1215/1997 Anexo II.1.8, *“Los equipos de trabajo no deberán someterse a sobre cargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas que puedan poner en peligro la seguridad del trabajador que los utiliza o la de terceros”*.
 - Salvo que expresamente lo indique el fabricante, no se debe utilizar la plataforma como si de una grúa se tratase para la elevación de cargas suspendidas.
 - No sujetar la plataforma ni al operario de la misma a estructuras fijas; existe la falsa creencia de evitar el riesgo de caída, en caso de vuelco de la plataforma, anclándose a estructuras fuera de la plataforma. Ello puede llevar aparejado el incumplimiento de las normas de uso del fabricante y la aparición de nuevos riesgos difíciles de evaluar. Se recomienda anclarse a un punto seguro de la plataforma diseñado al efecto.
 - Los operarios que se encuentren en la plataforma deben permanecer con los pies apoyados en la misma, no se debe trepar a las barandillas o listones intermedios.

- No se deben utilizar elementos auxiliares situados sobre la plataforma para ganar altura, pues existe riesgo de caída.

- Cualquier anomalía detectada por el operario debe ser comunicada inmediatamente y subsanada antes de continuar los trabajos. Según el Real Decreto 1215/1997 Anexo II.1.4, *“Los equipos de trabajo dejarán de utilizarse si se producen deterioros, averías u otras circunstancias que comprometan la seguridad de su funcionamiento”*.

- No subir o bajar de la plataforma si está elevada utilizando los dispositivos de elevación o cualquier otro sistema de acceso. Se deben seguir las normas del fabricante para el acceso a la cesta.

Prevención de accidentes por vuelco de la plataforma debido a fallos estructural

Las consecuencias de un fallo estructural son fatales, de modo que, aunque su probabilidad de materialización se baja, merece especial atención. Lo habitual en este tipo de accidente es que el fallo estructural se produzca bien, por ausencia de un mantenimiento adecuado, o bien por reparaciones erróneas o realizadas con piezas de recambio no originales y de mala calidad.

Partiendo de que el diseño es conforme, así como los materiales y el trabajo en fábrica, la mejor manera de prevenir este tipo de accidentes es verificar las uniones de la estructura y del chasis de forma regular, así como las de los elementos del sistema hidráulico, incluyendo pasadores, tornillería, etc. e identificando posibles grietas, deformaciones o zonas de oxidación.

Prevención de accidentes por vuelco de la plataforma debido al exceso de carga

Los equipos de elevación (de cargas o personas) están diseñados para una carga máxima de utilización y en principio, manteniendo el equipo de forma adecuada conforme a las indicaciones del fabricante, tenemos la seguridad de que no se producirán deformaciones, roturas o desplome si no se supera dicha carga máxima de utilización.

La Guía Técnica del INSHT indica que, cuando exista un riesgo significativo de vuelco, deformaciones, roturas o desplome, etc., debido a sobrecargas, el equipo de trabajo debería estar provisto, en función de la carga máxima de utilización o del

momento de vuelco o, en su caso, del tipo de aplicación (elevación de cargas o elevación de personas), de dispositivos tales como indicadores de carga nominal (carga máxima admisible), limitadores de carga nominal y, en su caso, limitadores de momento de vuelco. Los dispositivos indicadores proporcionan advertencia acústica y/o visual cuando se alcanzan los límites de elevación de seguridad y los dispositivos limitadores ordenan la detención del movimiento peligroso del equipo.

En este sentido, las PEMP, comercializadas conforme a las disposiciones de la Directiva 98/37/CE, sustituida por la Directiva 2006/42/CE, traspuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 1644/2008, al ser equipos de elevación de personas, independientemente de la carga máxima de utilización y del momento de vuelco, deben estar equipadas con dichos dispositivos, salvo que el fabricante pueda demostrar que no existe riesgo de sobrecarga ni de vuelco. En la norma ISO 7000:2014 se recogen los símbolos utilizados, por ejemplo, para indicar la carga máxima de utilización.

