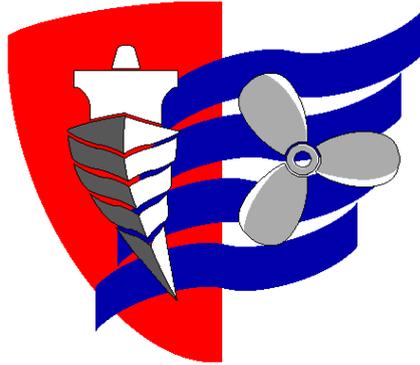


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO TÉCNICO DE ALIMENTADOR
VIBRANTE DE PISTONES A CENTRO DE
MECANIZADO**

**TECHNICAL PROJECT OF VIBRATING PISTON FEEDER
TO MACHINING CENTER**

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA MARÍTIMA

Autor: Javier González Torre

Director: Luis Miguel Muñiz González

Junio - 2023

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO TÉCNICO DE ALIMENTADOR
VIBRANTE DE PISTONES A CENTRO DE
MECANIZADO**

**TECHNICAL PROJECT OF VIBRATING PISTON FEEDER
TO MACHINING CENTER**

Para acceder al Título de Grado en
INGENIERÍA MARÍTIMA

Junio – 2023

ÍNDICE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	7
1.1. RESUMEN	7
1.2. PALABRAS CLAVE.....	7
1.3. ABSTRACT	8
1.4. KEYWORDS	8
2. MEMORIA.....	10
2.1. INTRODUCCIÓN	10
2.2. OBJETO	11
2.3. ALCANCE.....	12
2.4. PISTONES.....	12
2.5. ALIMENTADOR VIBRANTE	14
2.5.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	14
2.6. ELEVADOR DE PISTONES	27
2.6.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	28
2.7. RAMPAS.....	44
3. CÁLCULOS.....	47
3.1. MOVIMIENTO VIBRATORIO.....	47
3.1.1. Transmisibilidad	54
3.2. SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR	56
3.2.1. ESTIMACIÓN DEL PAR RESISTENTE	56
3.2.2. REDUCTOR.....	59
3.2.3. MOTOR.....	62
4. ANEXOS	66

5. PLANOS.....	92
6. PLIEGO DE CONDICIONES.....	130
6.1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	130
6.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS.....	132
6.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	134
6.4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	135
7. PRESUPUESTO	139
7.1. COSTE DE DISEÑO	139
7.2. COSTE DE MATERIALES Y ELEMENTOS.....	139
7.3. COSTES DE FABRICACIÓN Y MONTAJE.....	141
7.4. COSTE TOTAL.....	142
8. BIBLIOGRAFÍA	144

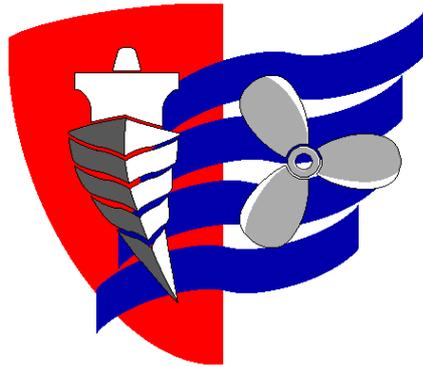
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Alimentador vibrante industrial.....	11
Ilustración 2. Los pistones.....	13
Ilustración 3. Los pistones (2)	13
Ilustración 4. Alzado y planta de los tres pistones y sus dimensiones (en mm).....	13
Ilustración 5. Alimentador vibrante.....	14
Ilustración 6. Dimensiones principales del perfil HEA 180.	15
Ilustración 7. Estructura del alimentador vibrante.....	15
Ilustración 8. Tolva de llegada de los pistones	16
Ilustración 9. Principales medidas de los perfiles HEA 120 y UPN 120.....	17
Ilustración 10. Plataforma vibrante representada en AutoCAD con los resortes y el vibrador externo	17
Ilustración 11. Primera sección de la plataforma vibrante.....	18
Ilustración 12. Segunda sección de la plataforma vibrante.....	19
Ilustración 13. Tercera sección de la plataforma.....	19
Ilustración 14. Pistón en posición horizontal.....	20
Ilustración 15. Pistón en posición vertical incorrecta.....	20
Ilustración 16. Pistón en posición vertical correcta.....	21
Ilustración 17. Vista general de la plataforma vibrante y sus partes	22
Ilustración 18. Vista frontal de los tres tipos de pistones en posición horizontal sobre los raíles y su distancia vertical sobre las guías laterales.....	22
Ilustración 19. Vista del pistón en posición horizontal siendo desviado.....	23
Ilustración 20. Vista frontal de los tres tipos de pistón en posición vertical incorrecta.	23
Ilustración 21. Llegada del pistón en posición vertical incorrecta a la tercera sección. .	24
Ilustración 22. Pistón escorándose debido a la geometría ondulada de la segunda etapa.	24
Ilustración 23. Vista frontal de los tres pistones en posición vertical correcta.....	25
Ilustración 24. Pistón apoyado sobre su base avanzando por la tercera sección.	25
Ilustración 25. Vista frontal del pistón en la tercera sección.....	26
Ilustración 26. Regulación de las medidas de altura y separación de las guías laterales.	27

Ilustración 27. Separación y altura de las guías para los pistones uno, dos y tres respectivamente	27
Ilustración 28. Elevador representado en AutoCAD	28
Ilustración 29. Estructura del elevador	28
Ilustración 30. Detalle del ángulo formado por el angular modificado de 120x120x10 a 120x84x10	29
Ilustración 31. Rueda de alveolos.	30
Ilustración 32. Disposición de los eslabones en la rueda de alveolos	30
Ilustración 33. Plano rueda de alveolos modelo.....	31
Ilustración 34. Polea de reenvío acanalada representada en AutoCAD.....	32
Ilustración 35. Disposición de los eslabones en la polea de reenvío.....	32
Ilustración 36. Eje inferior y superior respectivamente	33
Ilustración 37. Diseño del árbol de transmisión	34
Ilustración 38. Unidad cónica de fijación: Tollok (TLK 130)	34
Ilustración 39. Plano de la vista lateral del TLK 130.....	35
Ilustración 40. Cálculo del diámetro mínimo del moyú.....	36
Ilustración 41. Sección lateral de la rueda, unidad cónica y eje y medidas de DM y D... ..	37
Ilustración 42. Disposición de la unidad cónica en el eje.	38
Ilustración 43. Soporte de rodamientos modelo "TASE30-XL-N"	39
Ilustración 44. Fijación mediante anillo tensor excéntrico.....	39
Ilustración 45. Disposición del soporte de rodamientos en el elevador.	40
Ilustración 46. Angular, eslabones y arcos de cadena formando la cadena transportadora	42
Ilustración 47. Plano de la guía tipo R.....	42
Ilustración 48. Disposición de las guías en el elevador.....	43
Ilustración 49. Brazo tensor Rosta SE	43
Ilustración 50. Dispositivo tensor y la polea de teflón.....	44
Ilustración 51. Rampa de recogida de pistones hacia el elevador.....	44
Ilustración 52. Rampa de retorno de los pistones a la tolva	45
Ilustración 53. Características del resorte metálico	50
Ilustración 54. Resorte metálico modelo "V1B1134-03A" de Paulstra.	51
Ilustración 55. Características de los modelos serie MREX a 3000 r.p.m	52

Ilustración 56. Vibrador externo eléctrico modelo "MREX"	52
Ilustración 57. Gráfica en la que el eje ordenado representa la transmisibilidad y el eje de abscisas la relación de frecuencias	56
Ilustración 58. Factores de servicio.....	60
Ilustración 59. Características técnicas del reductor VF49	62
Ilustración 60. Características del motor Bonfiglioli	63
Ilustración 61. Características técnicas del brazo de reacción para el reductor VF 49... .	64

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

1.1. RESUMEN

La idea principal de este proyecto es el diseño y cálculo de una máquina alimentadora de pistones con doble función: un alimentador vibrante que entregue los pistones en la posición requerida por el centro de mecanizado; y un elevador que recoja los pistones descartados y los introduzca de nuevo al alimentador. El trabajo se centra en el diseño mediante el software AutoCAD 3D del alimentador y elevador, así como el cálculo y elección de los componentes necesarios para el funcionamiento correcto de las máquinas.

La particularidad del alimentador es su sistema de selección por posicionamiento de los pistones y la compatibilidad con tres medidas de pistones diferentes. Los métodos de descarte se realizan solo de manera mecánica, esto se efectúa aprovechando las formas geométricas de los pistones y las posiciones que pueden tomar una vez están en el alimentador.

Para llevar a cabo una correcta elaboración de la máquina, se adjuntarán todos los planos necesarios para la consecución del proyecto.

1.2. PALABRAS CLAVE

Alimentador vibrante

Pistón

Posicionamiento

Elevador

Vibración

Motorreductor

1.3. ABSTRACT

The main aim of this project is the design and calculation of a piston feeder machine with a double function: a vibrating feeder that delivers the pistons in the position required by the machining center; and an elevator that collects the discarded pistons and introduces them back into the feeder. The work focuses on the design using AutoCAD 3D software of the feeder and elevator, as well as the calculation and selection of the components necessary for the correct operation of the machines.

The special feature of the feeder is its piston positioning selection system and compatibility with three different piston sizes. The discarding methods are carried out only mechanically, taking advantage of the geometric shapes of the pistons and the positions they can take once they are in the feeder.

In order to carry out a correct elaboration of the machine, all the necessary drawings for the project will be enclosed.

1.4. KEYWORDS

Vibrating feeder

Piston

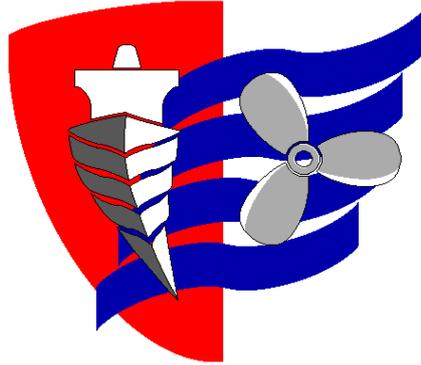
Positioning

Elevator

Vibration

Gearmotor

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



2. MEMORIA

2. MEMORIA

2.1. INTRODUCCIÓN

Los alimentadores vibrantes son máquinas que se encargan de suministrar materiales sólidos a granel (como piedras, pastillas, pequeñas piezas en cadenas de producción) transportándolos desde el extremo de alimentación hasta el extremo de su salida de la plataforma, en la que se desplazan por el efecto vibrante generado por vibradores externos eléctricos.

El principio de funcionamiento se basa en el accionamiento vibratorio que acelera una plataforma de acero y desplaza suavemente el material hacia delante. El proceso de transporte viene dado por la amplitud, la frecuencia y el nivel de vibración.

En la cadena de producción de las industrias, los alimentadores juegan un papel crucial puesto que deben mantener un flujo uniforme y sincronizado. La funcionalidad principal de las máquinas vibratorias es seleccionar, orientar y posicionar las piezas a granel.

Los alimentadores vibrantes se diseñan con el fin de reducir tiempos de producción que, directamente, se traduce en ahorrar costes. En la actualidad están establecidos de manera frecuente en diferentes sectores de la industria transportando toda clase de materiales a granel:

- Sector del reciclaje y vidrio
- Sector de la construcción, canteras y minería
- Sector químico y farmacéutico
- Sector alimentario
- Sector maderero
- Sector metalúrgico
- Sector mecánico/mecanizado



Ilustración 1. Alimentador vibrante industrial. Fuente: Losan equipos de transporte.

En el caso de este proyecto, el alimentador vibrante desplaza pistones que son entregados a un centro de mecanizado, teniendo como condición entregar las piezas en una única posición.

2.2. OBJETO

En el presente proyecto se ha seguido la norma UNE 157001 que establece los requisitos de carácter general que deben establecerse en los proyectos de ingeniería.

El objeto de este proyecto es el diseño de un alimentador vibrante cuya función sea entregar pistones a un centro de mecanizado, el cual solo permite la llegada únicamente en una posición. Por ello, se requiere diseñar un sistema de selección por posicionamiento, encargado de efectuar descarte de los pistones que se encuentren en la posición errónea y que sea compatible con los tres tipos de pistones que pueden ser entregados.

Además, se diseñará un elevador cuyo cometido sea reintroducir los pistones descartados al alimentador vibrante para que puedan iniciar de nuevo el proceso de selección.

Para llevar a cabo el proyecto se ha empleado el software de diseño para modelado 3D “AutoCAD” en el que se han trazado todas las partes y elementos contribuyentes con el funcionamiento de la máquina.

2.3. ALCANCE

En el alcance de proyecto señalaremos las partes y elementos constituyentes para la consecución del mismo:

- El diseño de un alimentador vibrante. Una máquina que sea capaz de suministrar las piezas (en nuestro caso pistones) en la posición adecuada para su llegada al centro de mecanizado. Este diseño engloba: su estructura de acero, la plataforma vibrante por la que se desplazan los pistones y son seleccionados, la tolva de llegada de éstos, la elección del tipo resortes sobre los que está sustentada respecto a los requisitos del diseño y la elección del vibrador externo que genere la fuerza impulsora.
- Diseño del elevador. Un elevador que sea capaz de volver a introducir los pistones descartados por la máquina vibrante a la tolva de descarga. Este diseño engloba: su estructura de acero, las cadenas transportadoras, ruedas y poleas de tracción, sistema tensor para las cadenas, ejes y soportes de rodamientos y el motorreductor capaz de generar el par requerido.
- Diseño de las rampas que recogen los pistones descartados reconduciéndolos al elevador y, posteriormente, los introducen a la tolva de llegada.

2.4. PISTONES

Las piezas desplazadas por el alimentador vibrante son los pistones. Se tratan de unos pistones con geometría cilíndrica hueca, pero tapados por uno de sus extremos.

Son tres las medidas de pistones con las que el alimentador es compatible.



Ilustración 2. Los pistones. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 3. Los pistones (2). Fuente: elaboración propia.

Para efectuar el diseño del sistema de selección por posicionamiento, se han medido los pistones con un calibre o pie de rey el cual nos proporcionará una medida muy precisa de las dimensiones principales.

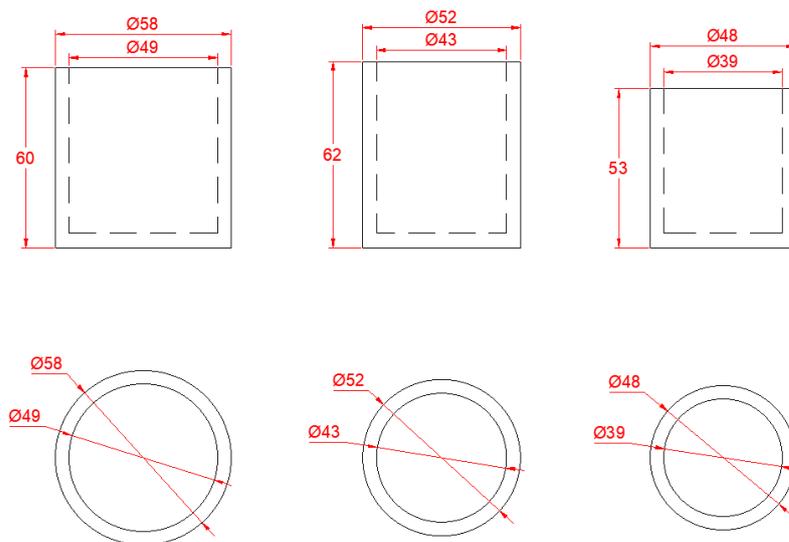


Ilustración 4. Alzado y planta de los tres pistones y sus dimensiones (en mm). Fuente: elaboración propia.

2.5. ALIMENTADOR VIBRANTE

Ha sido diseñado con la capacidad de suministrar los pistones al centro de mecanizado. Lo conforman la estructura principal, una tolva de llegada, una plataforma vibrante selectora, la cual está unida a la estructura por los resortes metálicos que facilitan la vibración, requerida para el desplazamiento, inducida por el vibrador externo eléctrico.

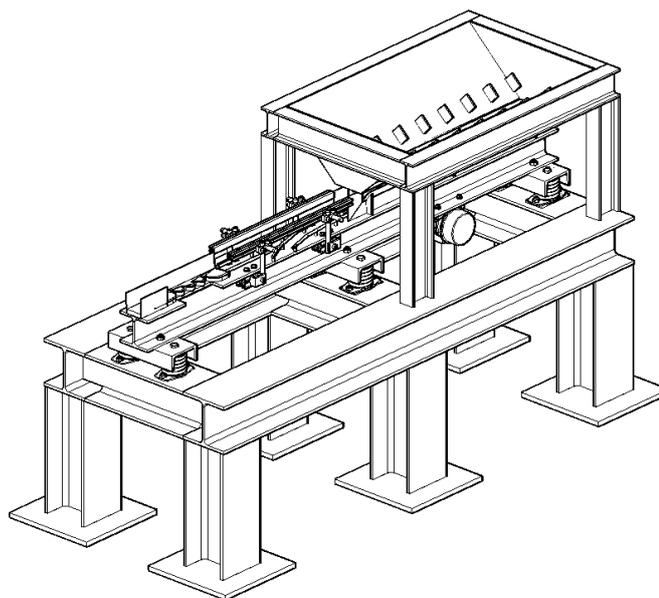


Ilustración 5. Alimentador vibrante. Fuente: elaboración propia.

2.5.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Con el fin de realizar una descripción pormenorizada del proyecto, se desarrollarán todos los elementos y partes que conforman el alimentador vibrante y el elevador.

Algunos elementos serán fabricados bajo demanda y otras se suministrarán en función de los requerimientos del proyecto.

2.5.1.1. Estructura

La estructura está construida por perfiles longitudinales de acero con la función de aportar rigidez al sistema vibrátil, manteniendo así las posiciones relativas de los componentes. Si este sistema no es lo suficiente rígido, podrían existir problemas internos de vibraciones.

Esto permite una distribución razonable de los soportes vibrátiles, especialmente en casos en los que el centro de gravedad es difuso.

- Acero

El acero ordinario es el material por excelencia para las estructuras debido a sus propiedades mecánicas y su idoneidad para su unión por soldadura.

Todos los elementos empleados en esta obra ya sean derivados de chapas, pletinas o perfiles pertenecen a la designación (regulada según la norma UNE-EN 10027-1):

S235JR

La estructura está diseñada con perfiles HEA laminados dispuestos en posición vertical, transversal y longitudinal.

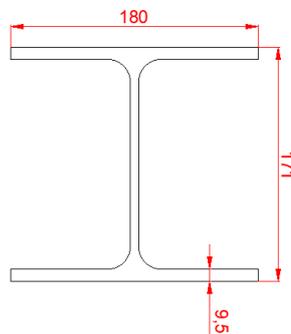


Ilustración 6. Dimensiones principales del perfil HEA 180. Fuente: Prontuario de perfiles Celsa.

La estructura cuenta con cuatro agujeros de 11 milímetros de diámetro realizados en cada perfil transversal para poder fijar, mediante tornillos, los resortes de la plataforma vibrante.

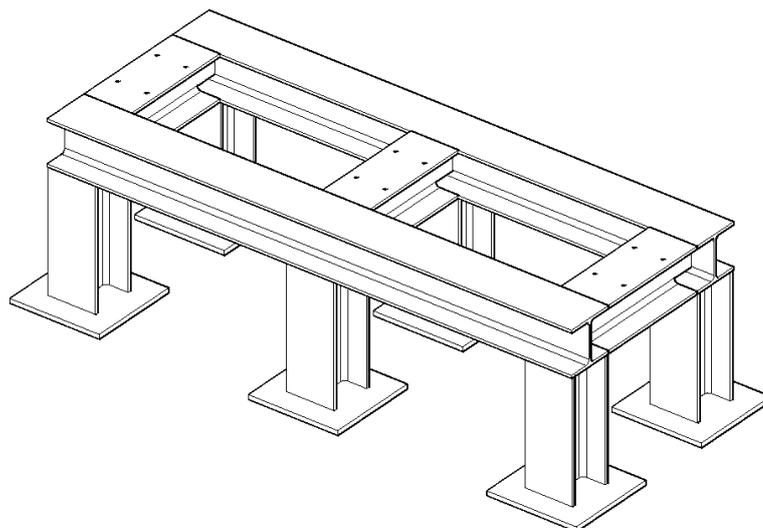


Ilustración 7. Estructura del alimentador vibrante. Fuente: elaboración propia.

2.5.1.2. Tolva

En la parte trasera de la estructura se sitúa la tolva. Los pistones son introducidos a su llegada a la tolva y su función es distribuirlos hacia la plataforma vibrante. Está formada por chapas de acero de 4 milímetros y sustentada por una estructura de perfiles IPE 100. Por uno de sus laterales se une la rampa de retorno hacia el elevador, por donde éste los devuelve para iniciar de nuevo el proceso.

Para favorecer la caída de los pistones en posición vertical a la plataforma vibrante, la tolva dispone, en su parte inferior, de unas pletinas de 4 milímetros de espesor situadas con una separación de 110 milímetros. Esta implementación es efectiva cuando los pistones ruedan a través de la tolva en posición horizontal, al impactar con estas pletinas giran favoreciendo su caída vertical. Estar distanciadas 110 milímetros facilita su paso y no produce posibles obstaculizaciones de los pistones.

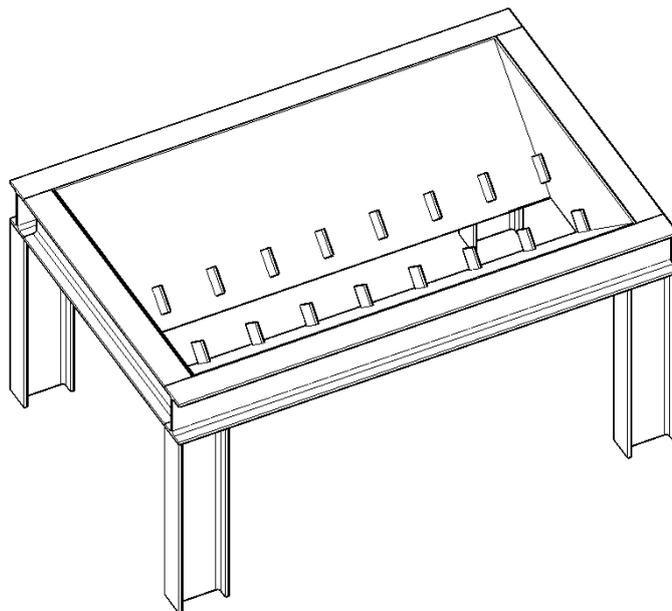


Ilustración 8. Tolva de llegada de los pistones. Fuente: elaboración propia.

2.5.1.3. Plataforma vibrante

Es el elemento vibrante por el que desplazan los pistones inducidos por el movimiento vibratorio. Se obtiene de un perfil HEA 120 de 2000 milímetros de longitud. La plataforma está sustentada por 6 resortes metálicos divididos en parejas de dos. Cada pareja de resortes está atornillada a la estructura de acero por

su parte inferior y a un perfil UPN 120 de 280 milímetros de longitud por su parte superior.