Por tanto, conociendo los límites de carga, entendiéndolos, respetándolos, considerando las indicaciones visuales o acústicas de los paneles y, muy importante, **no anulando** los limitadores, se controlará el riesgo.

Las PEMP son un ejemplo de equipo de elevación de entre los que pueden sufrir la variación de su carga nominal dependiendo del radio de giro y/o del alcance de la operación o su configuración; si no es posible disponer de un valor de la carga nominal para todas las configuraciones, se debería rebajar la capacidad del equipo aplicando un factor de reducción a indicar dicho valor mediante el correspondiente marcado. Cuando sea necesario hacer esto, sólo se debería realizar por personal competente y siempre contactando antes con el fabricante del equipo, importador o suministrador para obtener información al respecto.

Prevención de accidentes por vuelco de la plataforma debido a fallos en la estabilización

Las plataformas pueden tener o no estabilizadores, pero en cualquiera de los casos la estabilidad depende, entre otros factores, de donde colocamos estos estabilizadores. La plataforma auto-portante diseñada tiene como superficie de apoyo chapa repujada y debajo de ésta una serie de entramado de UPN de 200 y 160. Si se utilizan estabilizadores, se ha de asegurar que debajo de éstos tenemos elementos de la estructura mencionada, no solo la chapa.

Anexo 1: Riesgos, factores causales y medidas de control: Conducción al área de trabajo y salida del área de trabajo



Nota: esta tabla no implica prioridad de peligros, factores causales y medidas de control

Peligro	Factores causales típicos	Ejemplos de medidas de control
Obstáculos en el recorrido vertical de la PEMP	Los obstáculos por encima de la cabeza que pudieran aproximarse demasiado a la parte superior de la plataforma al desplazarse la PEMP podrían hacer que el operador sufra aplastamientos entre la plataforma y el obstáculo.	<p>Elija un tipo y modelo de PEMP de tamaño apropiado para el recorrido.</p> <p>De ser posible, elija un recorrido que eluda los obstáculos verticales.</p> <p>Cuide de que haya suficiente distancia libre por debajo o más allá de los obstáculos verticales, teniendo en cuenta los posibles movimientos de la plataforma durante su desplazamiento.</p> <p>No maniobre a alta velocidad cerca de obstáculos.</p> <p>En las PEMPs con mandos operables por control remoto en la plataforma, use estos en vez de pasar con espacio apurado junto al obstáculo y conserve suficiente libertad de movimiento.</p>
Asomarse sobre las barandillas de la plataforma o el panel de mando	Si el operador se asoma sobre las barandillas o el panel de mando para ver la base de la PEMP, las ruedas o las cadenas mientras conduce la PEMP, dejará de estar atento a los obstáculos por encima de su cabeza.	Las vías de tránsito de las PEMPs deben mantenerse despejadas.
Pérdida de control sobre los mandos de la plataforma	Si el operador queda atrapado contra el panel de mando de la plataforma con la PEMP en movimiento, no podrá controlar más los movimientos de la PEMP y aumentará la probabilidad de que sufra graves lesiones por aplastamiento.	<p>No se asome sobre los mandos de la plataforma mientras esté moviéndose.</p> <p>Mientras esté cambiando de lugar o trasladándose con la plataforma, evite distracciones, como p.ej. el teléfono móvil.</p> <p>No deje objetos en el panel de mando de la plataforma, ya que podrían moverse y accionar los mandos.</p> <p>No coloque en las barandillas materiales que puedan moverse y distraer al operador.</p>