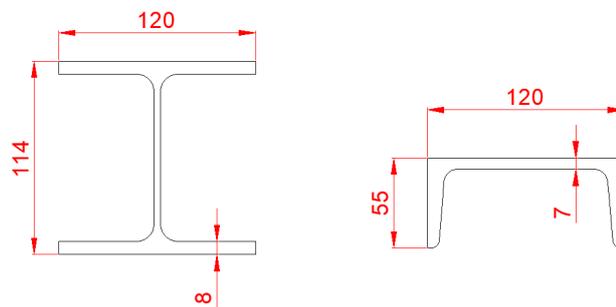


Ilustración 9. Principales medidas de los perfiles HEA 120 y UPN 120. Fuente: Prontuario de perfiles Celsa.

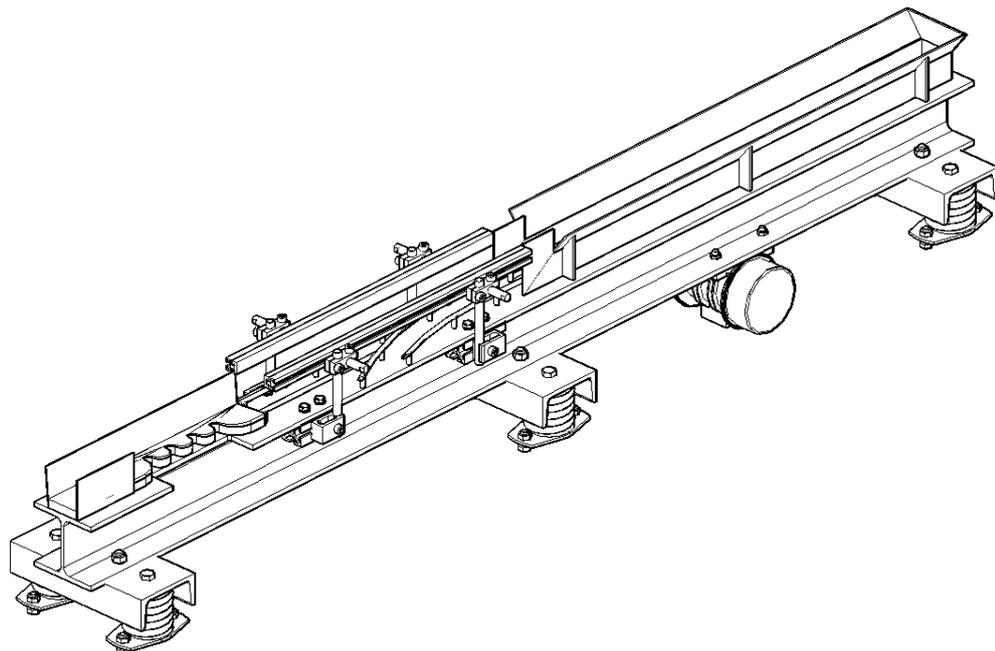


Ilustración 10. Plataforma vibrante representada en AutoCAD con los resortes y el vibrador externo. Fuente: elaboración propia.

La plataforma tiene una pequeña inclinación hacia el extremo de salida para favorecer el desplazamiento de los pistones. Esta pequeña inclinación se consigue colocando unas pletinas de 8 mm y 5 mm entre la base de los resortes metálicos y la estructura del alimentador, solo en los resortes del extremo inicial y los del centro de la plataforma.

De igual manera, el vibrador externo eléctrico se sitúa en una posición en la que el giro del motor (que acciona las masas desequilibradas) favorezca que la vibración se produzca en el sentido de desplazamiento de los pistones (ilustración 9).

En la plataforma vibrante se distinguen tres secciones:

- Primera sección. En esta primera sección se sitúa una pequeña estructura en forma de prisma rectangular hueco, construida con chapa de 2 milímetros de espesor, que funciona como receptor de los pistones desde la tolva de llegada. Para asegurar que los pistones caigan a la plataforma, en la parte superior de las chapas se sitúa una tolvilla. En la parte interior hay dos redondos de acero de 6 milímetros de diámetro, separados 30 milímetros que ejercen la función de raíles y son sobre los que se apoyan los pistones.

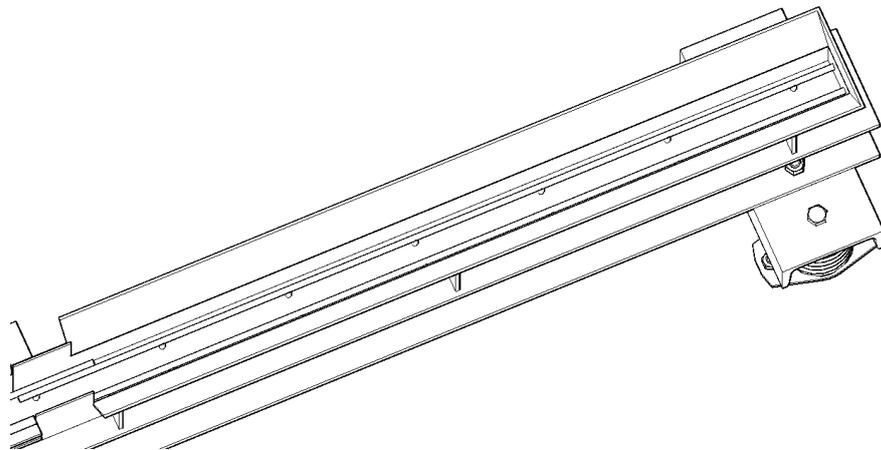


Ilustración 11. Primera sección de la plataforma vibrante. Fuente: elaboración propia.

- Segunda sección. En esta segunda sección se encuentran las guías laterales y los raíles.

Las guías laterales del fabricante “MK Technology Group” se disponen una a cada lado, mediante su unión atornillada a la plataforma, impidiendo la desviación lateral de los pistones situados en posición vertical. Éstos se apoyan en los raíles de acero de 6 milímetros de diámetro separados 44 milímetros.

A mitad del recorrido hay una ligera desviación de los raíles que es la que hace efectivo el descarte de los pistones que se encuentren en posición horizontal.

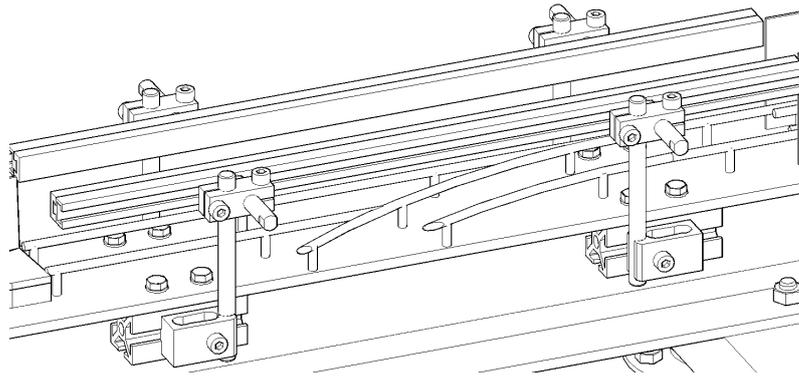


Ilustración 12. Segunda sección de la plataforma vibrante. Fuente: elaboración propia.

- **Tercera sección.** En la última sección de la plataforma se sitúa la pieza encargada de descartar los pistones dependiendo de su posición vertical. Esta pieza se compone de una chapa de protección de 3 milímetros de espesor y de una base con forma ondulada que hace posible el descarte. La base tiene una leve inclinación hacia la chapa de protección que facilita que los pistones que van situados en la posición correcta no se caigan, pero también que los que van en posición de descarte puedan caerse. Esta inclinación es de 5°. Para que los pistones puedan caer sin complicaciones, la plataforma tiene un aligeramiento en la zona ondulada.

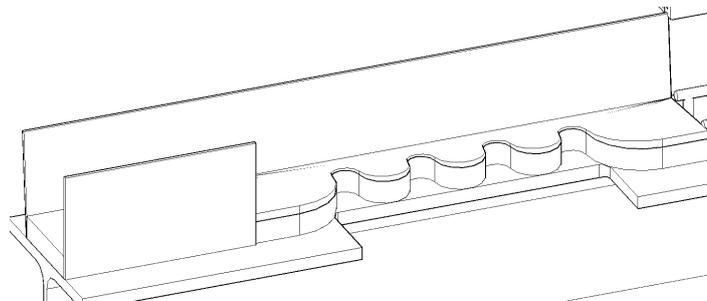


Ilustración 13. Tercera sección de la plataforma. Fuente: elaboración propia.

2.5.1.4. Sistema de selección por posicionamiento

Para lograr el posicionamiento correcto de los pistones, se ha diseñado un sistema mediante el cual, aprovechando la forma y geometría de los pistones, solo acaben el recorrido aquellos que van en la posición exigida por el centro de mecanizado.

El elemento seleccionador tiene doble función. Por un lado, sirve de alimentador, entregando los pistones que se desplacen de la manera deseada y, por otro lado, rechaza los que se desplacen posicionados de manera errónea.

Asimismo, el sistema es compatible con tres tipos de pistones. Para que sea efectivo, las guías laterales pueden ser reguladas su altura y su separación.

Para explicar el proceso de selección, se nombrarán las tres posibles posiciones en las que pueden caer los pistones y a cada una se le designará un nombre.

Los pistones tienen forma cilíndrica por lo que las posiciones que puede adoptar una vez que lleguen a la plataforma vibrante son tres:

1. Apoyado sobre su generatriz (a esta posición la denominaremos “posición horizontal”).

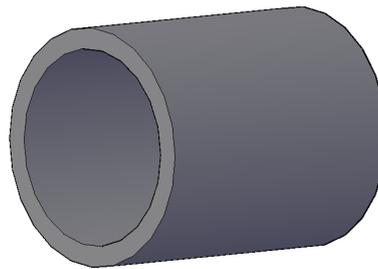


Ilustración 14. Pistón en posición horizontal. Fuente: elaboración propia.

2. Apoyado sobre la falda (a esta posición la denominaremos “posición vertical incorrecta”).

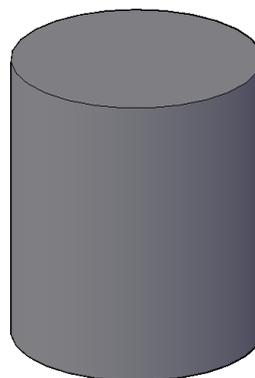


Ilustración 15. Pistón en posición vertical incorrecta. Fuente: elaboración propia.

3. Apoyado sobre su base (a esta posición la denominaremos “posición vertical correcta”). **Esta es la posición en la que se debe entregar el pistón al centro de mecanizado.**

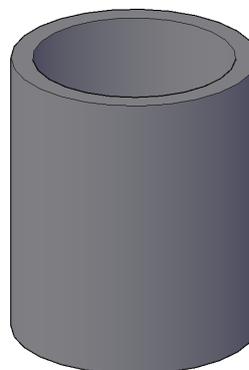


Ilustración 16. Pistón en posición vertical correcta. Fuente: elaboración propia.

El recorrido que efectúan los pistones es el siguiente: se introducen en la tolva de llegada donde, debido a la disposición de las pletinas, pueden posicionarse en vertical u horizontal. Al finalizar el recorrido en la tolva caen a través de esta a la primera sección de la plataforma vibrante. Aquí los pistones van cayendo y posicionándose sobre los raíles. Al estar produciéndose el movimiento vibratorio, se van desplazando hacia el extremo de salida. Una vez que abandonan la primera sección, se adentran en la segunda sección donde, apoyados en los raíles y ayudados por las guías, continúan desplazándose dependiendo de la posición vertical u horizontal. Si el pistón se encuentra en posición horizontal será conducido hacia un lateral expulsándolo de la plataforma y, por el contrario, si su posición es vertical seguirá su curso. Los pistones que sólo se encuentren en posición vertical serán los que llegarán a la tercera sección, donde una pieza con geometría ondulada se encargará de expulsar a los pistones que vayan boca abajo y dejar pasar a los que se encuentren apoyados sobre su base.

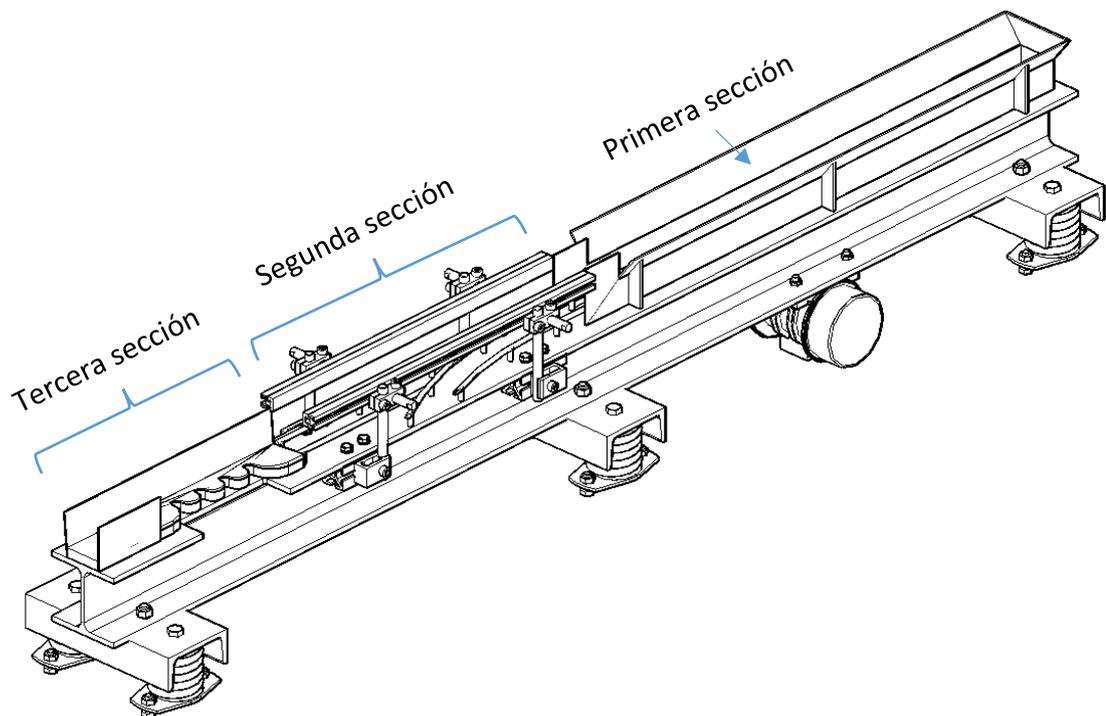


Ilustración 17. Vista general de la plataforma vibrante y sus partes. Fuente: elaboración propia.

1. *Posición horizontal:* si se da esta situación, los pistones se desplazarán conducidos únicamente por los raíles y serán estos mismos los encargados de efectuar el rechazo. Estos raíles hacen una pequeña curvatura en la mitad del recorrido redirigiendo fuera de la plataforma vibrante los pistones que avancen en esta posición. Al desplazarse a través de la curva, los pistones pasan por debajo de las guías laterales, por lo que éstas no afectan a su avance.

En la siguiente ilustración se pueden observar las distancias de los tres tipos de pistones con las guías laterales.

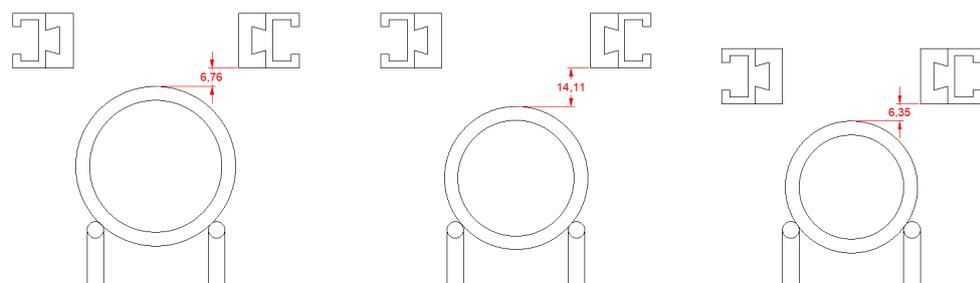


Ilustración 18. Vista frontal de los tres tipos de pistones en posición horizontal sobre los raíles y su distancia vertical sobre las guías laterales. Fuente: elaboración propia.

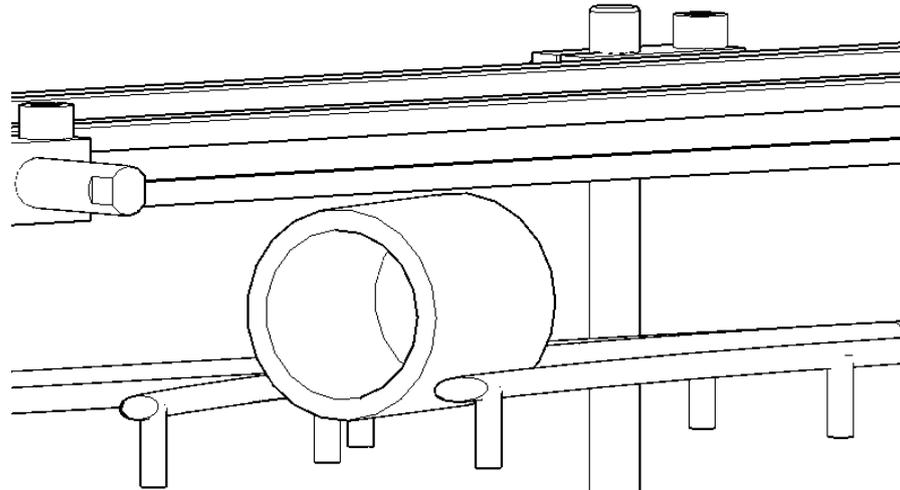


Ilustración 19. Vista del pistón en posición horizontal siendo desviado. Fuente: elaboración propia.

2. *Posición vertical incorrecta:* en esta ocasión el pistón quedará en posición vertical, pero “boca abajo”. El pistón seguirá su recorrido sobre los raíles ayudado lateralmente por las guías superando la segunda sección.

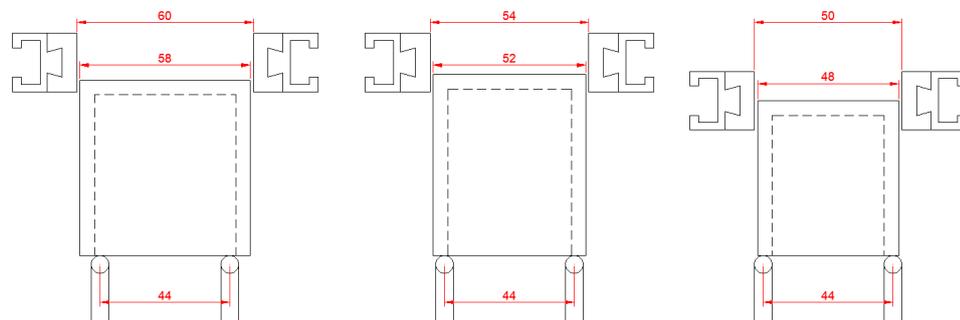


Ilustración 20. Vista frontal de los tres tipos de pistón en posición vertical incorrecta. Fuente: elaboración propia.

Cuando los raíles se desvían, los pistones en posición vertical seguirán avanzando ya que, si bien no se puede apoyar en el raíl izquierdo, se apoya en el raíl que se cruza hasta que comiencen de nuevo los raíles en paralelo.

En la siguiente etapa el descarte se hace efectivo debido al centro de gravedad de la pieza. Pasa por una zona de superficie lisa, pero con una forma geométrica ondulada que hace que minimice el contacto de apoyo con el

pistón por lo que uniendo estos dos factores origina que se escoré y caiga fuera de la plataforma.

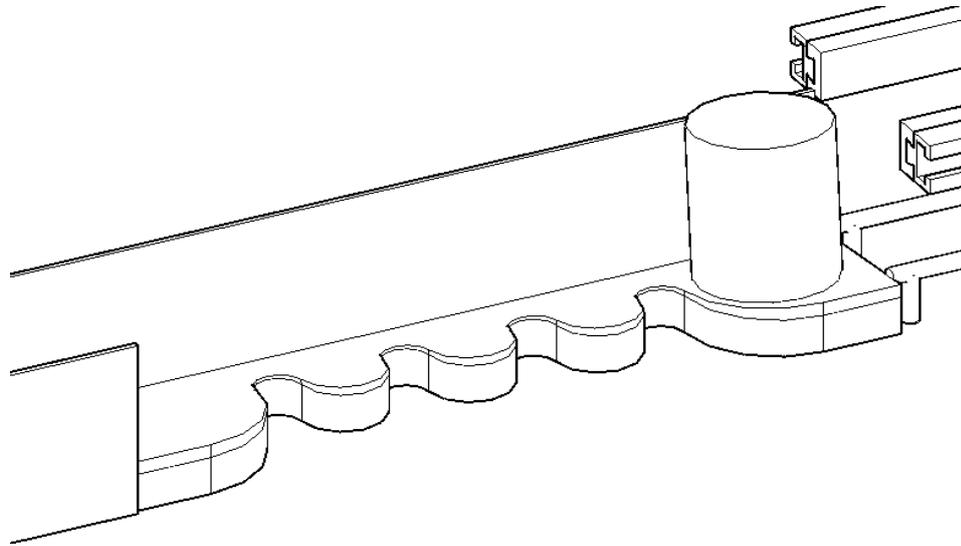


Ilustración 21. Llegada del pistón en posición vertical incorrecta a la tercera sección. Fuente: elaboración propia.

Se aprovecha la falda del pistón, ya que es la zona hueca, para que a medida que vaya avanzando sobre esta pieza, pierda el contacto produciendo su caída.

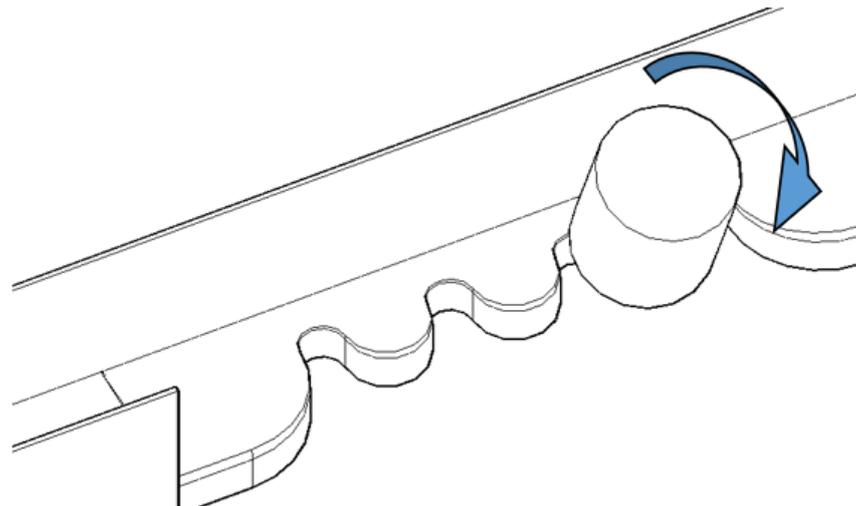


Ilustración 22. Pistón escorándose debido a la geometría ondulada de la segunda etapa. Fuente: elaboración propia

El pistón es enviado fuera de la plataforma vibrante para ser recogido hacia el elevador.

3. *Posición vertical correcta:* es la manera correcta en la cual tiene que posicionarse la pieza para que complete el recorrido y sea enviado al centro de mecanizado. Al igual que en la anterior situación, avanza apoyado en los raíles y conducido por las guías laterales hasta la tercera sección.