Peligro	Factores causales típicos	Ejemplos de medidas de control
Condiciones de alumbrado que dificultan la visión de obstáculos verticales en el recorrido de la PEMP	Un alumbrado insuficiente o inadecuado del recorrido de la máquina en áreas con obstáculos por encima de la cabeza dificulta al operador percibir los obstáculos.	Procure una adecuada iluminación de fondo y en el punto de trabajo, según sea necesario, teniendo en cuenta el clima, la hora del día, la estación y el entorno. El alumbrado adicional debe ser diseñado conienzudamente.
Peatones y vehículos en la vía o el entorno de la PEMP	Los peatones u otros vehículos próximos a la PEMP o en su vía de paso pueden distraer al operador mientras se acerca a un obstáculo por encima suyo.	<p>Asigne vías de paso propias en la medida de lo posible.</p> <p>Debería haber una persona que, según fuera necesario, dirigiera las maniobras en las áreas con presencia de peatones.</p> <p>Los peatones deberían vestir ropa reflectante.</p>
Suelos irregulares, escalones, zanjas, etc.	La conducción sobre suelos irregulares, escalonados o con zanjas u objetos en el suelo da lugar a movimientos verticales de la plataforma de trabajo que podrían aplastar al operador contra los obstáculos que hubiera por encima suyo.	<p>Compruebe que las condiciones del suelo sean aptas para conducir la PEMP.</p> <p>Cuando conduzca PEMPs de brazo aéreo, posicione la plataforma de forma que tenga buena visión sobre las ruedas y la base de la PEMP, para poder reducir al mínimo los movimientos verticales de la plataforma.</p> <p>Conduzca a una velocidad que le permita un control total sobre la plataforma.</p>
Objetos en el suelo en el recorrido de la PEMP	Es posible que el operador se asome sobre las barandillas de la plataforma o el panel de mando para ver los objetos que hay en el suelo mientras conduce, con lo que dejará de estar atento a los obstáculos por encima suyo.	Antes de conducir al lugar, camine por el lugar de paso y retire los objetos.

Anexo 2: Riesgos, factores causales y medidas de control: Ascenso al área de trabajo y trabajo en altura



Nota: esta tabla no implica prioridad de peligros, factores causales y medidas de control

Peligro	Factores causales típicos	Ejemplos de medidas de control
Obstáculos verticales adyacentes al recorrido de la plataforma al ascender al área de trabajo en altura	<p>Uso del tipo o tamaño erróneo de PEMPs para la naturaleza del ascenso</p> <p>Los errores, las prisas por terminar el trabajo y la pérdida de concentración pueden hacer que el operador choque contra los obstáculos por encima suyo al subir, girar o trasladarse con la máquina.</p>	<p>Las PEMPs de brazo telescópico, las de brazo articulado y las de elevador vertical son idóneas para diferentes condiciones de acceso y deberá, por tanto, elegirse el tipo más apto para el lugar y los trabajos a realizar.</p> <p>Planifique y sincronice los trabajos para evitar la presencia de obstáculos innecesarios.</p>
Obstáculos verticales en el área de realización del trabajo	<p>Los objetos por encima suyo próximos a la plataforma representan un riesgo inmediato de aplastamiento al mover la plataforma mediante los mandos de elevación, giro o traslación.</p> <p>Los obstáculos por debajo de la cabeza pueden constituir un riesgo inmediato al comenzar a mover la plataforma.</p> <p>Operador moviendo la plataforma sin suficiente distancia a obstáculos antes de accionar los mandos de traslación o giro de la PEMP.</p> <p><i>[NOTA: la plataforma puede moverse rápidamente al accionar los mandos de giro y elevación del brazo principal]</i></p>	<p>Cerca de obstáculos, use los mandos básicamente en la siguiente secuencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - conducción - elevación - giro - extensión telescópica - posicionamiento exacto <p>Cuide siempre de que haya suficiente separación vertical entre el punto más alto de la plataforma y cualquier obstáculo al trasladar o elevar/girar la plataforma.</p>