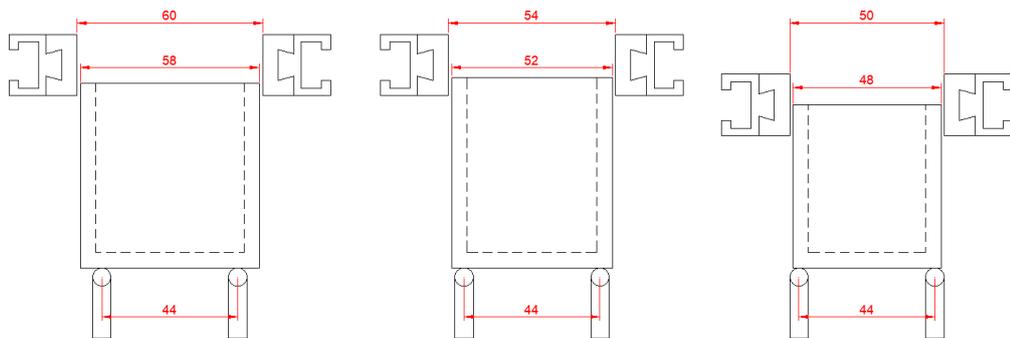


Ilustración 23. Vista frontal de los tres pistones en posición vertical correcta.

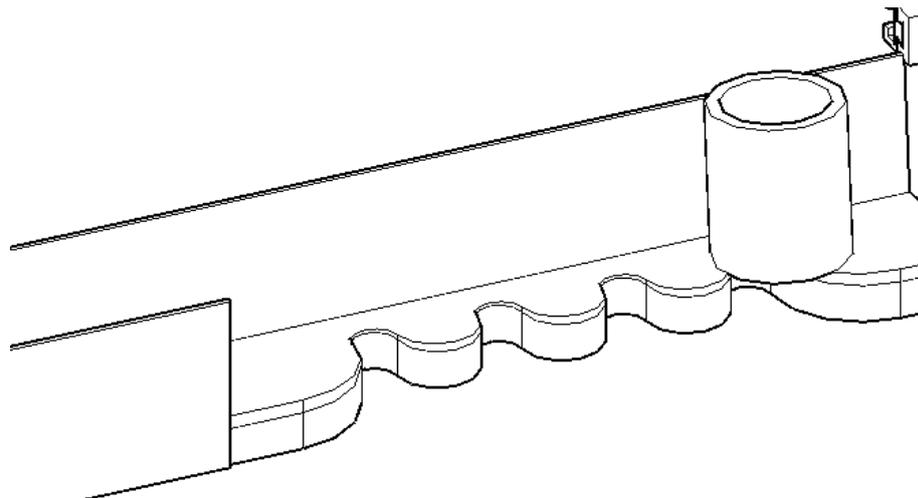


Ilustración 24. Pistón apoyado sobre su base avanzando por la tercera sección. Fuente: elaboración propia.

Para que el desplazamiento sea continuo y no exista el peligro de la desviación y la posterior caída del pistón, se le ha dado a la pieza ondulada una pequeña inclinación de 5° hacia la chapa que sirve de apoyo y guía.

Esta inclinación no afecta a que los pistones que se desplacen en “posición vertical incorrecta” sean descartados, puesto que el contacto sigue siendo mínimo y el momento que genera su centro de gravedad sobre su apoyo es superior al que le mantiene en vertical.

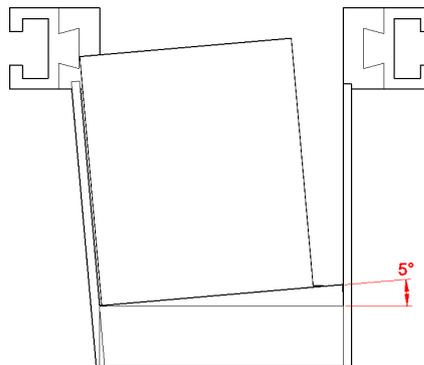


Ilustración 25. Vista frontal del pistón en la tercera sección. Fuente: elaboración propia.

- Compatibilidad con tres tipos de pistones

El centro de mecanizado tiene la posibilidad de recibir pistones de diferentes tipos de medidas, en este caso de tres dimensiones diferentes.

Para llevar a cabo el diseño, se ha realizado el dimensionamiento de algunos elementos de la plataforma vibrante de modo que queden fijas y que sean compatibles con las dimensiones de los tres tipos de pistones. Estos elementos son:

- Los raíles sobre los que se apoyan (en la primera y segunda sección).
- La pieza de geometría ondulada selectora de la posición vertical correcta.
- La tolva de llegada y la primera sección de la plataforma vibrante.

[Los elementos recién mencionados irán fijos y no será posible modificar su posición].

Los elementos que pueden modificar su posición relativa en el recorrido que realizan los pistones son las guías laterales. Se han seleccionado unas guías prefabricadas con el fin de que se puedan ajustar dependiendo del pistón que se quiera entregar al centro de mecanizado. Estas guías se soportan a la plataforma mediante un sistema de apriete por unos tornillos de M8 (DIN 912) a unos vástagos. Aflojando los tornillos se pueden modificar la altura y la separación de

las guías (ilustración 26), ajustándolas a las medidas requeridas por el pistón que quiera ser entregado.

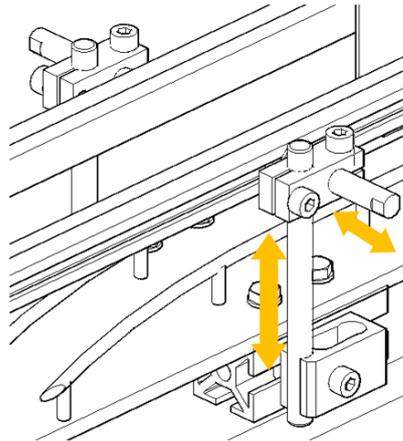


Ilustración 26. Regulación de las medidas de altura y separación de las guías laterales. Fuente: elaboración propia.

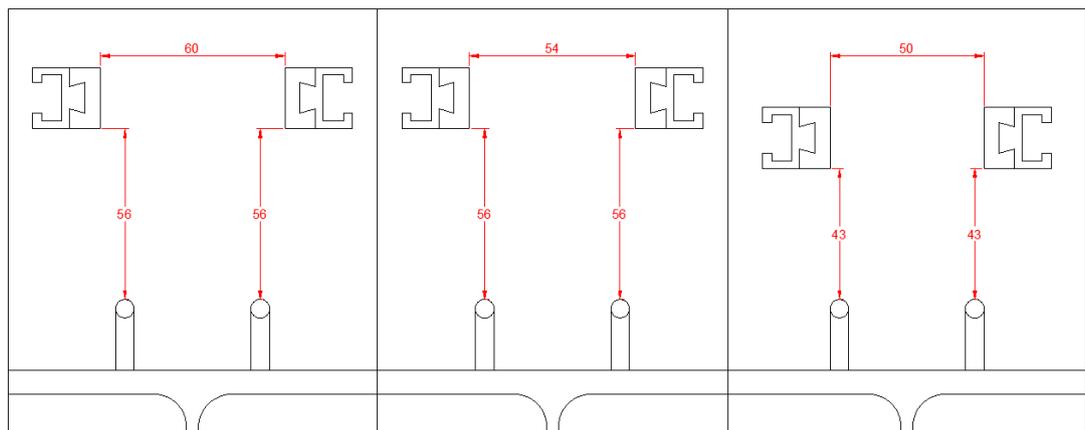


Ilustración 27. Separación y altura de las guías para los pistones uno, dos y tres respectivamente. Fuente: elaboración propia.

2.6. ELEVADOR DE PISTONES

Los pistones que sean descartados son reconducidos a través de las rampas al elevador. Este se encarga de transportarlos a la parte superior de la tolva de llegada e introducirlos de nuevo en ella para completar el ciclo de selección.

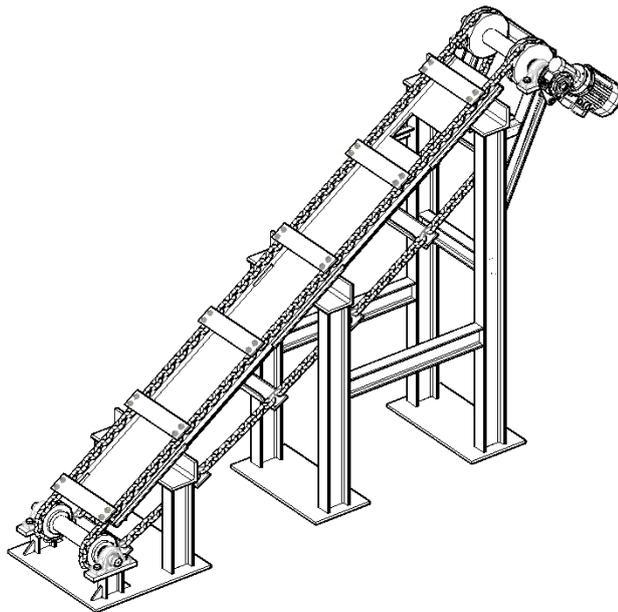


Ilustración 28. Elevador representado en AutoCAD. Fuente: elaboración propia.

2.6.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

A continuación, se describirán todos los elementos constructivos que conforman el elevador y contribuyen al funcionamiento de éste.

2.6.1.1. Estructura

Está diseñada con perfiles IPE 100 como soporte principal de una plataforma de chapa de 8 milímetros de espesor.

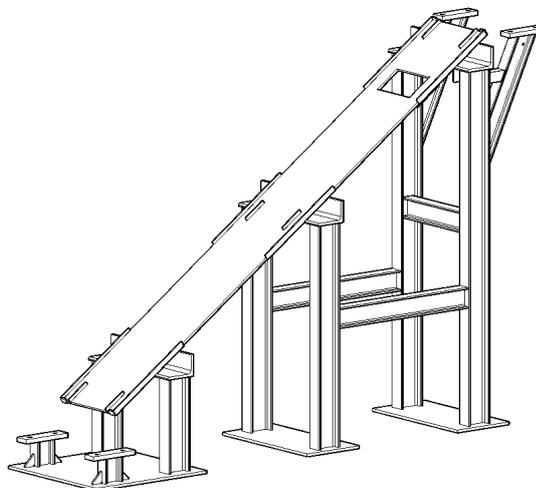


Ilustración 29. Estructura del elevador. Fuente: elaboración propia.

La plataforma, que es por la que se desplazan los pistones, está apoyada sobre unos angulares de 120x120x10, pero con una de las alas modificadas. Esta modificación produce que el ángulo que forma la plataforma con la horizontal del suelo sea de 35°.

Al final de la plataforma se puede observar el aligeramiento por donde retornan los pistones a la tolva de llegada.

En la parte superior e inferior se encuentran las bases para los soportes de rodamientos del sistema de tracción.

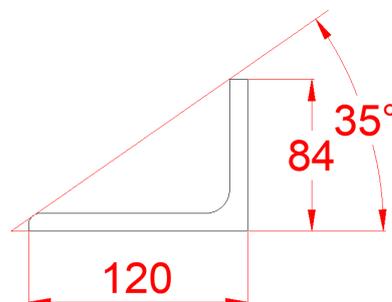


Ilustración 30. Detalle del ángulo formado por el angular modificado de 120x120x10 a 120x84x10. Fuente: elaboración propia.

Al igual que la estructura del alimentador, el material empleado para la construcción es el acero con designación S235JR (UNE EN-10027:1).

2.6.1.2. Ruedas y poleas

- **Rueda de alveolos**

En la parte superior del elevador se sitúan las dos ruedas de transmisión, encargadas de transformar el movimiento rotativo en movimiento lineal en las cadenas.

Ambas ruedas están ajustadas al eje a través de la unidad cónica de fijación (TOLLOK) y el eje, apoyado sobre dos soportes de rodamientos, es accionado por el motorreductor.

Se ha optado por ruedas de alveolos, comúnmente utilizadas en sistemas de tracción.

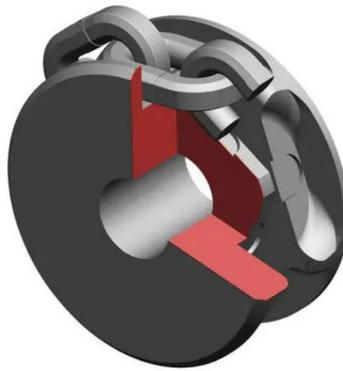


Ilustración 31. Rueda de alveolos. Fuente: Rodavigo S.A.

El modelo de la rueda seleccionada es “TR 10/7-35”, compatible con la cadena normalizada (DIN 764) de paso (t) 35mm y diámetro (d) 10mm.

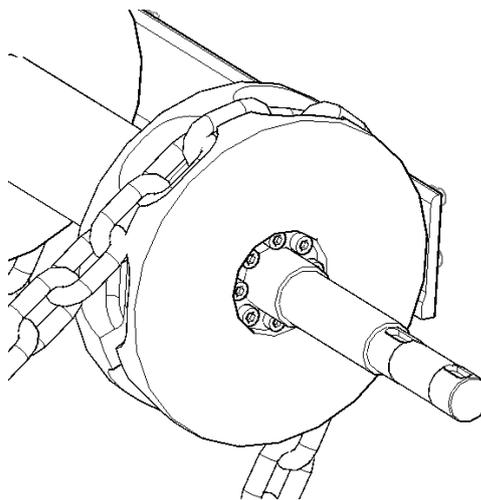


Ilustración 32. Disposición de los eslabones en la rueda de alveolos. Fuente: elaboración propia.

Número de dientes	Paso del diámetro de la rueda	Diámetro exterior	Ancho de la rueda	Cubo	Cubo	Peso
z	Dt	Da	B	D	L	
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ud.]
7	157	184	60	118	70	10

Dimensiones principales de la rueda de alveolos TR 10/7-35. Fuente: Catálogo Rodavigo S.A.

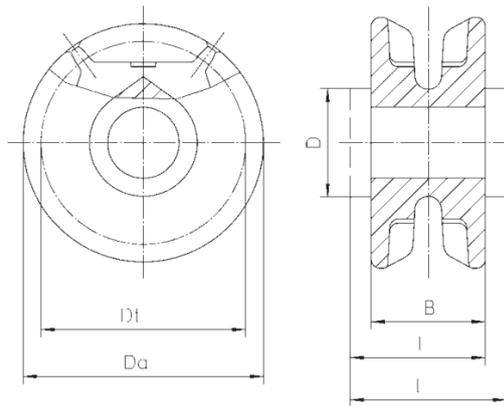


Ilustración 33. Plano rueda de alveolos modelo. Fuente: Catálogo Rodavigo S.A.

Se suministran en fundición gris GG-25 (DIN 1691) con buena relación entre las características mecánicas y la facilidad de mecanizado.

En nuestro caso, debido a los requerimientos mínimos del diámetro del cubo y la tolerancia que exige la unidad cónica de fijación, al fabricante se le encargan:

2 ruedas de alveolos TR 10/7-35 GG-25,

para cadena 10 x 35 [mm]

número de dientes $z = 7$

Perforación de cubo = 60 H8 [mm]

- **Polea de reenvío acanalada**

En la parte de inferior del sistema elevador se sitúan las dos poleas de reenvío de las cadenas. Al no tener transmisión, giran de manera libre accionadas por las propias cadenas. Al igual que en la parte superior del sistema de tracción, las dos poleas de reenvío son sustentadas por el eje inferior y éste por soportes de rodamientos.

Ambas se fabrican bajo demanda, obtenidas de un redondo macizo de fundición gris GG-25 (DIN 1691) y su posterior mecanizado.

El material de fabricación ha sido escogido en función de dos factores: el mismo material que las ruedas de alveolos; y por sus propiedades (buena resistencia mecánica y al desgaste) y maquinabilidad.

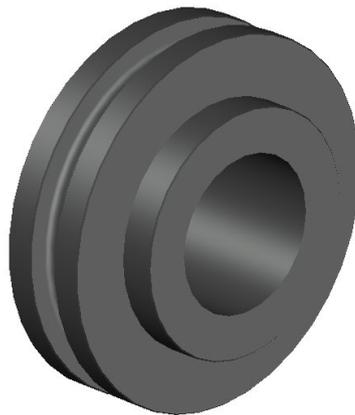


Ilustración 34. Polea de reenvío acanalada representada en AutoCAD. Fuente: elaboración propia.

La polea se caracteriza por su acanaladura en la cual se alojan las cadenas de modo que no permita su descarrilamiento.

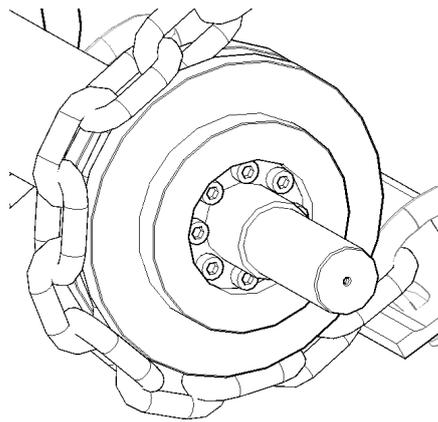


Ilustración 35. Disposición de los eslabones en la polea de reenvío. Fuente: elaboración propia.

Al igual que la rueda de alveolos, y debido a los requerimientos de la unidad cónica de fijación, el diámetro del moyú debe tener un valor mínimo y su perforación debe cumplir con la tolerancia marcada.

Dimensiones principales:

DM, diámetro del moyú = 94 mm

B, ancho de la polea = 60 mm

DP, diámetro primitivo = 150 mm

D, perforación del cubo = 60 H8 mm

2.6.1.3. Ejes

El sistema cuenta con dos ejes, uno en la parte superior y otro en la inferior. Son los encargados de transmitir el movimiento rotativo del motorreductor hacia las ruedas, y, a su vez, éstas a las cadenas para que se pueda efectuar el ciclo completo del sistema de tracción. Están sustentados por los soportes de rodamientos, sobre los que giran.

El eje superior, al llevar acoplado el motorreductor, no tiene las mismas dimensiones que el eje inferior. Como se observa en la ilustración 20, uno de los dos se completa con el mecanizado del árbol de transmisión, por donde se ajusta el motorreductor.

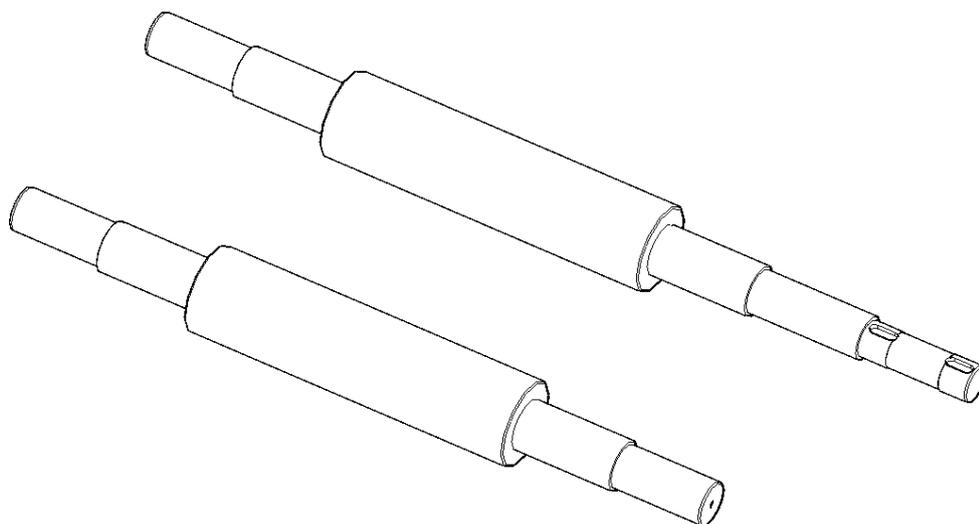
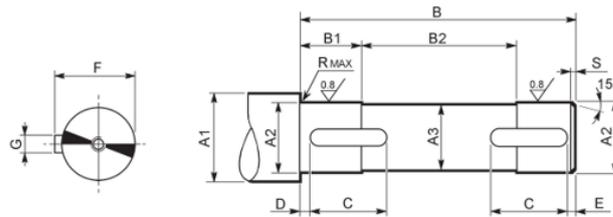


Ilustración 36. Eje inferior y superior respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Ambos ejes se mecanizan de un redondo macizo de acero inoxidable AISI 316L de 650 x \varnothing 65 mm y 550 x \varnothing 65 mm.

El fabricante nos proporciona el esquema del árbol de transmisión para la fabricación del eje que se acople al reductor:



	A1	A2	A3	B	B1	B2	C	D	E	F	G	R	S	
VF 49	≥ 30	25 f7	24	80	20.5	39	20	2	2	28	8 h9	1	1.5	8x7x20 A

Ilustración 37. Diseño del árbol de transmisión. Fuente: Catálogo Bonfiglioli serie VF-W reductores de tornillo sinfín. Ficha técnica.

2.6.1.4. Unidad cónica de fijación (TOLLOK).

Es el elemento de acople entre las ruedas y el eje. En la parte interior se introduce el eje y, por el diámetro exterior, se aloja en la rueda o polea.



Ilustración 38. Unidad cónica de fijación: Tollok (TLK 130). Fuente: Sistemas de bloqueo Tollok de Rexnord.

El sistema de bloqueo de este componente se basa en el apriete, por medio de los tornillos, que se ejerce entre dos superficies cónicas (macho-hembra) consiguiendo la presión suficiente tanto en la parte interior como en la parte exterior del tollok para que el eje y la rueda queden unidas de manera solidaria.

El modelo seleccionado es el “TLK 130” [ilustración27] de 35 x 60 mm.

Dimensiones					Solo TLK 131	Tornillos de apriete			TLK 130			
						DIN912 12.9	Par de ajuste	Par	Fuerza axial	Presiones superficiales sobre		Peso
										Eje	Cubo	
d x D mm	L1 mm	L2 mm	L3 mm	B mm	D1 mm	Nº x Tipo	M _s Nm	M _t Nm	F _{ax} KN	P _w N/mm ²	P _n N/mm ²	Kg
35 x 60	26	30	41	47	66	8 x M6	17	1270	73	213	124	0,5

Tabla 1. Dimensiones de TLK 130 35 x 60 mm. Fuente: Catálogo Sistemas de bloqueo Tollok de Rexnord.

Como se observa en la tabla anterior, el par que puede transmitir son 1270 Nm, que cumple con el par que se requiere para el accionamiento de las cadenas transportadoras (30,3 Nm).

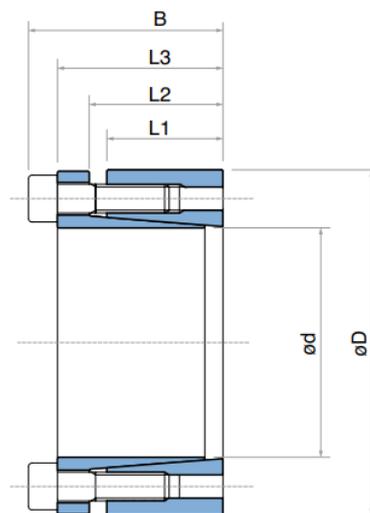


Ilustración 39. Plano de la vista lateral del TLK 130. Fuente: Catálogo Sistemas de bloqueo Tollok de Rexnord.

En total se utilizan 4 unidades de fijación: dos para las dos poleas acanaladas y dos para las dos ruedas de tracción alveolares.

- **Cálculo del diámetro mínimo del moyú (DM)**

El fabricante exige que en la rueda o polea a la que se acople su unidad de fijación, tenga un valor mínimo del diámetro de moyú (cubo). Esto se debe a los esfuerzos producidos en la unidad de fijación sobre la pared del moyú. Nos facilita una fórmula para el cálculo del diámetro mínimo (DM), obtenida del cálculo de cilindros de pared

gruesa sometidos a presiones internas. En función de la longitud y la forma del moyú se considera un factor C.