Peligro	Factores causales típicos	Ejemplos de medidas de control
Suelos irregulares, escalones, zanjas, etc.	La traslación y la elevación de la PBMP sobre suelos irregulares, escalonados con zanjas abiertas u objetos en el suelo origina notables movimientos verticales de la plataforma, que podrían aplastar al operador contra los obstáculos cercanos a la plataforma por encima suyo.	Tenga y mantenga el suelo en condiciones aptas para usar la PBMP. No eleve la plataforma: <ul style="list-style-type: none"> - sobre suelos blandos - cerca de escalones - sobre pozos o alcantarillados y use placas de estabilización donde sea necesario
Inclinarse sobre o contra el panel de mando mientras se opera la PBMP	Si el operador se asoma sobre las barandillas o el panel de mando para ver la base de la PBMP, las ruedas o las cadenas mientras conduce la PBMP, dejará de estar atento a los obstáculos adyacentes y puede llevar al operador a pasar de forma muy apurada junto a obstáculos por encima suyo.	Acomarse sobre las barandillas para ver la base de la PBMP, las ruedas o las cadenas mientras se conduce la PBMP, dejar de estar atento a los obstáculos adyacentes o pasar de forma apurada junto a obstáculos verticales son malas prácticas que deberían prohibirse.
Pérdida de control sobre los mandos de la plataforma	Si el operador queda atrapado contra el panel de mando de la plataforma con la PBMP en movimiento, no podrá controlar más los movimientos de la PBMP y aumentará la probabilidad de que sufra graves lesiones por aplastamiento.	No se asome sobre los mandos de la plataforma mientras esté moviéndose. Mientras esté cambiando de lugar o trasladándose con la plataforma, evite distracciones, como p.ej. el teléfono móvil. No deje objetos en el panel de mando de la plataforma, ya que podrían moverse y accionar los mandos. No coloque en las barandillas materiales que puedan moverse y distraer al operador.
Conducir hacia adelante/atrás una PBMP de brazo aéreo girada a 90° nominales	El operador puede desorientarse respecto al sentido de movimiento esperado de la PBMP al accionar los mandos de traslación de la plataforma.	Verifique siempre el sentido de movimiento de la PBMP mediante las flechas de la base de la PBMP y los mandos de la plataforma antes de accionar el mando.
Alumbrado insuficiente/inadecuado	Alumbrado que dificulta la visión de los objetos adyacentes a la plataforma y por encima de las barandillas.	Procure una adecuada iluminación de fondo y en el punto de trabajo, según sea necesario, teniendo en cuenta el clima, la hora del día, la estación y el entorno. El alumbrado adicional debe ser diseñado concienzudamente.

Peligro	Factores causales típicos	Ejemplos de medidas de control
Peatones u otros vehículos a nivel del suelo	Necesidad del operador de asomarse sobre las barandillas para ver a los peatones u otros vehículos al trasladar la PBMP	Acordone el área de trabajo para evitar colisiones y que los peatones se mantengan a una distancia segura
Objetos en el suelo en el área de maniobra de la PBMP	Al asomarse sobre las barandillas para ver los objetos del suelo, el operador deja de estar atento a los obstáculos por encima suyo mientras eleva la plataforma o conduce la PBMP.	Antes de usar la PBMP, retire los objetos que sea necesario del área por la que va a conducir.
Error del operador al usar los mandos de la plataforma de la PBMP	Errores, prisas por terminar el trabajo y pérdida de concentración del operador, distracciones causadas por otros o el trabajo que el operador de la PBMP debe realizar	Tómese su tiempo y no se apresure innecesariamente

Procedimientos de emergencia

- ✓ Operador incapacitado.

Si el operador resulta atrapado y no puede comunicarse, debería llamarse inmediatamente a los servicios de urgencia.

- ✓ Procedimiento de rescate

El rescate de emergencia debería intentarse en la siguiente secuencia:

Si el operador pierde el control sobre la situación, p.ej. por quedar incapacitado, el personal que haya en la plataforma, el cual haya sido autorizado por la empresa y esté formado y familiarizado con la máquina como operador, podrá asumir el control de la PEMP mediante el panel de mando de la plataforma.

Si esto no es posible, una persona al nivel del suelo podrá hacer descender la PEMP, siempre que dicha persona:

- Esté familiarizada con el uso del sistema de descenso de emergencia y los mandos al nivel del suelo de la PEMP.
- Haya sido instruida en los pertinentes cursillos para emergencias y en los procedimientos a seguir en el plan de emergencias.
- Haya sido autorizada por la empresa a realizar rescates al nivel del suelo.