En nuestro caso al ser el ancho de la rueda (60 mm) más de 2 veces mayor que la longitud ($L_1 = 26$ mm) de la unidad de fijación, se toma $C = 0,6$. [Ilustración 29].

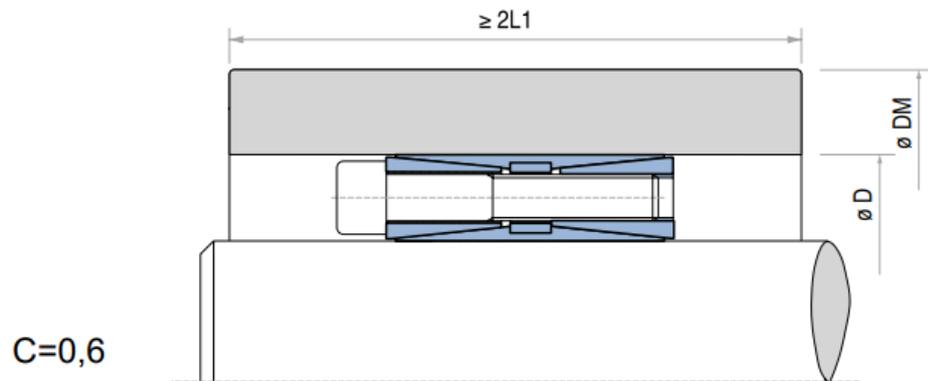


Ilustración 40. Cálculo del diámetro mínimo del moyú. Fuente: Catálogo Sistemas de bloqueo Tollok de Rexnord.

Para el cálculo del diámetro mínimo del moyú (DM) se aplica la siguiente fórmula:

$$DM \geq D \cdot K$$

donde **K** es igual a

$$K = \sqrt{\frac{\sigma_{02} + (C \cdot P_n)}{\sigma_{02} - (C \cdot P_n)}}$$

σ_{02} , Límite elástico del material del cubo (N/mm²)

P_n , Presión superficial sobre el cubo (N/mm²)

D, Diámetro exterior de la unidad cónica.

El fabricante proporciona un listado con diferentes materiales del moyú y su límite elástico. El material de las ruedas es fundición laminar o gris (GG-25) cuyo límite elástico es 180 N/mm².

La presión superficial ejercida sobre el moyú (cubo), $P_n = 124 \text{ N/mm}^2$.

El diámetro de la unidad cónica, $D = 60 \text{ mm}$.

Por lo tanto, la expresión quedará:

$$K = \sqrt{\frac{180 + (0,6 \cdot 124)}{180 - (0,6 \cdot 124)}} = 1,48$$

$$DM \geq 60 \text{ mm} \cdot 1,48 \geq \mathbf{88,8 \text{ mm}}$$

Para que se cumpla el requisito, el diámetro del moyú deberá ser **igual o superior a 88,8 mm**.

En las ruedas de alveolos el moyú tiene un diámetro de 118 mm y en las poleas de reenvío 94 mm.

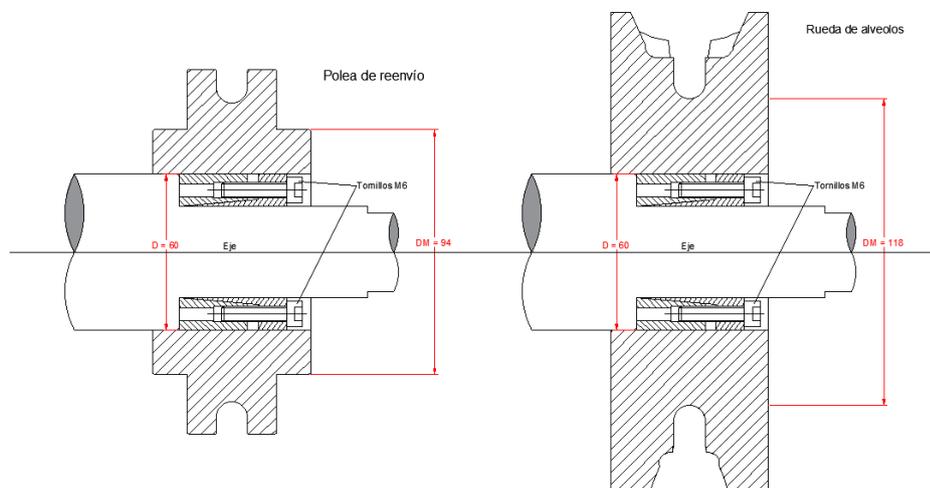


Ilustración 41. Sección lateral de la rueda, unidad cónica y el eje y las medidas de DM y D. Fuente: elaboración propia.

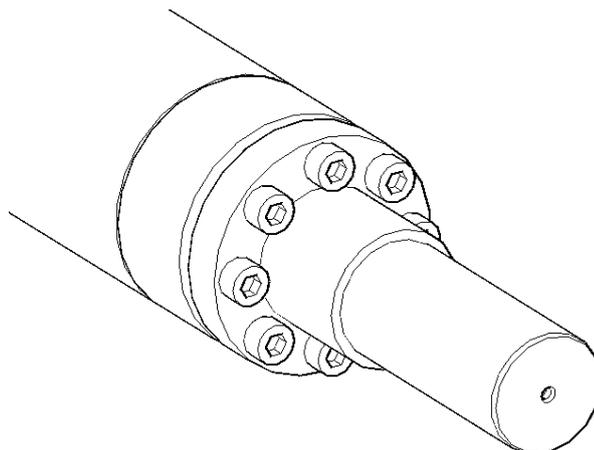


Ilustración 42. Disposición de la unidad cónica en el eje. Fuente: elaboración propia.

Se utilizarán cuatro unidades cónicas de fijación: dos para el eje inferior (una para cada polea) y dos para el eje superior (una para cada rueda).

- **Montaje**

Se deben limpiar minuciosamente las superficies en contacto con la unidad de fijación y aplicar una ligera capa de aceite sobre ellas. Cuando estén en la posición deseada se apretarán los tornillos gradualmente en cruz hasta alcanzar el par de apriete (M_s) indicado.

La posición de la unidad cónica la proporciona el propio eje: una vez se introduzca en la sección de 35 mm, se posiciona hasta que haga tope en la sección de 60 mm.

La rueda o la polea se debe introducir quedando la parte exterior de la misma 9 mm hacia fuera de la unidad cónica de fijación (ilustración 19) dejando así una separación entre ambas de 215 mm.

2.6.1.5. Soporte de rodamientos

Como sustentación de los ejes se utilizan 2 soportes de rodamientos o cojinetes que se fijan por medio de dos tornillos a la estructura del elevador. Están formados por un soporte fabricado en fundición gris y un rodamiento de bolas en el que se ajusta el eje.

Los soportes seleccionados pertenecen al fabricante *INA Schaeffler* modelo "TASE30-XL-N". El modelo del rodamiento es "GE30-XL-KTT-B".



Ilustración 43. Soporte de rodamientos modelo "TASE30-XL-N". Fuente: INA Schaeffler.

En la instalación del elevador, los ejes son introducidos a través de los soportes una vez que ya han sido alojados las ruedas (o poleas) y las unidades de fijación cónicas. El soporte se aproxima a través de la sección de 30 mm hasta topar con la sección de 35 mm.

El método empleado para la unión solidaria entre el eje y el rodamiento es la fijación con anillo tensor excéntrico. El rodamiento autoalineable "GE30-XL-KTT-B" está provisto de un anillo interior prolongado por un lado para recibir el anillo tensor. En ese lado del anillo hay una superficie mecanizada en forma de cola de milano que está dispuesta excéntricamente respecto al centro del rodamiento. El anillo tensor tiene un mecanizado excéntrico. Para fijar el rodamiento, el anillo tensor se ajusta preferiblemente en sentido de rotación respecto al eje y se asegura con un tornillo prisionero respetando el momento de apriete $M_A = 14 \text{ Nm}$.

Fijación		Características
Anillo tensor excéntrico		<ul style="list-style-type: none"> - anillo tensor con mecanizado excéntrico - fijación fácilmente desmontable - excelente unión con el eje

Ilustración 44. Fijación mediante anillo tensor excéntrico. Fuente: INA Schaeffler.

Cada soporte está fijado a la estructura por dos tornillos hexagonales DIN 933 8.8 M12x50, dos arandelas planas DIN 125 M12 y dos tuercas DIN 934 8.8 M12.

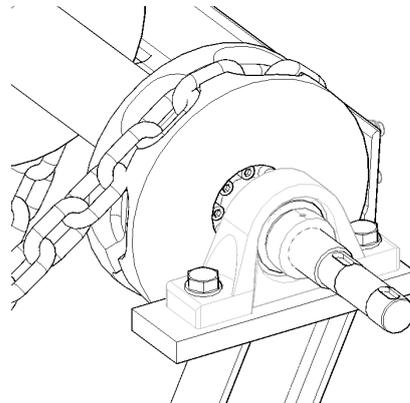


Ilustración 45. Disposición del soporte de rodamientos en el elevador. Fuente: elaboración propia.

2.6.1.7. Motorreductor

El reductor seleccionado es el modelo “VF 49 P1 100 P71 B14 B3” de Bonfiglioli.

El motor seleccionado compatible con el reductor es el modelo “BN71B 6 230/400-50 IP54” de Bonfiglioli.

2.6.1.8. Cadena transportadora.

El método empleado para desplazar los pistones a través de la plataforma elevadora son las cadenas y los angulares. Cada cadena está compuesta por tramos de once eslabones (DIN 764) unidos entre sí mediante arcos de cadena (DIN 5699), en los que se soportan los angulares de 70x70x6 modificados, que ejercen de empujadores de los pistones para ser introducidos de nuevo a la tolva de llegada. A cada lado de la plataforma del elevador se sitúa una cadena, en total se emplean:

- 26 tramos de once eslabones (13 en cada una)
- 26 arcos de cadena (13 en cada una)
- 13 angulares (cada uno de ellos está unido por sus extremos a un arco y fijado con tuercas autoblocantes de M10)

Las cadenas están sustentadas por las guías, las ruedas de alveolos, las poleas de reenvío y las poleas tensoras.

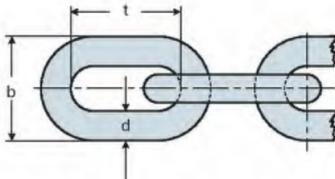
DIN 764				
				
Diámetro d	Paso t	Peso	Carga de prueba	Carga de rotura
mm	mm	kg/m	Kg	Kg
10	35	2,07	2350	4700

Tabla 2. Características de los eslabones DIN 764. Fuente: Catálogo Rodavigo S.A.

Total: 11 metros de cadena DIN 764 grado 30 diámetro 10 mm.

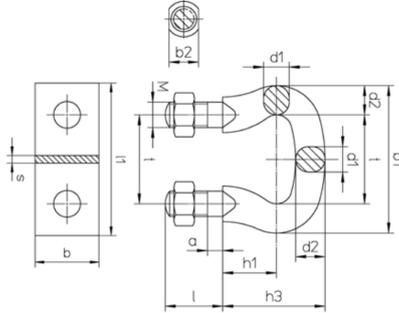
DIN 5699											
											
t	a	b1	b2	d1	d2	M	h1	h3	l	peso	Fza de rotura
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/ud.	kN
35	8	59	11	10	12	M10	12	43	25	0,14	50

Tabla 3. Características del arco de cadena DIN 5699. Fuente: Catálogo Rodavigo S.A.

Total: 26 arcos de cadena 35 DIN 5699 C45, 52 tuercas autoblocantes M10 DIN 985 y 52 arandelas planas DIN 125.

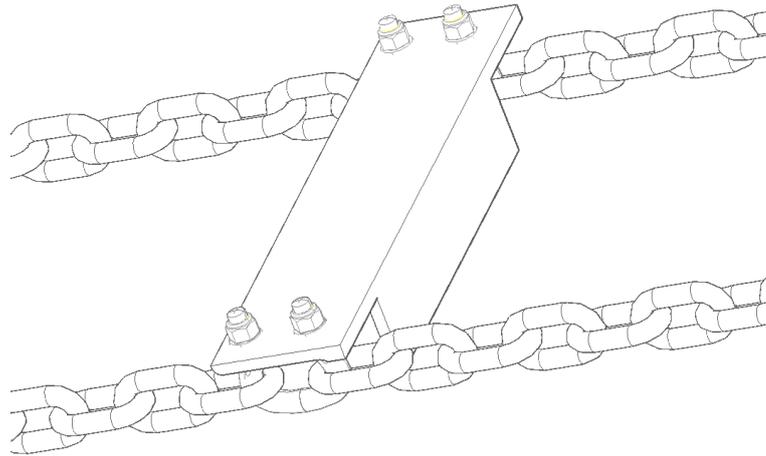


Ilustración 46. Angular, eslabones y arcos de cadena formando la cadena transportadora. Fuente: elaboración propia.

2.6.1.9. Guías de cadenas

Las guías ejercen de carril para las cadenas, manteniéndolas paralelas en el recorrido de ascenso y reduciendo su coeficiente de rozamiento. Están dispuestas en los bordes laterales y a lo largo de la superficie plana del elevador.

Las guías seleccionadas son del fabricante *Murtfeldt*, elaboradas en polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE), modelo “Tipo R” para cadena de eslabones DIN 764.



Ilustración 47. Plano de la guía tipo R. Fuente: Catálogo Murtfeldt. Ficha técnica.

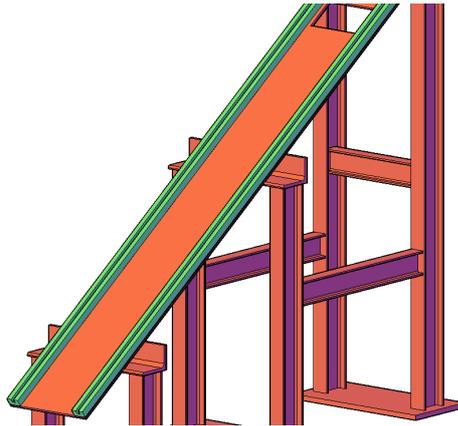


Ilustración 48. Disposición de las guías en el elevador. Fuente: elaboración propia.

2.6.1.10. Sistema tensor

El sistema tensor facilita el montaje y desmontaje de las cadenas en el elevador. Las cadenas están sobredimensionadas para que sea posible su instalación, pero una vez estén en su sitio, si no tienen la tensión suficiente, no ejercerán su labor de tracción correctamente. También tiene la capacidad de absorber cualquier vibración o choque en el accionamiento.



Ilustración 49. Brazo tensor Rosta SE. Fuente: Catálogo Rosta.

El dispositivo tensor está formado por un brazo tensor y un eje con una polea acanalada de teflón (PTFE). En la polea se introduce la cadena y se ajusta la tensión girando la rótula y dando el par de apriete al tornillo que lo fija a la estructura.

Modelo del dispositivo “ROSTA SE-18”.

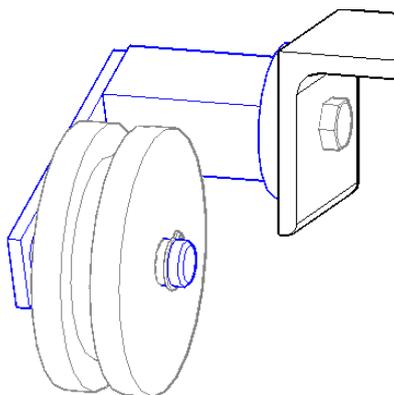


Ilustración 50. Dispositivo tensor y la polea de teflón. Fuente elaboración propia.

Se emplea una polea mecanizada de un redondo de teflón como polea de desgaste en contacto directo con la cadena.

2.7. RAMPAS

Para poder conectar el alimentador y el elevador, se diseñan unas rampas que se encarguen de recoger a los pistones descartados en la plataforma vibrante y los reconduzcan al elevador.

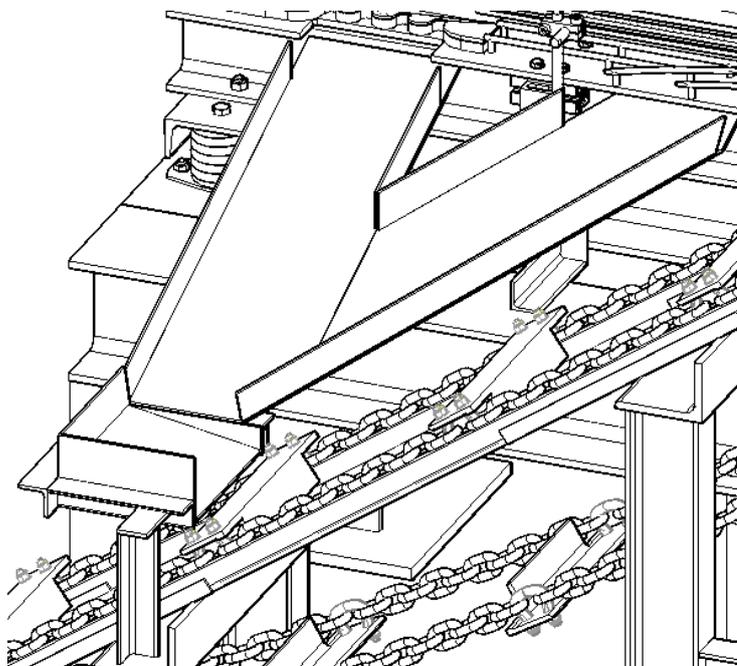


Ilustración 51. Rampa de recogida de pistones hacia el elevador. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la anterior imagen, la rampa en forma de V recoge los pistones que caen de la plataforma y los reconduce a la pequeña rampa situada encima del elevador, por donde van cayendo y siendo empujados por las cadenas hasta transportarlos a su parte superior.

Una vez asciende a la parte superior del elevador, se introducen por el aligeramiento de la plataforma en la que se sitúa otra rampa que los devuelve a la tolva de llegada (ilustración 51).

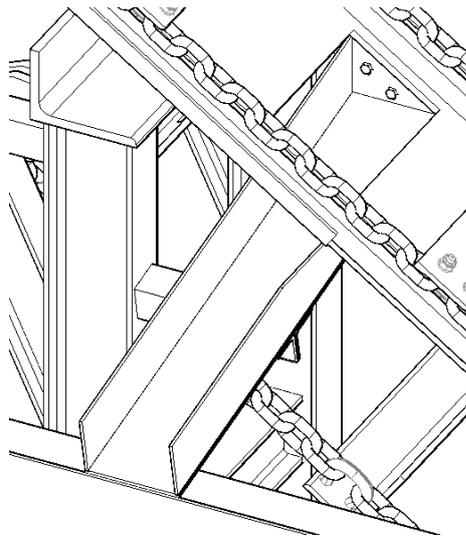
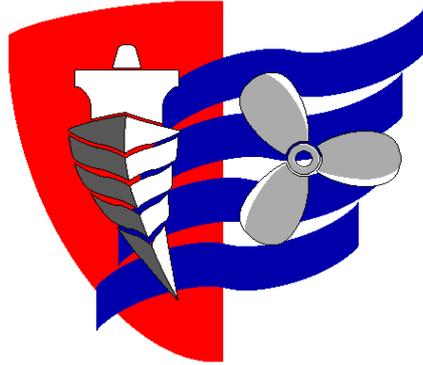


Ilustración 52. Rampa de retorno de los pistones a la tolva. Fuente: elaboración propia.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



3. CÁLCULOS

3. CÁLCULOS

El proyecto cuenta con un vibrador externo eléctrico y un motorreductor encargados de generar el movimiento vibratorio y el accionamiento de las cadenas respectivamente.

Además del vibrador, el movimiento vibratorio necesita unos resortes metálicos para que se produzca la amplitud deseada y los pistones puedan desplazarse por el alimentador.

A continuación, se desarrollarán los cálculos necesarios para su correcto funcionamiento: la elección del alimentador vibrante, los resortes y el motorreductor.

Se realizará el cálculo de la transmisibilidad de la vibración a la estructura soporte para garantizar que no se vea afectado ningún elemento adyacente.

3.1. MOVIMIENTO VIBRATORIO

Para realizar el diseño, se plantea como una vibración forzada sin amortiguamiento en el que un sistema muelle-masa (sistema con un grado de libertad) vibra en el tiempo originado por la acción de una fuerza periódica aplicada externamente. Esta fuerza se genera por la aplicación directa sobre la masa, del movimiento de piezas giratorias desequilibradas.

En una vibración forzada sin amortiguamiento sometidas a cargas dinámicas, se distinguen dos periodos: una vibración transitoria y una vibración en estado estacionario. La parte transitoria desaparece mientras que la parte estacionaria permanece en el tiempo.

La fuerza generada externamente mantenida en el tiempo es:

$$F = F_0 \sin(\bar{\omega}t)$$

donde:

$\bar{\omega}$ → frecuencia angular impulsora

F_0 → Fuerza centrífuga de la pieza giratoria

igualando a la segunda ley de newton:

$$m\ddot{x} + kx = F_0 \sin(\bar{\omega}t) \quad \text{Ec. 1}$$

Al aparecer en el lado derecho de la ecuación 1 una constante (t), diremos que se trata de una ecuación no homogénea.

La solución completa de una ecuación no homogénea tiene dos componentes: X_c (solución complementaria) y X_p (solución particular).

A efectos de cálculo, a la parte transitoria le corresponde una solución complementaria y a la parte estacionaria una solución particular.

$$x = x_c + x_p$$

Dividendo entre la masa, m:

$$\ddot{x} + \omega^2 x = \frac{F_0}{m} \sin(\bar{\omega}t) \quad \text{Ec. 2}$$

$\omega \rightarrow$ frecuencia natural del sistema

La solución complementaria corresponde a la solución de una vibración libre sin amortiguamiento:

$$x_c = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t) \quad \text{Ec. 3}$$

La solución particular sería:

$$x_p = C \sin(\bar{\omega}t) \quad \text{Ec. 4}$$

C es una constante que indica la amplitud máxima de x_p .

Derivando la ecuación 4 dos veces:

$$\ddot{x}_p = -C \bar{\omega}^2 \sin(\bar{\omega}t)$$

Y sustituyendo en la ecuación 1:

$$C = \frac{F_0}{K - m\bar{\omega}^2}$$

Por lo tanto, la expresión de x queda:

$$x = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t) + \frac{F_0}{K - m\bar{\omega}^2} \sin(\bar{\omega} t)$$

Considerando la parte estacionaria del movimiento vibratorio:

$$x_p = \frac{F_0}{K - m\bar{\omega}^2} \sin(\bar{\omega} t) \quad \text{Ec. 5}$$

Dividiendo entre la masa, m :

$$x_p = \frac{F_0/m}{K/m - \bar{\omega}^2} \sin(\bar{\omega} t)$$

$$x_p = \frac{F_0/k}{1 - (\bar{\omega}/\omega)^2} \sin(\bar{\omega} t)$$

A partir de esta expresión se puede observar que a medida que se aproximan las frecuencias naturales (ω) e impulsora ($\bar{\omega}$), la amplitud (x_p) de la vibración forzada se acerca al infinito. A este fenómeno se le conoce como resonancia y es condición que no se produzca, puesto que los efectos producidos de una amplitud muy elevada pueden ser perjudiciales para el sistema.

$$\bar{\omega}/\omega = 1 \rightarrow \text{Resonancia}$$

Una vez desarrollada la resolución de la vibración forzada sin amortiguamiento, se efectúa el cálculo de nuestro diseño.

- Masa de la viga vibrante (m)
- Amplitud de la vibración (x)
- Vibrador externo eléctrico:
 - Frecuencia angular impulsora ($\bar{\omega}$)
 - Fuerza impulsora ($F = F_0 \sin(\bar{\omega} t)$)
- Constante de elasticidad del resorte (k)
- Constante de elasticidad de todos los resortes del sistema (K)

La viga vibrante pesa 61,4 kg y una estimación de la carga máxima de los pistones: 11,5 kg. La masa del motor vibrador son 4,3 kg.

Masa total del elemento vibrante → $m = 61,4 \text{ kg} + 11,5 + 4,3 \text{ kg} = 77,2 \text{ kg}$

Los fabricantes de los resortes metálicos y el motor vibrador eléctrico nos proporcionan los siguientes datos:

Reference	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D	Ø E (mm)	Ø F (mm)	G (mm)	H (mm)	h (mm)	H1 (mm)	h1 (mm)	Tolerance / load (mm)
V1B1114	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	59	47,5	61,5	50	±2
V1B1115	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	59	47,5	61,5	50	±3
V1B1116	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	88	68	90,5	70,5	±5
V1B1134	140	100	110	M12	11	78	4	88	78	92	82	±2
V1B1135	140	100	110	M12	11	78	4	88	78	92	82	±3
V1B1136	140	100	110	M12	11	78	4	142	120	146	124	±5

OPERATING CHARACTERISTICS

• Vibrational and mechanical characteristics

- Isolation of rotating machines with a minimum speed of :

Tr/mn	Series	Axial natural frequency = fz	Radial natural frequency = fr	Axial max. force	Radial max. force	Amplification factor at resonance
1 000	V1B1114 & V1B1134	7 to 9 Hz	$fr = fz$	4 g	1,2 g	≤ 5
650	V1B1115 & V1B1135	5 to 6 Hz	$fr = fz$	2 g	1,2 g	≤ 10
450	V1B1116 & V1B1136	3 to 4 Hz	$fr = 0,7 fz$	2 g	0,5 g	≤ 10

Maximum permitted excitation at natural frequency of suspension : ± 1 mm.

• Load ranges

Part number			Reference		
without mounting plate	with mounting plate	Static load (daN)	without mounting plate	with mounting plate	Static load (daN)
V1B1114-01	V1B1114-01A	6 to 10,5	V1B1134-01	V1B1134-01A	40 to 85
V1B1114-02	V1B1114-02A	7,5 to 13,5	V1B1134-02	V1B1134-02A	65 to 125
V1B1114-03	V1B1114-03A	12 to 20	V1B1134-03	V1B1134-03A	110 to 190
V1B1114-04	V1B1114-04A	18 to 30	V1B1134-04	V1B1134-04A	175 to 270
V1B1114-05	V1B1114-05A	24 to 46	V1B1134-05	V1B1134-05A	250 to 400
V1B1114-06	V1B1114-06A	40 to 75	V1B1134-06	V1B1134-06A	360 to 560
			V1B1134-07	V1B1134-07A	540 to 730
V1B1115-01	V1B1115-01A	5 to 7	V1B1135-01	V1B1135-01A	30 to 48
V1B1115-02	V1B1115-02A	6 to 9	V1B1135-02	V1B1135-02A	48 to 80
V1B1115-03	V1B1115-03A	9 to 14	V1B1135-03	V1B1135-03A	80 to 130
V1B1115-04	V1B1115-04A	14 to 20	V1B1135-04	V1B1135-04A	130 to 200
V1B1115-05	V1B1115-05A	20 to 30	V1B1135-05	V1B1135-05A	200 to 310
V1B1115-06	V1B1115-06A	30 to 50	V1B1135-06	V1B1135-06A	310 to 400
			V1B1135-07	V1B1135-07A	420 to 560
V1B1116-01	V1B1116-01A	5 to 7	V1B1136-01	V1B1136-01A	75 to 105
V1B1116-02	V1B1116-02A	6 to 9	V1B1136-02	V1B1136-02A	95 to 130
V1B1116-03	V1B1116-03A	9 to 14	V1B1136-03	V1B1136-03A	115 to 160
V1B1116-04	V1B1116-04A	14 to 20	V1B1136-04	V1B1136-04A	160 to 230
V1B1116-05	V1B1116-05A	20 to 30	V1B1136-05	V1B1136-05A	220 to 310
V1B1116-06	V1B1116-06A	30 to 50	V1B1136-06	V1B1136-06A	300 to 415
			V1B1136-07	V1B1136-07A	410 to 550

Ilustración 53. Características del resorte metálico. Fuente: Catálogo Paulstra Industry. Ficha técnica.



Ilustración 54. Resorte metálico modelo "V1B1134-03A" de Paulstra. Fuente: Catálogo Paulstra Industry.

Para obtener la constante de rigidez (k) el fabricante nos proporciona la deflexión estática del muelle (δ) y la carga bajo la que se deforma (P) del modelo "V1B1134-03A":

$$k = \frac{P}{\delta}$$

$$\delta = H - h = 88 - 78 = 10 \text{ mm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_{min} = \frac{P}{\delta} = \frac{110 \text{ daN} \cdot 9,81 \text{ N}}{10^{-2} \text{ m}} = 107,9 \text{ kN/m}$$

$$k_{max} = \frac{P}{\delta} = \frac{190 \text{ daN} \cdot 9,81 \text{ N}}{10^{-2} \text{ m}} = 186,4 \text{ kN/m}$$

Se estima un valor medio entre ambas constantes de rigidez:

$$k = 150 \text{ kN/m (por resorte)}$$

En nuestro caso emplearemos 6 resortes en paralelo por lo que:

$$K = k \cdot n^{\circ} \text{ de resortes} = 150 \text{ kN/m} \cdot 6 = 900 \text{ kN/m}$$

Modelo	Tamaño	Fuerza centrífuga kN	Momento kg.mm	Potencia absorbida W	Consumo 400 V A	Dimensiones en mm							Peso Kg	
						A	B	M	C	D	E	F		G
3000 r.min														
MREX 3/65	00	0.63	6.43	120	0.27	197	123	86	127	30-60	106	24	9	4.3
MREX 3/100	00	1.19	12.00	180	0.35	211	153	100	125	62-74	106	24	9	5.6
MREX 3/200	01	2.07	21.00	180	0.35	235	153	100	125	62-74	106	24	9	6.4
MREX 3/300	10	2.98	30.10	260	0.60	255	179	128	152	90	125	28	13	9.7
MREX 3/500	20	4.93	49.90	450	0.80	288	203	140	167	105	140	30	13	14.8
MREX 3/700	20	7.19	72.80	450	0.80	288	203	140	167	105	140	30	13	15.1
MREX 3/800	30	7.70	78.00	650	1.10	308	216	160	205	120	170	45	17	21.0
MREX 3/1100	35	10.80	110.00	1000	1.75	435	225	162	205	120	170	54	17	23.0
MREX 3/1500	AF33	14.40	146.00	1300	2.10	375	216	145	215	100	180	47	17	25.3
MREX 3/1800	50	17.70	179.00	2000	3.30	430	246	190	230	140	190	54	17	34.0

Ilustración 55. Características de los modelos serie MREX a 3000 r.p.m. Fuente: Catálogo Urbar vibradores externos eléctricos. Ficha técnica.



Ilustración 56. Vibrador externo eléctrico modelo "MREX". Fuente: Catálogo Urbar vibradores externos eléctricos.

El fabricante del vibrador externo eléctrico nos proporciona la frecuencia angular impulsora ($\bar{\omega}$), la fuerza centrífuga (F_0) y la masa del vibrador para el modelo "MREX 3/65"

La frecuencia angular impulsora en rad/s y en hercios (Hz):

$$\bar{\omega} = 3000 \text{ rpm} \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 314,16 \text{ rad/s}$$

$$f = 3000 \text{ rpm} \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$

La fuerza centrífuga (F_0):

$$F_0 = 0,63 \text{ kN} = 630 \text{ N}$$

Con los datos obtenidos se calcula la amplitud de la vibración. Para que sea efectiva y pueda desplazar los pistones deberá estar entre 0,5 mm y 1,5 mm.

Para obtener la amplitud aplicamos la Ec. 4:

$$x_p = \frac{F_0}{K - m\bar{\omega}^2} \sin(\bar{\omega}t)$$

La amplitud máxima (A) de la vibración se produce cuando:

$$\sin(\bar{\omega}t) = 1$$

Y esto ocurre para $t = 0$ s.

Por lo tanto:

$$A = \frac{F_0}{k_T - m\bar{\omega}^2}$$

$$F_0 = 630 \text{ N}$$

$$K = 900000 \text{ N}$$

$$m = 77,2 \text{ kg}$$

$$\bar{\omega}(\text{en Hz}) \rightarrow f = 50\text{Hz}$$

$$A = \frac{630 \text{ N}}{900000 \text{ N/m} - (77,2 \text{ kg} \cdot 50^2)} = 0,000891 \text{ m} = \mathbf{0,891 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{0,5 \text{ mm} < 0,891 \text{ mm} < 1,5 \text{ mm}}$$

El fabricante del resorte no aporta un valor exacto de la carga estática, sino un rango de valores. De este modo, se obtiene un rango de amplitudes entre los que oscilaría nuestro sistema. La carga estática proporcionada por el fabricante oscila entre 110 daN y 190 daN.

Para un valor de 110 daN:

$$K = 107,9 \text{ kN/m} \cdot 6 = \mathbf{647400 \text{ N/m}}$$

$$A = \frac{630 \text{ N}}{647400 \text{ N/m} - (77,2 \text{ kg} \cdot 50^2)} = 0,001386 \text{ m} = \mathbf{1,386 \text{ mm}}$$

Para un valor de 190 daN:

$$K = 186,4 \text{ kN/m} \cdot 6 = \mathbf{1118400 \text{ N/m}}$$

$$A = \frac{630 \text{ N}}{1118400 \text{ N/m} - (77,2 \text{ kg} \cdot 50^2)} = 0,000681 \text{ m} = \mathbf{0,681 \text{ mm}}$$

Por lo que, el rango de amplitudes, basándonos en los datos del fabricante, oscila entre 0,681 y 1,386 mm. Ambos valores están dentro del rango 0,5-1,5 mm planteado anteriormente.

Los cálculos anteriores se han realizado con la misma masa, que es la de la viga vibrante con la carga de los pistones. Si estuviese descargada o sin ocupar la capacidad total de ésta, la masa (m) disminuiría. Esta disminución es máximo 11,5 kg (la carga de los pistones) por lo que quedaría 65,7 kg y la amplitud de la vibración variaría. Al disminuir la masa, también lo haría la amplitud, pero de manera desestimable puesto que solo se vería afectada en $\pm 0,02$ mm.

De esta misma manera también se vería afectada la frecuencia natural del sistema (f_0) en ± 1 Hz.

3.1.1. Transmisibilidad

Se define la transmisibilidad como el cociente entre la fuerza de excitación (F_0) y la fuerza transmitida (F_T) a la estructura soporte.

La fuerza transmitida a la estructura soporte a través del resorte es igual al producto de la rigidez por la amplitud de vibración, por lo que, si el movimiento es grande, la fuerza transmitida es elevada y si el movimiento es pequeño, la fuerza transmitida será pequeña.

Sabiendo que la frecuencia natural de un sistema con un grado de libertad es:

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \text{ (rad/s)} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} \text{ (Hz)}$$

A fin de conseguir un aceptable rendimiento en el aislamiento de la fuerza transmitida a la estructura soporte, la transmisibilidad deberá de ser menor que uno o, lo que es lo mismo, la frecuencia de excitación (f [Hz] ó $\bar{\omega}$ [rad/s]) de la fuerza perturbadora debe ser superior al producto de la frecuencia natural (f_0 ó ω) del sistema por $\sqrt{2}$, esto es:

$$T_r < 1 \quad \rightarrow \quad \frac{f}{f_0} > \sqrt{2}$$

La frecuencia natural de nuestro sistema es:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{900000}{77,2}} = 17,18 \text{ Hz}$$

La frecuencia de excitación:

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Por tanto, la relación de frecuencias:

$$\frac{f}{f_0} = \frac{50}{17,18} = 2,91$$

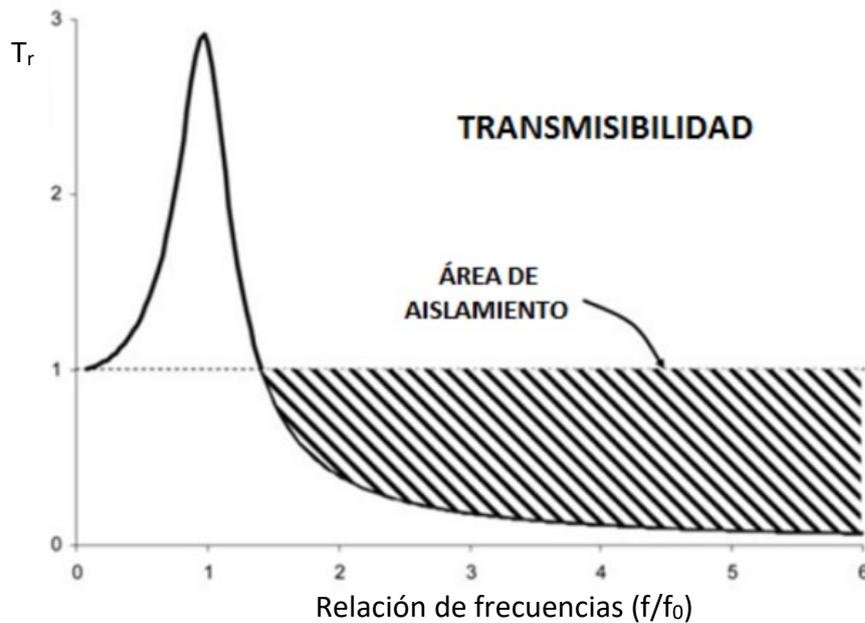


Ilustración 57. Gráfica en la que el eje ordenado representa la transmisibilidad y el eje de abscisas la relación de frecuencias. Fuente: Control de vibraciones, por Luis Miguel Muñiz.

Con la relación obtenida nos vamos al gráfico y donde intercepte con la curva de la transmisibilidad, en el eje de ordenadas obtendremos el valor de T_r que aproximadamente es de 0,15.

Para una relación de frecuencias de 1 la transmisibilidad es máxima puesto que se produce el fenómeno de resonancia.

En general se pretende que la relación de frecuencias sea aproximadamente 3 o superior (2,91 para nuestro sistema) para un buen aislamiento.

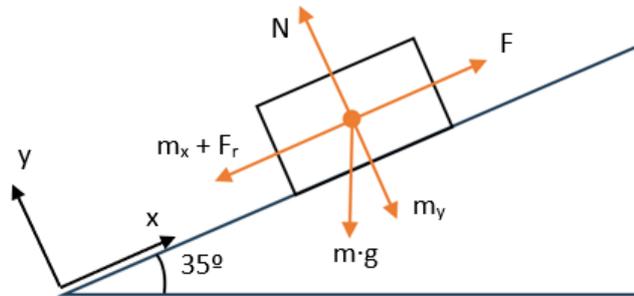
3.2. SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR

Para efectuar la selección del motorreductor del elevador de pistones, primero se realiza una estimación del par resistente de las cadenas, y con ese valor iremos al catálogo de reductores del fabricante “Bonfiglioli” para seleccionar el reductor y posteriormente el motor eléctrico.

3.2.1. ESTIMACIÓN DEL PAR RESISTENTE

Definimos el par resistente como el par necesario a vencer para accionar las cadenas elevadoras.

Primero se realiza una estimación de la fuerza de accionamiento necesaria para desplazar las cadenas cargadas en dirección ascendente a través la plataforma del elevador. Basándonos en el diagrama del sólido libre en un plano inclinado:



Se muestran las fuerzas resultantes en el cuerpo que representa las cadenas donde:

- La masa total (m) es la resultante de la masa de las cadenas (m_{cadenas}): 40,74 kg, y la masa de una estimación de carga de los pistones* (m_{pist}): 15,75 kg.

$$m = 40,74 + 15,75 = \mathbf{56,49 \text{ kg.}}$$

[*35 pistones con una masa = 0,45 kg/ud. $\rightarrow m_{\text{pistones}} = 35 \cdot 0,45 = 15,75 \text{ kg}$]

- La fuerza (F) que se opone a la resultante de la fuerza de rozamiento (F_r) y la componente del peso en el eje x (m_x), deberá ser superior que éstas:

$$m_x = m \cdot g \cdot \text{sen}(35)$$

$$F > m_x + F_r$$

$$F > m \cdot g \cdot \text{sen}(35) + F_r$$

- La fuerza normal (N) que se opone a la componente del peso ($m \cdot g$) en el eje y (m_y).

$$N = m_y = m \cdot g \cdot \cos(35)$$

- La fuerza de rozamiento (F_r) de las cadenas sobre la superficie de contacto. Las cadenas se deslizan sobre las guías laterales, donde el coeficiente de rozamiento (μ) entre ambas superficies (acero en las cadenas y polietileno de ultra alto peso molecular ó UHMW en las guías) es 0,15.

$$F_r = \mu \cdot N$$

Por lo tanto, la fuerza (F) mínima para desplazar las cadenas:

$$F > m \cdot g \cdot \text{sen}(35) + F_r$$

$$F > m \cdot g \cdot \text{sen}(35) + \mu \cdot N$$

$$F > 56,49 \cdot 9,81 \cdot \text{sen}(35) + 0,15 \cdot 56,49 \cdot 9,81 \cdot \cos(35)$$

$$F > 385,95 \text{ N}$$

Conociendo la distancia a la que se aplica esa fuerza obtenemos el par requerido. La distancia es el radio de la rueda de alveolos que es la rueda de tracción de las cadenas. El radio (r) son 78,5 mm, tomado del diámetro del paso de la rueda (157 mm).

$$M = F \cdot r$$

$$M = 385,95 \text{ N} \cdot 78,5 \text{ mm} \cdot \frac{1\text{m}}{10^3\text{mm}} = 30,3 \text{ Nm}$$

- Potencia

Una vez determinada la fuerza mínima necesaria para desplazar las cadenas transportadoras se obtiene la potencia de cálculo. La potencia (P) viene definida por la resultante del producto entre la fuerza aplicada sobre el cuerpo (F) y la velocidad (v) a la que se desplaza:

$$P = F \cdot v$$

Se considerará una velocidad mínima a la que se debe desplazar las cadenas para mantener un flujo adecuado de los pistones y que no sobrecargue el elevador son $v = 0,07 \text{ m/s}$.

Por tanto, la potencia:

$$P = 385,95 \text{ N} \cdot 0,07 \text{ m/s} = 27 \text{ W}$$

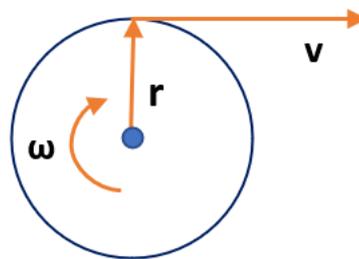
La potencia que deberá vencer el reductor es:

$$P > 27 \text{ W}$$

3.2.2. REDUCTOR

- Relación de reducción

Determinamos la velocidad angular de la velocidad angular de la rueda de alveolos (que será la misma velocidad de salida del reductor) a partir de la velocidad lineal de la cadena.



$$v = \omega \cdot r; \quad \omega = \frac{v}{r}$$

Donde:

“ ω ” es la velocidad angular en rad/s;

“ r ” es el radio de la rueda de alveolos en m;

“ v ” es la velocidad lineal de la cadena en m/s.

$$\omega = \frac{0,07 \text{ m/s}}{0,00785 \text{ m}} = 0,892 \text{ rad/s}$$

En r.p.m.:

$$0,892 \text{ rad/s} \cdot \frac{1 \text{ rev}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 8,52 \text{ rpm}$$

La velocidad que se debe conseguir en la reducción es $n_2 = 8,52 \text{ rpm}$. Se considerará una velocidad de entrada de $n_1 = 900 \text{ rpm}$. Por tanto, la relación de reducción quedará expresada como:

$$i = n_1/n_2$$

$$i = \frac{900}{8,52} = 105,7$$

- Factor de servicio

El factor de servicio a considerar depende de las horas al día que trabaje el motor y el número de arranques por hora que se lleven a cabo.

Se supone un funcionamiento de 8/10 h al día. Las curvas (K) están relacionadas con el tipo de servicio que se lleve a cabo: bajo impacto (K1), medio (K2) o pesado (K3). Se supondrá un servicio uniforme, correspondiente con la curva K1, entre 0 y 50 arranques por hora. En estas condiciones el factor de servicio $f_s = 1,1$.

h / d		Arranques / hora
24	16	

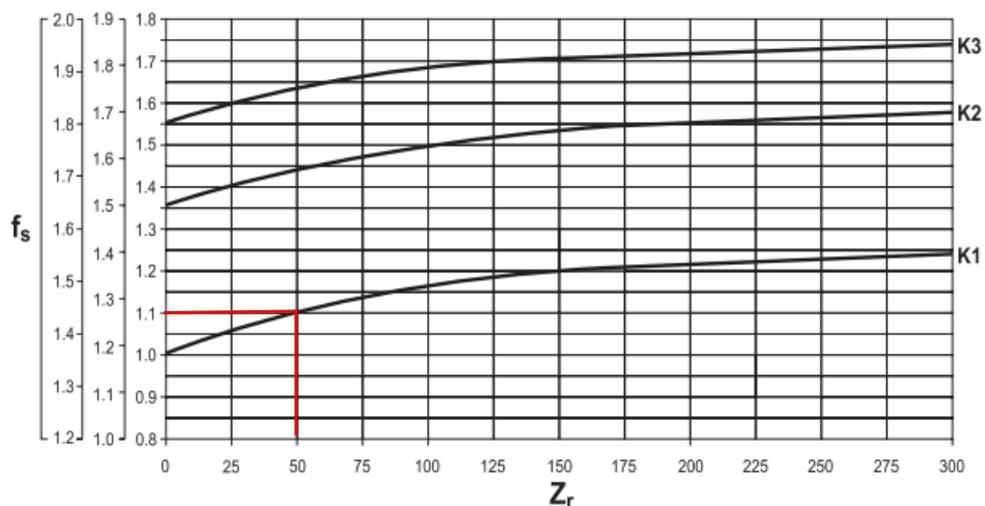


Ilustración 58. Factores de servicio. Fuente: Catálogo Bonfiglioli. Ficha técnica.

- Par de cálculo

Con el par requerido de salida M_{r2} , de determinará el par de cálculo mediante el catálogo del fabricante.

El par de cálculo viene dado por la expresión:

$$M_{c2} = M_{r2} \cdot f_s$$

$$M_{c2} = 30,3 \cdot 1,1 = 33,33 \text{ Nm}$$

- Reductor

El fabricante señala que el par de cálculo nunca debe ser menor al par nominal y que se deberá escoger por encima del valor obtenido:

$$M_{c2} \leq M_{n2}$$

Con los datos obtenidos vamos al catálogo de Bonfiglioli para seleccionar una máquina se satisfaga nuestras necesidades de régimen de giro, par, potencia y relación de reducción.