Descenso de la plataforma

Examine el recorrido de descenso de la plataforma y vea si hay algún obstáculo que pueda impedir que baje o con el que la plataforma pueda chocar al descender. Tenga en cuenta la posición de las plataformas de extensión que haya.

Es posible que el panel de mando al nivel del suelo no tenga la misma sensibilidad ni las características de limitación de carrera que el panel de mando de la plataforma. Use los mandos que ofrezcan el mejor control del movimiento y proceda con sumo cuidado cuando la plataforma esté próxima a algún obstáculo. En la medida de lo posible siga la secuencia: movimiento telescópico, elevación/giro, traslación.

Llave de mando al nivel del suelo

Es importante asegurarse de que las llaves permanecen en la unidad base durante el funcionamiento normal. Esto es necesario porque con los mandos a nivel de tierra se puede hacer descender la plataforma mucho más rápidamente que con los mandos de emergencia.

Anexo 2

Ficha de producto Características

ZB4BG2

cabeza selector con llave - 2 posiciones - Ø 22
- negro



Principal

Estatus comercial	Comercializado
Gama de producto	Harmony XB4
Tipo de producto o componente	Cabeza para conmutador de selección de llave
Nombre del dispositivo	ZB4
Material del bisel	<= 3 dB
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Perfil de operador	Negro conmutador de llave
Información posición operador	2 posiciones de 90°
Tipo de cierre con llave	Ronis 455
Posición de retirada de tecla	Izquierda

Complementario

Anchura global CAD	29 mm
Altura global CAD	29 mm
Fondo global CAD	72 mm
Peso del producto	0.098 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa en 55 °C, distancia: 0,1
Endurancia mecánica	1000000 ciclos
Flchas salientes	C15 para 1 contactos uso único bloques en montaje frontal C11 para <= 3 contactos uso único bloques en montaje frontal C8 para <= 4 contactos uso single and double bloques en montaje frontal C7 para <= 4 contactos uso único bloques en montaje frontal C6 para <= 5 contactos uso single and double bloques en montaje frontal C5 para <= 5 contactos uso único bloques en montaje frontal C4 para <= 6 contactos uso single and double bloques en montaje frontal C3 para <= 6 contactos uso único bloques en montaje frontal

Entorno

Tratamiento	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de trabajo	-25...70 °C
Flchas entrantes	Clase I de acuerdo con IEC 60536
Grado IP	IP69K de acuerdo con IEC 60529
Grado de protección NEMA	NEMA 4X NEMA 13
Grado IK	IK06 de acuerdo con IEC 50102
Normas	EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 UL 508 GB 14048.5 CSA C22.2 No 14

La información disponible en este documento contiene descripciones generales y/o características técnicas de los productos adjuntos.
 En razón de la evolución de las normativas y del material, las características indicadas por el texto y las imágenes no nos comprometemos hasta después de una confirmación por parte de nuestros servicios.
 Está en el deber de cada usuario o integrador de efectuar un completo y apropiado análisis de riesgos, evaluación y testeo de los productos con respecto a la aplicación específica o uso de los productos.
 Schneider Electric Industrial SAS y sus filiales comerciales se reservan todos los derechos de la información de la información aquí contenida.

21-mar-2016


**Schneider
Electric**

1

Ficha de producto
Características

ZB5AS944
cabeza seta de emergencia emergencia Ø 40 -
liberación de llave - Ø 22 - rojo



Principal

Rango de producto	Harmony XB5
Tipo de producto o componente	Cabeza para pulsador de parada de emergencia
Modelo de dispositivo	ZB5
Material del bisel	Plástico
Diámetro de montaje	22 mm
Venta por cantidad indivisible	1
Forma del cabezal de unidad de	Redondo
Tipo de operario	Acción de activación y enganche mecánico
Reset	Liberación de llave
Perfil de operador	Rojo redondo Ø 40 sin marca
Tipo de cierre con llave	Ronis 455
Posición de retirada de tecla	Centro

Complementario

Anchura global CAD	40 mm
Altura global CAD	40 mm
Fondo global CAD	79 mm
Peso del producto	0.071 kg
Resistencia a lavadoras de alta presión	7000000 Pa en 55 °C, distancia: 0,1
Endurancia mecánica	300000 cycles
Main group	E-stop
Group of product	Emergency stop key release
Maximum of contact NO or NC	4
Station name	XALD 1...5 cut-outs XALK 1...5 cut-outs
Cap/Operator or lens colour	Red
Marking	Unmarked

Entorno

Tratamiento de protección	TH
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Tipo de protección contra descargas eléctricas	Clase II de acuerdo con IEC 60536
Grado de protección IP	IP66 de acuerdo con IEC 60529
Grado de protección NEMA	NEMA 13 NEMA 4X
Grado de protección IK	IK03 de acuerdo con IEC 50102
Normas	CSA C22-2 nº 14 EN/IEC 60204-1 EN/IEC 60947-1 EN/IEC 60947-5-1 EN/IEC 60947-5-4 EN/IEC 60947-5-5 EN/ISO 13850 JIS C 4520 UL 508 GB 14048.5

La información disponible en este documento contiene descripciones y especificaciones sólo con carácter informativo de los productos adjuntos.
 En razón de la evolución de las normativas y del material, las características indicadas por el texto y los dibujos de este documento no nos comprometemos a actualizarlos tras la publicación de este documento, a excepción y limito de los productos con respecto a la aplicación específica o uso de los productos.
 Schneider Electric Industrial SAS y sus filiales comerciales se responsabilizan de la información interpretada de la información aquí contenida.

Product data sheet
 Characteristics

XS8C2A4PCM12
 inductive sensor XS8 40x40x70 - PBT - Sn40
 mm - 12..48VDC - M12



Main

Range of product	OsiSense XS
Series name	General purpose
Sensor type	Inductive proximity sensor
Device application	Mobile equipment
Sensor name	XS8
Sensor design	Form 40 x 40 x 70
Size	70 mm
Body type	Fixed
Detector flush mounting acceptance	Non flush mountable
Material	Plastic
Enclosure material	PBT
Type of output signal	Discrete
Wiring technique	3-wire
[Sn] nominal sensing distance	40 mm
Discrete output function	1 NO + 1 NC
Output circuit type	DC
Discrete output type	PNP
Electrical connection	4 pins M12 male connector
[Us] rated supply voltage	12..48 V DC with reverse polarity protection
Switching capacity in mA	<= 200 mA with overload and short-circuit protection
IP degree of protection	IP69K conforming to DIN 40050 IP65 conforming to IEC 60529 IP67 conforming to IEC 60529

Complementary

Safety level	SILCL 2 conforming to IEC 62061 PL = d conforming to EN/ISO 13849-1 SIL 2 conforming to EN/IEC 61508
Safety reliability data	DC = 75 % with appropriate safety controller SFF = 92 % PFHd = 7.4E-8 1/h MTTFd = 1546 years
Detection face	5 positions turret head
Front material	PBT
Operating zone	0...32 mm
Differential travel	3...15% of Sr
Repeat accuracy	<= 3% of Sr
Status LED	1 LED yellow for output state 1 LED green for supply on
Supply voltage limits	10...58 V DC
Switching frequency	<= 500 Hz
Voltage drop	<= 2 V at closed state
Current consumption	0...15 mA at no-load
Delay first up	<= 7.5 ms
Delay response	<= 1.4 ms

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This information is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Mar 21, 2016


Telemecanique
 Sensors

1

Product data sheet
 Characteristics

XS8C4A4PCP20
 inductive sensor XS8 40x40x117 - PBT - Sn40
 mm - 12..48VDC - terminals