VF 49 - VFR 49

		i	η _s %	n ₁ = 2800 min ⁻¹					n ₁ = 1400 min ⁻¹						
				n ₂ min ⁻¹	M _{n2} Nm	P _{n1} kW	R _{n1} N	R _{n2} N	η _d %	n ₂ min ⁻¹	M _{n2} Nm	P _{n1} kW	R _{n1} N	R _{n2} N	η _d %
VF 49	VF 49_7	7	70	400	41	2.0	400	950	88	200	54	1.3	400	1170	86
	VF 49_10	10	65	280	44	1.5	400	1140	86	140	59	1.0	400	1410	84
	VF 49_14	14	59	200	49	1.2	400	1310	84	100	65	0.90	400	1630	81
	VF 49_18	18	55	156	44	0.87	400	1520	82	78	59	0.60	400	1890	78
	VF 49_24	24	50	117	47	0.73	400	1670	79	58	63	0.50	400	2110	75
	VF 49_28	28	43	100	56	0.78	400	1740	75	50	74	0.55	400	2170	71
	VF 49_36	36	39	78	52	0.59	400	1970	72	39	69	0.42	400	2460	67
	VF 49_45	45	35	62	49	0.46	400	2180	69	31	65	0.33	400	2725	63
	VF 49_60	60	30	47	44	0.34	400	2480	64	23.3	59	0.25	400	3100	58
	VF 49_70	70	28	40	41	0.28	400	2650	61	20.0	55	0.21	400	3150	54
	VF 49_80	80	25	35	41	0.25	400	2780	59	17.5	54	0.19	400	3150	52
	VF 49_100	100	22	28.0	37	0.20	400	3050	54	14.0	49	0.13	400	3150	47
					n ₁ = 900 min ⁻¹					n ₁ = 500 min ⁻¹					
	VF 49_7	7	70	129	61	0.97	400	1370	85	71	74	0.67	400	1670	83
	VF 49_10	10	65	90	64	0.75	400	1670	82	50	74	0.49	400	2060	80
	VF 49_14	14	59	64	71	0.61	400	1920	78	36	78	0.39	400	2400	75
	VF 49_18	18	55	50	68	0.47	400	2190	75	27.8	74	0.30	400	2730	72
	VF 49_24	24	50	38	68	0.36	400	2480	71	20.8	74	0.24	400	3090	68
	VF 49_28	28	43	32	82	0.41	400	2540	67	17.9	88	0.26	400	3180	63
	VF 49_36	36	39	25.0	75	0.31	400	2880	63	13.9	80	0.20	400	3450	59
VF 49_45	45	35	20.0	71	0.25	400	3190	59	11.1	78	0.17	400	3450	55	
VF 49_60	60	30	15.0	64	0.19	400	3300	53	8.3	69	0.12	400	3450	49	
VF 49_70	70	28	12.9	60	0.16	400	3300	50	7.1	69	0.11	400	3450	46	
VF 49_80	80	25	11.3	58	0.14	400	3300	47	6.3	59	0.09	400	3450	43	
VF 49_100	100	22	9.0	52	0.11	400	3300	42	5.0	59	0.08	400	3450	38	

Ilustración 59. Características técnicas del reductor VF49. Fuente: Catálogo Bonfiglioli. Ficha técnica.

Seleccionamos el modelo “VF 49” cuya velocidad de salida en el eje (n₂) es la que más se aproxima por encima (9 rpm > 8,52 rpm). Comprobamos que el par nominal es superior al par de cálculo como se exige (52 Nm > 33,33 Nm). La relación de reducción (i) es muy aproximada.

3.2.3. MOTOR

La potencia requerida en el eje de entrada del reductor viene dada por la siguiente expresión:

$$P_{r1} = \frac{M_{r2} \cdot n_2}{\eta_d \cdot 9550}$$

$$M_{r2} = 33,33 \text{ Nm} ; n_2 = 8,51 \text{ rpm} ; \eta_d = 0,42$$

$$P_{r1} = \frac{33,33 \text{ Nm} \cdot 8,52 \text{ rpm}}{0,42 \cdot 9550} \text{ (kW)} = 0,07079 \text{ kW} = 70,79 \text{ W}$$

Con la potencia de entrada calculada en el apartado anterior (P_{r1}), se selecciona un motor con una potencia nominal tal que satisfaga:

$$P_{n1} \geq P_{r1}$$

4/6P		1500/1000 min ⁻¹ - S1							50 Hz			
P_n kW		n min ⁻¹	M_n Nm	η %	$\cos\phi$	I_n 400V A	$\frac{I_s}{I_n}$	$\frac{M_s}{M_n}$	$\frac{M_a}{M_n}$	J_m x 10 ⁻⁴ kgm ²	IM B5 	
0.22 0.13	BN 71B	4	1410	1.5	64	0.74	0.67	3.9	1.8	1.9	9.1	7.3
		6	920	1.4	43	0.67	0.65	2.3	1.6	1.7		
0.30 0.20	BN 80A	4	1410	2.0	61	0.82	0.87	3.5	1.3	1.5	15	8.2
		6	930	2.1	54	0.66	0.81	3.2	1.9	2.0		
0.40 0.26	BN 80B	4	1430	2.7	63	0.75	1.22	3.9	1.8	1.8	20	9.9
		6	930	2.7	55	0.70	0.97	2.7	1.5	1.6		
0.55 0.33	BN 90S	4	1420	3.7	70	0.78	1.45	4.5	2.0	1.9	21	12.2
		6	930	3.4	62	0.70	1.10	3.7	2.3	2.0		
0.75 0.45	BN 90L	4	1420	5.0	74	0.78	1.88	4.3	1.9	1.8	28	14
		6	920	4.7	66	0.71	1.39	3.3	2.0	1.9		
1.1 0.8	BN 100LA	4	1450	7.2	74	0.79	2.72	5.0	1.7	1.9	82	22
		6	950	8.0	65	0.69	2.57	4.1	1.9	2.1		
1.5 1.1	BN 100LB	4	1450	9.9	75	0.79	3.65	5.1	1.7	1.9	95	25
		6	950	11.1	72	0.68	3.24	4.3	2.0	2.1		
2.3 1.5	BN 112M	4	1450	15.2	75	0.78	5.7	5.2	1.8	1.9	168	32
		6	960	14.9	73	0.72	4.1	4.9	2.0	2.0		
3.1 2	BN 132S	4	1460	20	83	0.83	6.5	5.9	2.1	2.0	213	44
		6	960	20	77	0.75	4.9	4.5	2.1	2.1		
4.2 2.6	BN 132MA	4	1460	27	84	0.82	8.8	5.9	2.1	2.2	270	53
		6	960	26	79	0.72	6.6	4.3	2.0	2.0		

Ilustración 60. Características del motor Bonfiglioli. Fuente Catálogo Bonfiglioli. Ficha técnica.

El motor seleccionado es “BN71 B 6” dado que satisface las características de diseño. La potencia del motor es $P_n = 130 \text{ W} > P_r = 70,79 \text{ W}$.

- Brazo de reacción

El motorreductor se instala en montaje pendular. Se ajusta al eje superior por el extremo donde se encuentra mecanizado el árbol de transmisión (chaveteros) y se atornilla a la brida del reductor un brazo de reacción que impide su giro durante el

funcionamiento. Este brazo de reacción se ajusta por su otro extremo a un bulón fijado previamente a la estructura del elevador.

El catálogo de Bonfiglioli nos proporciona las dimensiones del brazo de reacción para el reductor seleccionado:

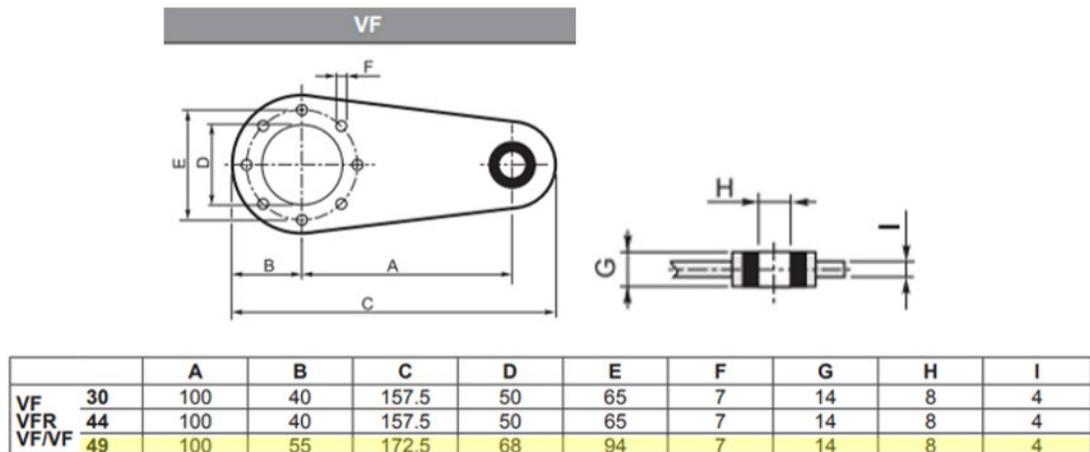
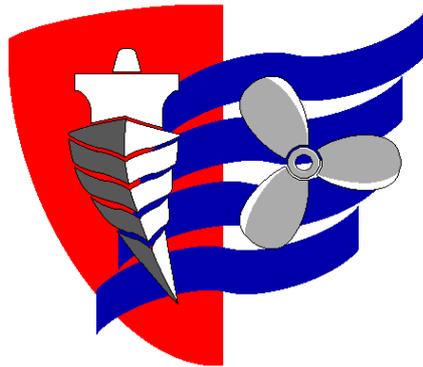


Ilustración 61. Características técnicas del brazo de reacción para el reductor VF 49. Fuente: Catálogo Bonfiglioli. Ficha técnica.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



4. ANEXOS

4. ANEXOS

4.1. VIBRADOR EXTERNO ELÉCTRICO. URBAR.

4.2. SUSPENSIÓN METÁLICA. PAULSTRA.

4.3. RUEDA DE ALVEOLOS. PEWAG.

4.4. SOPORTE. INA SCHAEFFLER.

4.5. UNIDADES DE FIJACIÓN. TOLLOK.

4.6. CADENA DIN 764.

4.7. GUÍAS DE CADENA. MURDFELT.

4.8. ARCO DE CADENA. PEWAG.

4.9. PRONTUARIO DE PERFILES. CELSA GROUP.

4.10. TÉCNICA DE PERFILES Y GUÍAS. MK GROUP.

4.11. DISPOSITIVO TENSOR. ROSTA.



URBAR
ingenieros s.a.

Vibradores eléctricos externos

Series

**MREX
MREX M**



- Diseñados para su funcionamiento en continuo, al 100% de fuerza centrífuga.
- Cuerpo dimensionado a toda prueba.
- Estator con aislamiento (155°C).
- Rotor de aleación de acero tratado.
- Rodamientos especiales.
- Índice de protección IP 66.



Directivas CE

Los vibradores de la serie MREX y M se suministran con una placa de características, en la que figuran todos los datos exigidos en la directiva 2006/42/CE, relativa a la seguridad en máquinas.

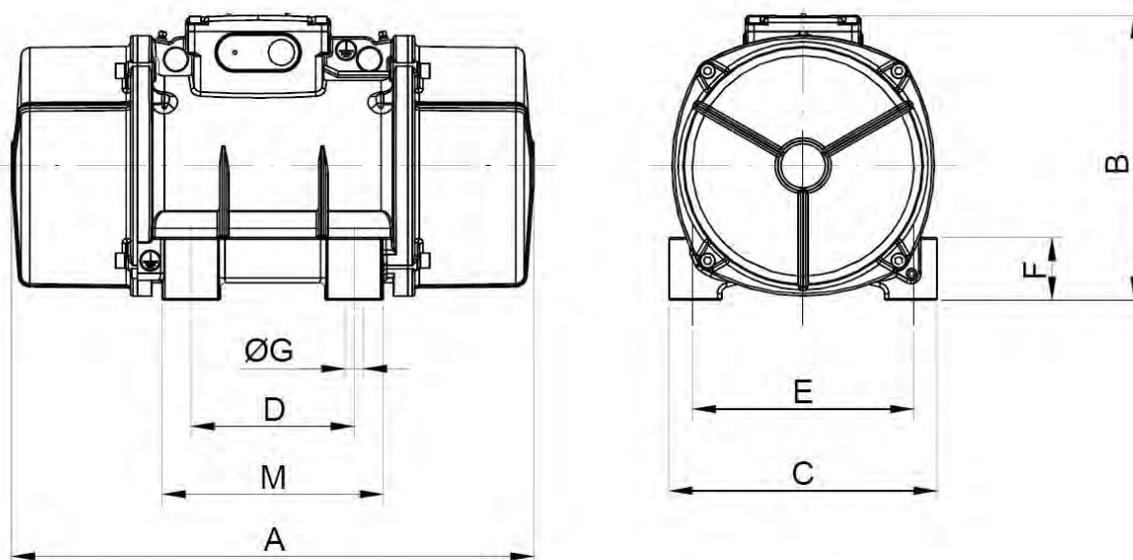
Descripción

- El diseño de la serie MREX y M prevé su funcionamiento en continuo, al cien por cien de fuerza centrífuga, en todos los modelos.
- Cuerpo de los vibradores dimensionado a toda prueba.
- Estator con aislamiento F (155°C), impregnado al vacío y tropicalizado.
- Rotor de aleación de acero tratado, fundido en cortocircuito.
- Rodamientos especiales.
- Ejes sobredimensionados para evitar flexiones.
- Protección IP66 en toda la gama.

Tensiones y Frecuencias MREX

Los Vibradores de la Serie MREX se fabrican en su versión estándar, para una conexión trifásica a 230/400 V 50 Hz. Bajo demanda, se pueden suministrar otras tensiones y frecuencias.

Croquis MREX





Características técnicas, dimensiones y pesos. MREX

Modelo	Tamaño	Fuerza centrífuga kN	Momento kg.mm	Potencia absorbida W	Consumo 400 V A	Dimensiones en mm								Peso Kg
						A	B	M	C	D	E	F	G	
3000 r.min														
MREX 3/65	00	0.63	6.43	120	0.27	197	123	86	127	30-60	106	24	9	4.3
MREX 3/100	00	1.19	12.00	180	0.35	211	153	100	125	62-74	106	24	9	5.6
MREX 3/200	01	2.07	21.00	180	0.35	235	153	100	125	62-74	106	24	9	6.4
MREX 3/300	10	2.98	30.10	260	0.60	255	179	128	152	90	125	28	13	9.7
MREX 3/500	20	4.93	49.90	450	0.80	288	203	140	167	105	140	30	13	14.8
MREX 3/700	20	7.19	72.80	450	0.80	288	203	140	167	105	140	30	13	15.1
MREX 3/800	30	7.70	78.00	650	1.10	308	216	160	205	120	170	45	17	21.0
MREX 3/1100	35	10.80	110.00	1000	1.75	435	225	162	205	120	170	54	17	23.0
MREX 3/1500	AF33	14.40	146.00	1300	2.10	375	216	145	215	100	180	47	17	25.3
MREX 3/1800	50	17.70	179.00	2000	3.30	430	246	190	230	140	190	54	17	34.0
1500 r.min														
MREX 15/80	01	0.76	31.00	85	0.21	235	153	100	125	62-74	106	24	9	6.7
MREX 15/200	10	2.09	84.20	170	0.41	301	179	128	152	90	125	28	13	12.5
MREX 15/400	20	4.04	163.00	300	0.60	344	203	140	167	105	140	30	13	19.0
MREX 15/900	30	8.83	357.00	525	0.92	394	216	160	205	120	170	45	17	30.0
MREX 15/1100	35	10.30	415.00	550	0.95	435	225	162	205	120	170	54	17	35.0
MREX 15/1410	40	13.90	561.00	900	1.45	448	246	190	230	140	190	54	17	44.0
MREX 15/1710	50	17.60	715.00	1100	2.00	500	246	190	230	140	190	54	17	51.0
MREX 15/2410	60	23.70	962.00	1600	3.20	537	272	210	275	155	225	70	22	71.0
MREX 15/3810	70	37.70	1526.00	2200	3.90	584	321	215	310	155	255	77	23	119.0
MREX 15/5010	80	49.10	1990.00	3600	6.00	630	347	240	340	180	280	80	26	161.0
MREX 15/7000	90	64.10	2598.00	6000	10.50	680	370	270	390	200	320	90	28	208.0
MREX 15/9000	95	80.40	3260.00	7000	11.60	629	395	270	392	200	320	100	28	225.0
1000 r.min														
MREX 10/550	35	5.02	457.00	350	0.75	435	225	162	205	120	170	54	17	36.5
MREX 10/810	40	7.94	723.00	680	1.40	500	246	190	230	140	190	54	17	48.0
MREX 10/1400	50	14.00	1274.00	950	1.80	574	246	190	230	140	190	54	17	66.0
MREX 10/2100	60	21.10	1927.00	1500	3.00	617	272	210	275	155	225	70	22	93.0
MREX 10/3000	70	29.50	2690.00	2200	4.50	712	321	215	310	155	255	77	23	145.0
MREX 10/3810	80	37.50	3422.00	2500	5.10	734	347	240	340	180	280	80	26	188.0
MREX 10/5150	80	51.30	4678.00	3200	6.50	826	347	240	340	180	280	80	26	225.0
MREX 10/6500	90	64.00	6527.00	4300	8.20	840	370	270	390	200	320	90	28	268.0
MREX 10/8000	95	78.90	8046.00	7000	12.60	870	395	270	392	200	320	100	28	315.0

Las especificaciones pueden verse modificadas sin previo aviso.

V1B1114 V1B1134
V1B1115 V1B1135
V1B1116 V1B1136

Natural frequency : (1)
3 to 9 Hz



DESCRIPTION

This range of mounts has one or two steel mounting plates depending on the model, one or several high strength steel springs, 2 light alloy rings and a stainless steel wire cushion in each spring. All steel parts are painted.

APPLICATIONS

These very low frequency isolators (down to 3 Hz) can be used to mount machine rotating at speeds over 450 rpm, vibrators and impact machines, achieving an attenuation of about 95%.

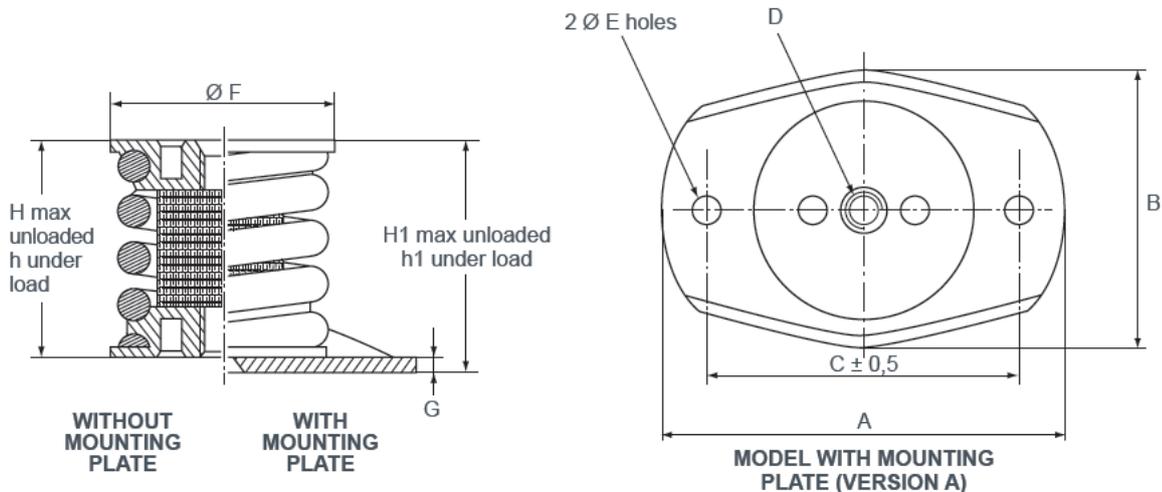
They are all metal and can be used outdoors or in the harshest conditions.

As they do not creep, their life time may be the same as that of the machine they are used to mount.

A metal cushion inside each spring increases the damping factor and limits the amplification at the natural frequency.

(1) Natural frequencies with max/min loads, see : OPERATING CHARACTERISTICS.

DIMENSIONS



Reference	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D	Ø E (mm)	Ø F (mm)	G (mm)	H (mm)	h (mm)	H1 (mm)	h1 (mm)	Tolerance / load (mm)
V1B1114	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	59	47,5	61,5	50	±2
V1B1115	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	59	47,5	61,5	50	±3
V1B1116	90	60	69,6	M8	7	47	2,5	88	68	90,5	70,5	±5
V1B1134	140	100	110	M12	11	78	4	88	78	92	82	±2
V1B1135	140	100	110	M12	11	78	4	88	78	92	82	±3
V1B1136	140	100	110	M12	11	78	4	142	120	146	124	±5

OPERATING CHARACTERISTICS

- **Vibrational and mechanical characteristics**
- Isolation of rotating machines with a minimum speed of :

Tr/mn	Series	Axial natural frequency = fz	Radial natural frequency = fr	Axial max. force	Radial max. force	Amplification factor at resonance
1 000	V1B1114 & V1B1134	7 to 9 Hz	fr = fz	4 g	1,2 g	≤ 5
650	V1B1115 & V1B1135	5 to 6 Hz	fr = fz	2 g	1,2 g	≤ 10
450	V1B1116 & V1B1136	3 to 4 Hz	fr = 0,7 fz	2 g	0,5 g	≤ 10

Maximum permitted excitation at natural frequency of suspension : ± 1 mm.