Main

Range of product	OsiSense XS
Series name	General purpose
Sensor type	Inductive proximity sensor
Device application	Mobile equipment
Sensor name	XS8
Sensor design	Form 40 x 40 x 117
Size	117 mm
Body type	Fixed
Detector flush mounting acceptance	Non flush mountable
Material	Plastic
Enclosure material	PBT
Type of output signal	Discrete
Wiring technique	4-wire
[Sn] nominal sensing distance	40 mm
Discrete output function	1 NO + 1 NC
Output circuit type	DC
Discrete output type	PNP
Electrical connection	Screw-clamp terminals, clamping capacity: 4 x 1.5 mm ²
[Us] rated supply voltage	12..48 V DC with reverse polarity protection
Switching capacity in mA	<= 200 mA with overload and short-circuit protection
IP degree of protection	IP69K conforming to DIN 40050 IP65 conforming to IEC 60529 IP67 conforming to IEC 60529

Complementary

Safety level	SILCL 2 conforming to IEC 62061 PL = d conforming to EN/ISO 13849-1 SIL 2 conforming to EN/IEC 61508
Safety reliability data	DC = 75 % with appropriate safety controller SFF = 92 % PFHd = 7.4E-8 1/h MTTFd = 1546 years
Detection face	5 positions turret head
Front material	PBT
Operating zone	0...32 mm
Differential travel	3...15% of Sr
Repeat accuracy	<= 3% of Sr
Cable entry number	1 tapped entry for M20 x 1.5 cable gland
Status LED	1 LED yellow for output state 1 LED green for supply on
Supply voltage limits	10...58 V DC
Switching frequency	<= 200 Hz
Voltage drop	<= 2 V at closed state
Current consumption	0...15 mA at no-load

The information provided in this document contains general descriptions and/or technical characteristics of the performance of the products contained herein. This information is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Product data sheet
 Characteristics

XX512A2PAM8
 ultrasonic sensor cylindrical M12 - Sn 0.1 m -
 NO - M8 connector



Main

Commercial Status	Commercialised
Range of product	OsiSense XX
Sensor type	Ultrasonic sensor
Series name	General purpose
Sensor name	XX5
Sensor design	Cylindrical M12
Detection system	Diffuse
[Sn] nominal sensing distance	0.1 m fixed
Material	Plastic
Type of output signal	Discrete
Discrete output function	1 NO
Wiring technique	3-wire
Discrete output type	PNP
[Us] rated supply voltage	12...24 V DC with reverse polarity protection
Electrical connection	Male connector M8 3 pins
[Sd] sensing range	0.0064...0.102 m
Beam angle	10 °
IP degree of protection	IP67 conforming to IEC 60529

Complementary

Enclosure material	ULTEM
Front material	Epoxy
ISO thread	M12 x 1
Supply voltage limits	10...28 V DC
[Sa] assured operating distance	0.0064...0.102 m
Maximum differential travel	0.7 mm
Blind zone	0...6.4 mm
Transmission frequency	500 kHz
Repeat accuracy	0.7 %
Deviation angle from 90° of object to be detected	-10...10 °
Minimum size of detected object	Flat bar 1 mm wide Cylinder diameter 2.5 mm
Status LED	1 LED (yellow) for output state 1 LED (green) for supply on
Current consumption	25 mA
Maximum switching current	100 mA with overload and short-circuit protection
Voltage drop	< 1 V
Switching frequency	<= 125 Hz
Delay first up	20 ms
Delay response	3 ms
Delay recovery	3 ms
Marking	CE
Threaded length	38 mm
Height	12 mm

The information provided in this documentation contains general descriptions and/or technical characteristics of the products contained herein. This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications. It is the duty of any such user or integrator to perform the appropriate and complete risk analysis, evaluation and testing of the products with respect to the relevant specific application or use thereof. Neither Schneider Electric Industries SAS nor any of its affiliates or subsidiaries shall be responsible or liable for misuse of the information contained herein.

Feb 9, 2015


**Schneider
Electric**

1