- **Load ranges**

Part number		Static load (daN)
without mounting plate	with mounting plate	
V1B1114-01	V1B1114-01A	6 to 10,5
V1B1114-02	V1B1114-02A	7,5 to 13,5
V1B1114-03	V1B1114-03A	12 to 20
V1B1114-04	V1B1114-04A	18 to 30
V1B1114-05	V1B1114-05A	24 to 46
V1B1114-06	V1B1114-06A	40 to 75
V1B1115-01	V1B1115-01A	5 to 7
V1B1115-02	V1B1115-02A	6 to 9
V1B1115-03	V1B1115-03A	9 to 14
V1B1115-04	V1B1115-04A	14 to 20
V1B1115-05	V1B1115-05A	20 to 30
V1B1115-06	V1B1115-06A	30 to 50
V1B1116-01	V1B1116-01A	5 to 7
V1B1116-02	V1B1116-02A	6 to 9
V1B1116-03	V1B1116-03A	9 to 14
V1B1116-04	V1B1116-04A	14 to 20
V1B1116-05	V1B1116-05A	20 to 30
V1B1116-06	V1B1116-06A	30 to 50

Reference		Static load (daN)
without mounting plate	with mounting plate	
V1B1134-01	V1B1134-01A	40 to 85
V1B1134-02	V1B1134-02A	65 to 125
V1B1134-03	V1B1134-03A	110 to 190
V1B1134-04	V1B1134-04A	175 to 270
V1B1134-05	V1B1134-05A	250 to 400
V1B1134-06	V1B1134-06A	360 to 560
V1B1134-07	V1B1134-07A	540 to 730
V1B1135-01	V1B1135-01A	30 to 48
V1B1135-02	V1B1135-02A	48 to 80
V1B1135-03	V1B1135-03A	80 to 130
V1B1135-04	V1B1135-04A	130 to 200
V1B1135-05	V1B1135-05A	200 to 310
V1B1135-06	V1B1135-06A	310 to 400
V1B1135-07	V1B1135-07A	420 to 560
V1B1136-01	V1B1136-01A	75 to 105
V1B1136-02	V1B1136-02A	95 to 130
V1B1136-03	V1B1136-03A	115 to 160
V1B1136-04	V1B1136-04A	160 to 230
V1B1136-05	V1B1136-05A	220 to 310
V1B1136-06	V1B1136-06A	300 to 415
V1B1136-07	V1B1136-07A	410 to 550

TR Ruedas de alveolos, diferentes calidades de fundición

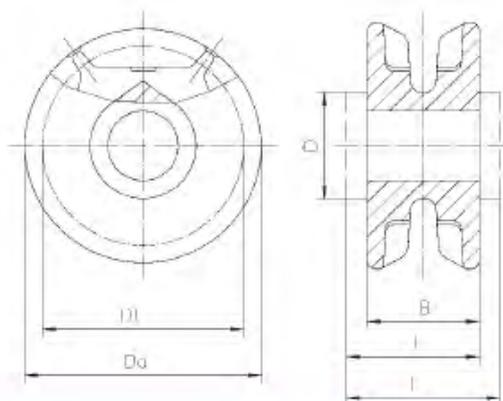
Ruedas de alveolos – de una pieza en calidades de fundición

Material

GG fundición gris

GS 52 fundición de acero

GS 52 E fundición de acero templado por cementación



TR

Modelo	Cadena	Número de dientes	Paso del diámetro de la rueda Dt [mm]	o exterior Da [mm]	Ancho de rueda B [mm]	Cubo D [mm]	Cubo L [mm]	Tipo	Peso [kg/ud.]
TR 5/5	5 x 18,5 DIN 766	5	60	73	27		27	A	0,55
TR 5/8	5 x 18,5 DIN 766	8	95	107	28		28	A	1,30
TR 5/14	5 x 18,5 DIN 766	14	165	188	33	51	46	D	2,80
TR 6/7	5,5 y 6 x 18,5 DIN 766	7	83,4	104	36		36	A	1,50
TR 6/10	5,5 y 6 x 18,5 DIN 766	10	118	136	36	60	36	D	2,20
TR 6/15	5,5 y 6 x 18,5 DIN 766	15	177	190	37	70	45	E	3,20
TR 6/20	5,5 y 6 x 18,5 DIN 766	20	236	256	35	61	55	E	4,30
TR 6/26	5,5 y 6 x 18,5 DIN 766	26	307	328	38	65	52	E	8,25
TR 7/5	7 x 22 DIN 76	5	71	84	40		40	A	1,10
TR 7/6	7 x 22 DIN 766	6	85	100	41		41	A	1,60
TR 7/7	7 x 22 DIN 76	7	99	113	41		41	A	2,10
TR 8/5	8 x 24 DIN 766	5	78	94	43		43	A	1,25
TR 8/6	8 x 24 DIN 766	6	93	103	45		45	A	1,90
TR 8/6	8 x 24 DIN 766	6	93	104	45	41	83	C	2,30
TR 8/7	8 x 24 DIN 766	7	108	123	40	52	40	D	1,85
TR 8/8	8 x 24 DIN 766	8	123	130	47	60	59	C	4,00
TR 8/12	8 x 24 DIN 766	12	184	200	38	74	55	D	4,30
TR 8/12	8 x 24 DIN 766	12	184	198	46	85	62	B	9,60
TR 8/17	8 x 24 DIN 766	17	262	279	44	86	61	D	9,20
TR 8/19	8 x 24 DIN 766	19	290	311	47	210	55	C	26,00
TR 8/5-31	8 x 31	5	100	114	46		46	A	2,35
TR 8/6-31	8 x 31	6	120	136	46		46	A	3,50
TR 8/9-31	8 x 31	9	179	194	49	80	54	D	5,40
TR 8/9-31	8 x 31	9	179	197	45	101	59	D	7,30
TR 9/5-31	9 x 31	5	100	127	50		50	A	2,80
TR 9/8	9 x 27 DIN 766	8	139	159	52	72	67	D	4,30
TR 9/8-31	9 x 31	8	159	182	49	66	58	D	5,20
TR 9,5/18	9,5 x 27 DIN 766	18	309	340	54	148	80	E	19,10
TR 10/8	10 x 28 DIN 766	8	144	163	54	75	60	D	5,00
TR 10/10	10 x 28 DIN 766	10	179	205	55	84	80	D	7,00
TR 10/10	10 x 28 DIN 766	10	179	201	54	80	80	C	10,80
TR 10/7-35	10 x 35 DIN 764	7	157	184	60	83	70	C	10,00





TASE30-XL-N

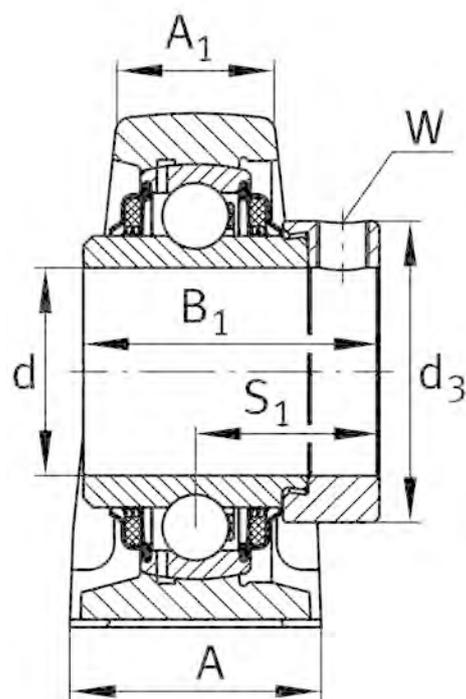
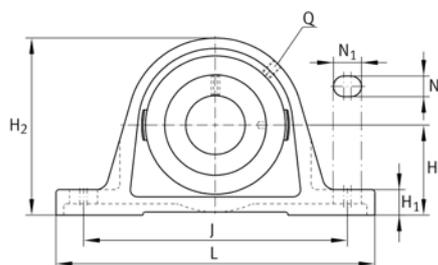
Soporte de apoyo

ID de Schaeffler
0945843970000

Soportes de apoyo TASE, soporte de fundición gris, rodamiento insertable con anillo tensor excéntrico, obturaciones T

X-life

Información técnica



Medidas principales y datos de rendimiento

d	30,00 mm	Diámetro del agujero
L	158,00 mm	Longitud total
H ₂	82,00 mm	Altura
	1,20 kg	Peso

Medidas de montaje

J	117,50 mm	Distancia agujero de fijación
N	14,00 mm	Anchura (ranura)
N ₁	22,00 mm	Longitud (ranura)

Medidas

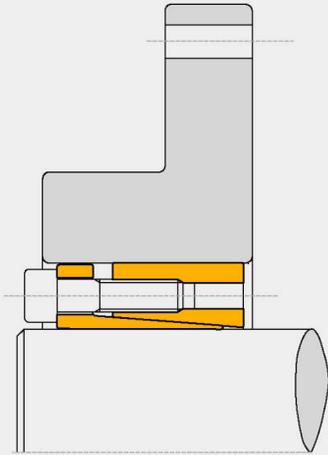
H	42,90 mm	Distancia eje geométrico
A	40,00 mm	Anchura (base)
A ₁	25,00 mm	Anchura (cabezal)
H ₁	17,00 mm	Altura (base)
B ₁	48,50 mm	Locking collar total width
S ₁	30,20 mm	Distance of raceway to locking collar
Q	M6	Conexión lubricación de rosca

Información adicional

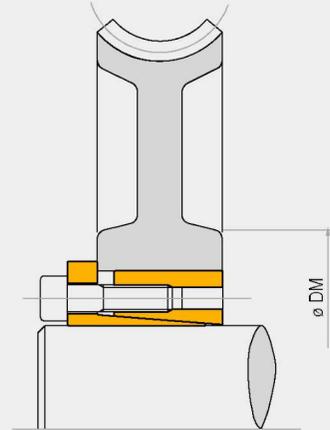
GE30-XL-KTT-B	Referencia rodamiento
KASK06	Tapa protectora

Unidades de fijación Autocentrantes

TLK 130 • TLK 131



TLK 130



TLK 131

Características

Capacidad de transmisión de par alta
Aplicación económica
Tiempo de montaje reducido
Óptima perpendicularidad eje - moyú

Montaje

Limpiar cuidadosamente las superficies de contacto del eje y moyú, aplicando una ligera película de aceite. Introducir la unidad de fijación en el alojamiento del moyú, introducir el eje y apretar los tornillos gradual y uniformemente en cruz hasta alcanzar el par de apriete **Ms** indicado en la tabla. Los valores de **Mt** y **F ax** indicados en las tablas son calculados para un montaje con aceite.

No utilizar **bisulfuro de Molibdeno** u otras grasas que reduzcan el coeficiente de rozamiento.

Desmontaje

Alojar los tornillos y introducirlos en los agujeros de desmontaje, apretándolos de modo gradual y uniformemente en cruz, hasta que el cono posterior quede desbloqueado. En caso de reutilización aplicar aceite a los tornillos y a los agujeros roscados.

Tolerancia, rugosidad

Un buen acabado en máquina-herramienta es suficiente.
Rugosidad max. admisible:

Rt max 16 μm (Ra 3 μm - Rz 13 μm)

Tolerancia max. admisible:

eje h8
moyú H8

Referencia axial

TLK 130: durante el apriete de los tornillos el moyú tiene un ligero desplazamiento axial respecto del eje.

TLK 131: durante el apriete de los tornillos el moyú no tiene ningún desplazamiento axial respecto del eje.

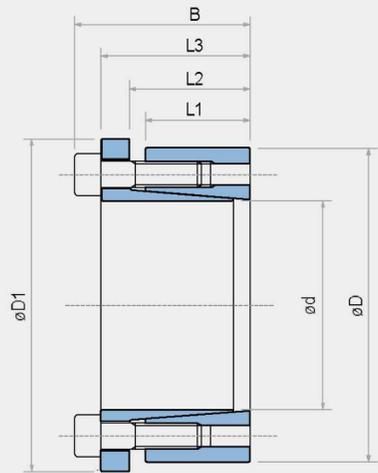
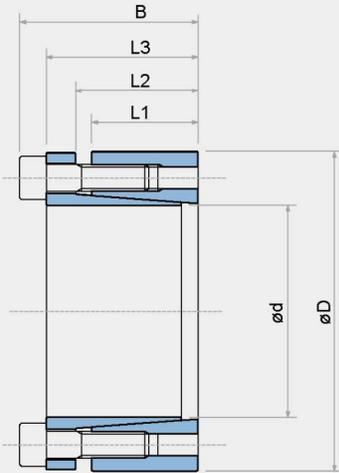
Cálculo del DM

La presión **Pn** existente sobre el moyú puede ser comparada a la presión interna sobre un cilindro de pared gruesa.

Para el cálculo de DM ver pag. 38.



Unidades de fijación Autocentrantes TLK 130 • TLK 131



TLK 130

TLK 131

TLK 130

TLK 131

					Solo TLK 131	Tornillos de apriete		Par	Fuerza axial	Presiones superficiales sobre		Peso	Par	Fuerza axial	Presiones superficiales sobre		Peso
dxD	L1	L2	L3	B		D1	12,9			Par de apriete	Eje				Moyú	Eje	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	Nr x tipo	Ms	Nm	KN	N/mm ²	N/mm ²	Kg	Nm	KN	N/mm ²	N/mm ²	Kg
20 x 47	26	30	41	47	53	6 x M6	17	540	54	280	120	0,4	330	34	175	75	0,5
22 x 47	26	30	41	47	53	6 x M6	17	600	54	255	120	0,4	370	34	160	75	0,5
24 x 50	26	30	41	47	56	6 x M6	17	650	54	235	115	0,4	400	34	145	70	0,5
25 x 50	26	30	41	47	56	6 x M6	17	680	54	225	115	0,4	420	34	140	70	0,5
28 x 55	26	30	41	47	61	6 x M6	17	760	54	200	105	0,5	470	34	125	65	0,6
30 x 55	26	30	41	47	61	6 x M6	17	820	54	185	105	0,5	510	34	115	65	0,6
32 x 60	26	30	41	47	66	8 x M6	17	1160	73	235	125	0,6	720	45	145	80	0,7
35 x 60	26	30	41	47	66	8 x M6	17	1270	73	215	125	0,5	790	45	135	80	0,6
38 x 65	26	30	41	47	71	8 x M6	17	1380	73	200	115	0,6	860	45	125	70	0,8
40 x 65	26	30	41	47	71	8 x M6	17	1450	73	190	115	0,6	900	45	120	70	0,6
42 x 75	30	35	49	57	81	6 x M8	41	2130	101	215	120	1	1320	63	135	75	1,2
45 x 75	30	35	49	57	81	6 x M8	41	2280	101	200	120	1	1410	63	125	75	1,1
48 x 80	30	35	49	57	86	6 x M8	41	2430	101	190	115	1,1	1510	63	120	70	1,3
50 x 80	30	35	49	57	86	6 x M8	41	2530	101	180	115	1	1570	63	110	70	1,1
55 x 85	30	35	49	57	91	8 x M8	41	3700	135	220	140	1,1	2310	84	135	90	1,2
60 x 90	30	35	49	57	96	8 x M8	41	4000	135	200	135	1,2	2520	84	124	85	1,3
65 x 95	30	35	49	57	102	8 x M8	41	4380	135	185	125	1,3	2730	84	115	80	1,4
70 x 110	40	45	59	69	117	8 x M10	83	7500	214	205	130	2,2	4650	133	125	80	2,5
75 x 115	40	45	59	69	122	8 x M10	83	8000	214	190	125	2,5	5000	133	120	80	2,6
80 x 120	40	45	59	69	127	8 x M10	83	8560	214	180	120	2,6	5330	133	110	75	2,8
85 x 125	40	45	59	69	132	10 x M10	83	11370	268	210	145	2,8	7080	167	130	90	2,8
90 x 130	40	45	59	69	137	10 x M10	83	12000	268	200	135	2,7	7500	167	125	85	3
95 x 135	40	45	59	69	142	10 x M10	83	12600	268	190	130	2,9	7900	167	115	85	3
100 x 145	46	52	68	80	153	8 x M12	145	15580	312	180	125	3,9	9700	194	115	80	5,5
110 x 155	46	52	68	80	163	8 x M12	145	17100	312	165	115	4,2	10650	194	100	75	4,8
120 x 165	46	52	68	80	173	10 x M12	145	23370	390	190	135	4,8	14550	243	120	85	5,5
130 x 180	46	52	68	80	188	12 x M12	145	30380	467	210	150	5	18950	291	130	95	6
140 x 190	50	57	76	90	199	8 x M14	230	29900	428	165	120	6,5	18650	267	100	75	7,5
150 x 200	50	57	76	90	209	10 x M14	230	40000	535	190	145	7	25000	333	120	90	7,7
160 x 210	50	57	76	90	219	10 x M14	230	42750	535	180	135	7	26650	333	110	85	8
170 x 225	50	57	76	90	234	12 x M14	230	54500	641	200	150	8,5	34000	400	125	95	9,8
180 x 235	50	57	76	90	244	12 x M14	230	57700	641	190	145	9	36000	400	120	90	9,8

Para diámetros mayores o en pulgadas, por favor contáctenos

ATENCION: Es posible disminuir el par de apriete de los tornillos Ms hasta un 60% del valor indicado en la tabla. De igual manera Mt, F ax, Pw y Pn disminuyen proporcionalmente.



La experiencia y saber hacer de **Amenabar** en el desarrollo y fabricación de cadenas y aparatos de elevación, hace que nuestras cadenas sean sinónimo de seguridad y calidad, siendo objeto de especificación en muchas industrias como ingenierías, astilleros, siderurgia, pesca, etc.

La cadena **Amenabar** Grado-30 está fabricada con maquinaria de alta tecnología, y con materiales calmados según Normas DIN-17115. La cadena Grado-30 está fabricada según Normas DIN y cada lote de fabricación es aceptado tras el resultado satisfactorio de la inspección de muestras.

Las cargas indicadas en las tablas sólo son valores teóricos, y las cadenas no han sido probadas respecto a resistencia.

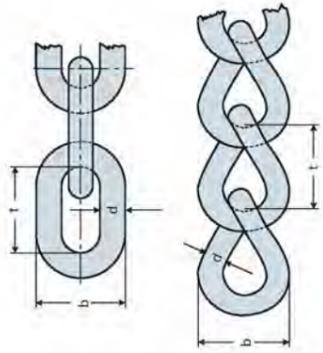
La cadena será probada en su totalidad, bajo pedido, emitiendo **Amenabar** su correspondiente certificado de prueba.

Precauciones

- Nunca superar la Carga de Trabajo.
- La carga de trabajo de la cadena puede ser reducida por su abuso o mal uso (retorcer, desfigurar, deterioro por deformación, uso ó corrosión, exceder la carga de trabajo máxima, etc.).
- Esta cadena **no es apta** para elevación.

Algunos aspectos relativos al suministro de la cadena en tira

- **Acabado:**
Pulido, Galvanizado Electrolítico (Zincado), Galvanizado al Fuego, Cementado, Pintado, etc.
- **Envasado:**
En sacos de 50 Kg. hasta Ø 10 mm. Desde Ø 12 mm. en atados de 100 Kg. Opcionalmente en Bidones metálicos de 50 Kg. y de 500 Kg. Para Cajas de cartón de 10, 20 ó 25 Kg., consultar.
- **Unidad de pedido:**
Cadena DIN-766 en fracciones de 50 m. Resto de cadenas en fracciones de 50 Kg.



Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso.		Coef. seg. crg. trab. máxima		Carga de prueba		Carga de rotura	
mm.	inches	mm.	inches	mm.	inches	Kg./m.		4:1 Kg	5:1 Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
2	5/64	14	0,551	9	0,354	0,09	-	-	-	-	-	-	-
2,5	7/64	16	0,630	10	0,394	0,12	-	-	-	-	-	-	-
3	1/8	19	0,748	12	0,462	0,17	70	56	140	280	140	280	
4	5/32	22	0,866	15	0,590	0,30	157	125	314	628	314	628	
5	3/16	25	0,984	18	0,790	0,46	245	196	490	982	490	982	
6	7/32	27	1,063	21	0,827	0,70	400	320	800	1.600	800	1.600	
7	1/4	28	1,102	25	0,984	0,97	575	460	1.150	2.300	1.150	2.300	
8	5/16	32	1,260	28	1,102	1,26	750	600	1.500	3.000	1.500	3.000	
9	11/32	36	1,417	31	1,220	1,65	950	760	1.900	3.800	1.900	3.800	
10	3/8	40	1,575	34	1,338	1,97	1.175	940	2.350	4.700	2.350	4.700	

Empleo principal: Industria, agricultura, ganadería, así como para usos generales.

Cadena DIN-764

Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso.		Coef. seg. crg. trab. máxima		Carga de prueba		Carga de rotura	
mm.	inches	mm.	inches	mm.	inches	Kg./m.		4:1 Kg	5:1 Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
8	5/16	28	1,102	27	1,063	1,32	750	600	1.500	3.000	1.500	3.000	
10	3/8	35	1,378	34	1,338	2,07	1.175	940	2.350	4.700	2.350	4.700	
12	15/32	42	1,654	41	1,614	2,98	1.675	1.340	3.350	6.700	3.350	6.700	
13	1/2	45	1,772	44	1,732	3,50	1.975	1.580	3.950	7.900	3.950	7.900	
14	9/16	49	1,929	48	1,890	4,06	2.300	1.840	4.600	9.200	4.600	9.200	
16	5/8	56	2,205	54	2,126	5,28	3.000	2.400	6.000	12.000	6.000	12.000	
18	11/16	63	2,480	60	2,362	6,56	3.800	3.050	7.600	15.200	7.600	15.200	
20	3/4	70	2,756	67	2,638	8,60	4.700	3.760	9.400	18.800	9.400	18.800	
22	7/8	77	3,032	77	3,032	10,-	5.700	4.560	11.400	22.800	11.400	22.800	

Empleo principal: para transportadores continuos, transportadores de cangilones y minería, rodillos lisos y usos generales.

Clase A: Calibrada y probada (a indicar expresamente en el pedido).

Clase B: sin calibrar ni probar (suministrado como estándar).

En las cadenas de Clase A, bajo pedido, y tras poner a nuestra disposición la rueda de alveolos o nuez,

Amenabar garantiza el ajuste perfecto entre la cadena y la rueda, emitiendo su correspondiente certificado de prueba.

Cadena de eslabón largo

Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso.		Coef. seg. crg. trab. máxima		Carga de prueba		Carga de rotura	
mm.	inches	mm.	inches	mm.	inches	Kg./m.		4:1 Kg	5:1 Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
4	5/32	32	1,260	15	0,590	0,27	175	125	314	628	314	628	
5	3/16	36	1,417	19	0,748	0,48	245	196	490	982	490	982	
7	1/4	36	1,417	25	0,984	0,90	575	460	1.150	2.300	1.150	2.300	
8	5/16	40	1,575	28	1,102	1,16	750	600	1.500	3.000	1.500	3.000	
10	3/8	50	1,969	34	1,338	1,85	1.175	940	2.350	4.700	2.350	4.700	
12	15/32	60	2,362	41	1,614	2,62	1.675	1.340	3.350	6.700	3.350	6.700	
14	9/16	70	2,756	48	1,890	3,60	2.300	1.840	4.600	9.200	4.600	9.200	

Empleo principal: Agricultura, industria, ganadería, así como para usos generales.

Cadena ovalada

Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso.		Coef. seg. crg. trab. máxima		Carga de prueba		Carga de rotura	
mm.	inches	mm.	inches	mm.	inches	Kg./m.		4:1 Kg	5:1 Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
5	3/16	33	1,299	29	1,142	0,45	245	196	490	982	490	982	
6	7/32	33	1,299	31	1,220	0,68	400	320	800	1.600	800	1.600	
7	1/4	36	1,417	34	1,338	0,94	575	460	1.150	2.300	1.150	2.300	
8	5/16	36	1,417	36	1,417	1,25	750	600	1.500	3.000	1.500	3.000	
9	11/32	45	1,772	43	1,693	1,60	950	760	1.900	3.800	1.900	3.800	
10	3/8	45	1,772	43	1,693	1,90	1.175	940	2.350	4.700	2.350	4.700	

Empleo principal: en carrocerías para acoplar en remolques de camiones.

Cadena DIN-766

Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso.		Coef. seg. crg. trab. máxima		Carga de prueba		Carga de rotura	
mm.	inches	mm.	inches	mm.	inches	Kg./m.		4:1 Kg	5:1 Kg	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
4	5/32	16	0,630	14	0,551	0,32	185	150	370	750	370	750	
5	3/16	18,5	0,728	17	0,689	0,52	275	220	550	1.100	550	1.100	
6	7/32	18,5	0,728	20	0,787	0,78	400	320	800	1.600	800	1.600	
7	1/4	22	0,866	23	0,906	1,-	575	460	1.150	2.300	1.150	2.300	
8	5/16	24	0,945	26	1,024	1,40	750	600	1.500	3.000	1.500	3.000	
9	11/32	27	1,063	30	1,181	1,75	950	760	1.900	3.800	1.900	3.800	
10	3/8	28	1,102	34	1,339	2,25	1.175	940	2.350	4.700	2.350	4.700	
12	15/32	34	1,339	40	1,575	3,25	1.675	1.340	3.350	6.700	3.350	6.700	
13	1/2	36	1,417	44	1,732	3,84	1.975	1.580	3.950	7.900	3.950	7.900	
14	9/16	41	1,614	47	1,850	4,45	2.300	1.840	4.600	9.200	4.600	9.200	
16	5/8	45	1,772	54	2,126	5,80	3.000	2.400	6.000	12.000	6.000	12.000	

Empleo principal: Usos navales, transportadores continuos, elevadores de cangilones y minería, ascensores, redes de pesca, y usos generales.

- Clase A: Calibrada y Probada (a indicar expresamente en el pedido).

- Clase B: Sin Calibrar ni Probar (suministrado como estándar).

Unidad de pedido: Fracciones de 50 m. y sus múltiplos.

En las cadenas de Clase A, bajo pedido, y tras poner a nuestra disposición la rueda de alveolos o nuez, **Amenabar** garantiza el ajuste perfecto entre la cadena y la rueda, emitiendo su correspondiente certificado de prueba.

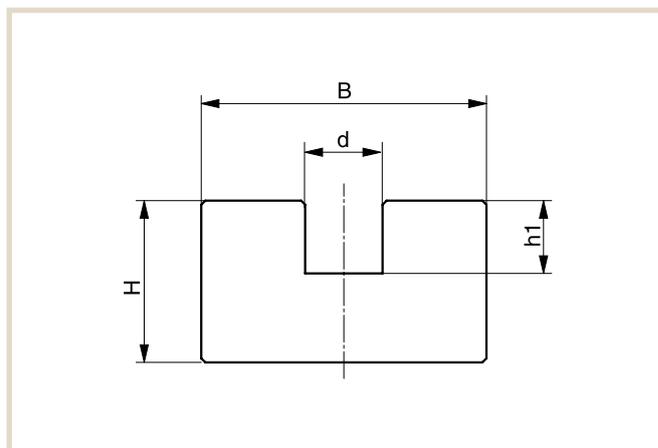
Chain guides for round link chains as per DIN 766/764

TYPE R



Nominal thickness d, DIN 766/764	B	H	d	h ₁	Article no.
6	30	15	7.0	7	231 010 001
8	38	20	9.0	9	231 010 002
10	45	25	11.5	11	231 010 003
13	55	30	15.0	15	231 010 004

Dimensions in mm

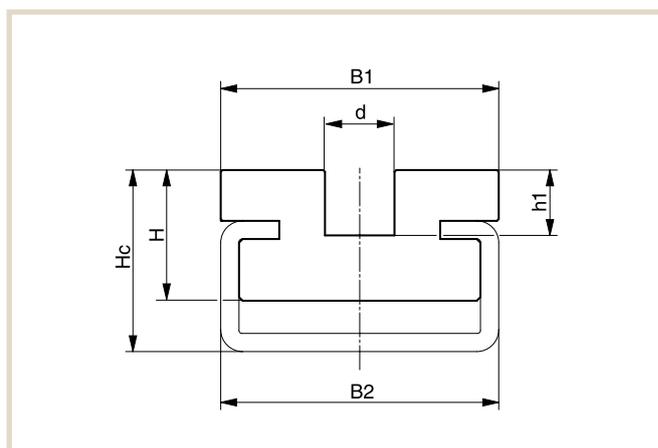


TYPE CRU



Nominal thickness d, DIN 766/764	C profile type	B ₁	B ₂	H	H _c	d	h ₁	Article no.
6		30		14	18	7.0	7	231 110 005
	C5		28					351 020 005
8		38		18	25	9.5	9	231 110 006
	C9		38					351 020 009
10		45		18	28	11.5	11	231 110 007
	C9		38					351 020 009
13		60		25	33	15.0	15	231 110 008
	C12		60					351 020 012

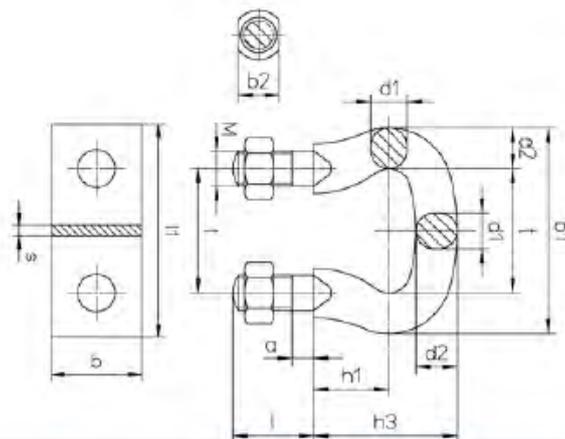
Dimensions in mm For round link chains that do not comply with DIN 766 or DIN 764 please specify dimensions.



Arcos de cadena DIN 5699

Valores de fuerza de rotura superiores a los de los arcos de cadena DIN 745 lo que proporciona una mayor seguridad funcional. En el caso de elevadores de cangilones con arco de cadena DIN 745 ya disponible, es preciso observar que la distancia al centro de la cadena aumenta en cangilones con sujeción lateral.

Acabado superficial: lubricado con aceite



Arcos de cadena DIN 5699	t	a	b1	b2	d1	d2	M	h1	h3	l	Peso* [kg/ud.]	Fuerza de rotura mín.		Oreja distanciadora			Peso [kg/ud.]
												C45 vi [kN]	G80 E10 vi ** [kN]	l1 [mm]	b [mm]	s [mm]	
	35	8	59	11	10	12	M10	23	43	25	0,14	50	56	65	30	5	0,07
	45	8	75	13	13	15	M12	28	53	30	0,26	85	95	75	30	5	0,08
	56	10	92	17	16	18	M14	34	64	35	0,34	125	140	95	40	6	0,17
	63	10	105	20	18	21	M16	37	71	40	0,60	160	180	110	40	6	0,21
	70	12	116	23	20	23	M20	42	80	45	0,87	200	224	120	50	6	0,25
	80	12	132	25	23	26	M20	47	89	45	1,12	265	280	130	50	6	0,27
	91	14	149	29	26	29	M24	52	99	55	1,86	335	355	150	60	8	0,56
	105	14	173	31	30	34	M24	60	114	55	2,56	450	500	165	60	8	0,62
	126	18	206	37	36	40	M30	71	134	65	4,40	630	700	200	70	10	0,97
	147	22	241	42	42	47	M36	81	157	75	7,30	850	950	230	80	12	1,73

* Incl. 2 tuercas, sin oreja distanciadora.

** Calidad G80 E10 vi bajo solicitud.

Volumen de suministro

Arcos de cadena y 2 tuercas hexagonales DIN 934-8

Ejemplo de pedido

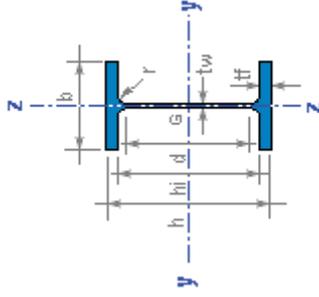
100 arcos de cadena 91 DIN 5699 C45 vi

Grado	C45 vi	G80 E10 vi
Tensión de ensayo [N/mm ²]	125	125
Tensión de rotura [N/mm ²]	280	300
Dureza superficial de articulación HV 10 mín.	600	750
Profundidad de dureza HTÁ ... d mín.	0,1 x d*	0,1 x d*
Profundidad de templado de articulación EHT 550 ... d mín.	0,06 x d*	0,06 x d*
Profundidad de templado por cementación EHT 550 HV 3 ... d mín.	0,06	0,06

* Diámetro de arco d1

Perfil CELSA Versión 1.01

Catálogo de Perfiles IPE Laminados
Propiedades Geométricas y Mecánicas



Perfil IPE

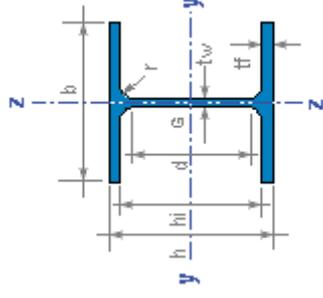
Designación	M	P	h	b	tw	tf	r	d	hi	A	Iy	Wy	Iy	Wply	Iz	Wz	iz	Wplz	It	Iw	AL	AG	AVz	Sy	Sy
	kg/m	kN/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ⁶	m ² /m	m ² /t	cm ²	cm ³	cm
IPE 80	6.0	0.060	80	46	3.8	5.2	5	59.6	69.6	7.6	80	20.0	3.24	23.2	8	3.7	1.05	5.8	0.7	119	0.328	54.63	3.58	11.6	6.9
IPE 100	8.1	0.081	100	55	4.1	5.7	7	74.6	88.6	10.3	171	34.2	4.07	39.4	16	5.8	1.24	9.1	1.2	354	0.400	49.33	5.09	19.7	8.7
IPE 120	10.4	0.104	120	64	4.4	6.3	7	93.4	107.4	13.2	318	53.0	4.90	60.7	28	8.6	1.45	13.6	1.7	894	0.475	45.82	6.31	30.4	10.5
IPE 140	12.9	0.129	140	73	4.7	6.9	7	112.2	126.2	16.4	541	77.3	5.74	88.3	45	12.3	1.65	19.2	2.4	1989	0.551	42.70	7.64	44.2	12.3
IPE 160	15.8	0.158	160	82	5.0	7.4	9	127.2	145.2	20.1	869	108.7	6.58	123.9	68	16.7	1.84	26.1	3.5	3977	0.623	39.47	9.66	61.9	14.0
IPE 180	18.8	0.188	180	91	5.3	8.0	9	146.0	164.0	23.9	1317	146.3	7.42	166.4	101	22.2	2.05	34.6	4.7	7459	0.698	37.13	11.25	83.2	15.8
IPE 200	22.4	0.224	200	100	5.6	8.5	12	159.0	183.0	28.5	1943	194.3	8.26	220.7	142	28.5	2.24	44.6	6.9	13052	0.768	34.35	14.00	110.3	17.6
IPE 220	26.2	0.262	220	110	5.9	9.2	12	177.6	201.6	33.4	2772	252.0	9.11	285.4	205	37.3	2.48	58.1	9.0	22761	0.848	32.35	15.88	142.7	19.4
IPE 240	30.7	0.307	240	120	6.2	9.8	15	190.4	220.4	39.1	3892	324.3	9.97	366.7	284	47.3	2.69	73.9	13.0	37576	0.922	30.02	19.15	183.3	21.2
IPE 270	36.1	0.361	270	135	6.6	10.2	15	219.6	249.6	45.9	5790	428.9	11.23	484.0	420	62.2	3.02	97.0	15.9	70849	1.041	28.86	22.14	242.0	23.9
IPE 300	42.2	0.422	300	150	7.1	10.7	15	248.6	278.6	53.8	8357	557.1	12.46	628.4	604	80.5	3.35	125.2	19.9	126332	1.160	27.46	25.69	314.2	26.6
IPE 330	49.1	0.491	330	160	7.5	11.5	18	271.0	307.0	62.6	11768	713.2	13.71	804.4	788	98.5	3.55	153.7	28.1	199877	1.254	25.52	30.81	402.2	29.3
IPE 360	57.1	0.571	360	170	8.0	12.7	18	298.6	334.6	72.7	16267	903.7	14.95	1019.2	1043	122.8	3.79	191.1	37.4	314646	1.353	23.70	35.14	509.6	31.9
IPE 400	66.3	0.663	400	180	8.6	13.5	21	331.0	373.0	84.5	23131	1156.5	16.55	1307.3	1318	146.4	3.95	229.0	51.3	492149	1.467	22.12	42.70	653.6	35.4
IPE 450	77.6	0.776	450	190	9.4	14.6	21	378.8	420.8	98.8	33746	1499.8	18.48	1701.9	1676	176.4	4.12	276.4	66.7	794246	1.605	20.69	50.85	851.0	39.7
* IPE 500	90.7	0.907	500	200	10.2	16.0	21	426.0	468.0	115.5	48202	1928.1	20.43	2194.3	2142	214.2	4.31	335.9	89.1	1254259	1.744	19.23	59.88	1097.1	43.9
* IPE 550	105.5	1.055	550	210	11.1	17.2	24	467.6	515.6	134.4	67123	2440.8	22.35	2787.2	2668	254.1	4.45	400.5	122.8	1893158	1.877	17.78	72.35	1393.6	48.2
* IPE 600	122.5	1.225	600	220	12.0	19.0	24	514.0	562.0	156.0	92091	3069.7	24.30	3512.7	3387	307.9	4.66	485.7	165.2	2858589	2.015	16.45	83.79	1756.3	52.4

(*) - Suministro bajo demanda

Perfil CELSA Versión 1.01

Catálogo de Perfiles HEA Laminados
Propiedades Geométricas y Mecánicas

Perfil HEA



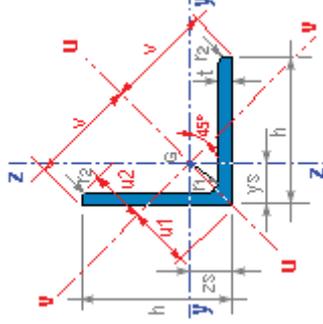
Designación	M	P	h	b	tw	tf	r	d	hi	A	Iy	Iz	Wy	Iy	Wply	Iz	Wz	iz	Wplz	It	Iw	AL	AG	AVz	Sy	sy
	kg/m	kN/m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ⁴	cm ⁶	m ² /m	m ² /t	cm ²	cm ³	cm
HEA 100	16.7	0.167	96	100	5.0	8.0	12	56.0	80.0	21.2	349	83.0	72.8	4.06	83.0	134	26.8	2.51	41.1	5.3	2591	0.561	33.67	7.56	41.5	8.4
HEA 120	19.9	0.199	114	120	5.0	8.0	12	74.0	98.0	25.3	606	119.5	106.4	4.89	119.5	231	38.5	3.02	58.9	6.0	6486	0.677	34.06	8.46	59.8	10.1
HEA 140	24.7	0.247	133	140	5.5	8.5	12	92.0	116.0	31.4	1033	173.5	155.4	5.73	173.5	389	55.6	3.52	84.8	8.1	15086	0.794	32.21	10.13	86.8	11.9
HEA 160	30.4	0.304	152	160	6.0	9.0	15	104.0	134.0	38.8	1673	245.2	220.1	6.57	245.2	616	76.9	3.98	117.6	12.1	31470	0.906	29.77	13.21	122.6	13.6
HEA 180	35.5	0.355	171	180	6.0	9.5	15	122.0	152.0	45.3	2510	324.9	293.6	7.45	324.9	925	102.7	4.52	156.5	14.9	60289	1.024	28.83	14.47	162.4	15.5
HEA 200	42.3	0.423	190	200	6.5	10.0	18	134.0	170.0	53.8	3693	429.5	388.7	8.28	429.5	1336	133.6	4.98	203.8	21.0	108176	1.136	26.88	18.09	214.8	17.2
HEA 220	50.5	0.505	210	220	7.0	11.0	18	152.0	188.0	64.3	5410	519.9	515.3	9.17	568.5	1955	177.7	5.51	270.6	28.6	193506	1.255	24.85	20.68	284.3	19.0
HEA 240	60.3	0.603	230	240	7.5	12.0	21	164.0	206.0	76.8	7764	744.7	675.1	10.05	744.7	2769	230.7	6.00	351.7	42.1	328962	1.369	22.69	25.18	372.3	20.9
HEA 260	68.2	0.682	250	260	7.5	12.5	24	177.0	225.0	86.8	10456	836.5	836.5	10.97	836.5	3668	282.1	6.50	430.2	54.2	517184	1.484	21.77	28.77	459.9	22.7
* HEA 280	76.4	0.764	270	280	8.0	13.0	24	196.0	244.0	97.3	13675	1112.3	1012.9	11.86	1112.3	4763	340.2	7.00	518.1	63.5	786419	1.603	20.99	31.75	556.2	24.6
* HEA 300	88.3	0.883	290	300	8.5	14.0	27	208.0	262.0	112.5	18265	1259.7	1259.7	12.74	1383.4	6310	420.6	7.49	641.2	87.8	1201593	1.717	19.43	37.29	691.7	26.4
* HEA 320	97.6	0.976	310	300	9.0	15.5	27	225.0	279.0	124.4	22931	1479.4	1479.4	13.58	1628.3	6985	465.7	7.49	709.7	111.9	1514579	1.756	17.98	41.14	814.1	28.2
* HEA 340	104.8	1.048	330	300	9.5	16.5	27	243.0	297.0	133.5	27696	1678.5	1678.5	14.40	1850.6	7436	495.7	7.46	756.0	131.4	1827067	1.795	17.13	44.96	925.3	29.9
* HEA 360	112.1	1.121	350	300	10.0	17.5	27	261.0	315.0	142.8	33093	1891.0	1891.0	15.22	2088.7	7887	525.8	7.43	802.3	153.3	2179850	1.834	16.36	48.97	1044.3	31.7
* HEA 400	124.8	1.248	390	300	11.0	19.0	27	298.0	352.0	159.0	45073	2311.4	16.84	2562.0	8564	570.9	7.34	872.9	193.2	2946836	1.912	15.32	57.34	1281.0	35.2	
* HEA 450	139.8	1.398	440	300	11.5	21.0	27	344.0	398.0	178.0	63726	2896.6	18.92	3216.1	9465	631.0	7.29	965.5	250.1	4154360	2.011	14.39	65.79	1608.0	39.6	
* HEA 500	155.1	1.551	490	300	12.0	23.0	27	390.0	444.0	197.5	86980	3550.2	20.98	3949.1	10367	691.1	7.24	1058.5	317.8	5652353	2.110	13.60	74.73	1974.6	44.1	
* HEA 550	166.2	1.662	540	300	12.5	24.0	27	438.0	492.0	211.8	111939	4145.9	22.99	4622.1	10819	721.3	7.15	1106.9	360.4	7201594	2.209	13.29	83.73	2311.1	48.4	
* HEA 600	177.8	1.778	590	300	13.0	25.0	27	486.0	540.0	226.5	141217	4787.0	24.97	5350.7	11271	751.4	7.05	1155.7	406.9	8995218	2.308	12.98	93.22	2675.3	52.8	

(*) - Suministro bajo demanda

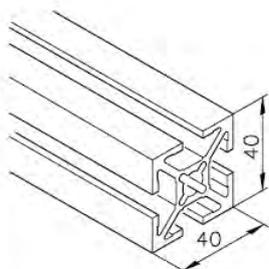
Perfil CELSA Versión 1.01

Catálogo de Perfiles Angulares de Lados Iguales Laminados
Propiedades Geométricas y Mecánicas

Angular de lados iguales



Designación	M kg/m	P kN/m	h mm	t mm	r1 mm	r2 mm	A cm ²	Iy=Iz cm ⁴	Wy=Wz cm ³	Iy=Iz cm	Iu cm ⁴	Iv cm ⁴	iy cm	iz cm	yz cm	u1 cm	u2 cm	v cm	AL m ² /m	AG m ² /t		
L 40x40x4	2.42	0.024	40	4.0	6.0	3.0	3.08	4.47	1.55	1.21	7.09	1.52	1.86	0.78	2.6	1.12	1.12	1.58	1.40	2.83	0.155	64.07
* L 40x40x5	2.97	0.030	40	5.0	6.0	3.0	3.79	5.43	1.91	1.20	8.59	1.51	2.26	0.77	3.2	1.16	1.16	1.64	1.41	2.83	0.155	52.07
* L 40x40x6	3.52	0.035	40	6.0	6.0	3.0	4.48	6.31	2.26	1.19	9.97	1.49	2.65	0.77	3.7	1.20	1.20	1.70	1.43	2.83	0.155	44.04
L 45x45x4	2.74	0.027	45	4.0	7.0	3.5	3.49	6.43	1.97	1.36	10.18	1.71	2.68	0.88	3.8	1.23	1.23	1.75	1.57	3.18	0.174	63.46
L 45x45x4.5	3.06	0.031	45	4.5	7.0	3.5	3.90	7.15	2.20	1.35	11.32	1.70	2.97	0.87	4.2	1.26	1.26	1.78	1.58	3.18	0.174	56.83
L 45x45x5	3.38	0.034	45	5.0	7.0	3.5	4.30	7.84	2.43	1.35	12.42	1.70	3.26	0.87	4.6	1.28	1.28	1.81	1.58	3.18	0.174	51.51
* L 45x45x6	4.00	0.040	45	6.0	7.0	3.5	5.09	9.16	2.88	1.34	14.49	1.69	3.82	0.87	5.3	1.32	1.32	1.87	1.59	3.18	0.174	43.52
L 50x50x4	3.06	0.031	50	4.0	7.0	3.5	3.89	8.97	2.46	1.52	14.22	1.91	3.73	0.98	5.2	1.36	1.36	1.92	1.75	3.54	0.194	63.49
L 50x50x5	3.77	0.038	50	5.0	7.0	3.5	4.80	10.96	3.05	1.51	17.38	1.90	4.54	0.97	6.4	1.40	1.40	1.99	1.76	3.54	0.194	51.46
* L 50x50x6	4.47	0.045	50	6.0	7.0	3.5	5.69	12.84	3.61	1.50	20.34	1.89	5.34	0.97	7.5	1.45	1.45	2.04	1.77	3.54	0.194	43.41
* L 50x50x7	5.15	0.052	50	7.0	7.0	3.5	6.56	14.61	4.16	1.49	23.11	1.88	6.11	0.96	8.5	1.49	1.49	2.10	1.78	3.54	0.194	37.66
* L 50x50x8	5.82	0.058	50	8.0	7.0	3.5	7.41	16.28	4.68	1.48	25.69	1.86	6.87	0.96	9.4	1.52	1.52	2.16	1.80	3.54	0.194	33.34
L 60x60x5	4.57	0.046	60	5.0	8.0	4.0	5.82	19.37	4.45	1.82	30.71	2.30	8.03	1.17	11.3	1.64	1.64	2.32	2.11	4.24	0.233	51.04
L 60x60x6	5.42	0.054	60	6.0	8.0	4.0	6.91	22.79	5.28	1.82	36.14	2.29	9.44	1.17	13.4	1.69	1.69	2.39	2.11	4.24	0.233	42.99
* L 60x60x8	7.09	0.071	60	8.0	8.0	4.0	9.03	29.15	6.89	1.80	46.14	2.26	12.16	1.16	17.0	1.77	1.77	2.50	2.14	4.24	0.233	32.89
* L 60x60x10	8.69	0.087	60	10.0	8.0	4.0	11.07	34.93	8.41	1.78	55.06	2.23	14.80	1.16	20.1	1.85	1.85	2.61	2.17	4.24	0.233	26.83
* L 70x70x5	5.37	0.054	70	5.0	9.0	4.5	6.84	31.23	6.10	2.14	49.49	2.69	12.97	1.38	18.3	1.88	1.88	2.66	2.46	4.95	0.272	50.73
L 70x70x6	6.38	0.064	70	6.0	9.0	4.5	8.13	36.88	7.27	2.13	58.49	2.68	15.26	1.37	21.6	1.93	1.93	2.73	2.46	4.95	0.272	42.68
L 70x70x7	7.38	0.074	70	7.0	9.0	4.5	9.40	42.29	8.41	2.12	67.08	2.67	17.50	1.36	24.8	1.97	1.97	2.79	2.47	4.95	0.272	36.91
* L 70x70x8	8.36	0.084	70	8.0	9.0	4.5	10.65	47.48	9.52	2.11	75.28	2.66	19.69	1.36	27.8	2.01	2.01	2.85	2.48	4.95	0.272	32.58
* L 70x70x10	10.27	0.103	70	10.0	9.0	4.5	13.09	57.24	11.66	2.09	90.52	2.63	23.96	1.35	33.3	2.09	2.09	2.96	2.51	4.95	0.272	26.50
L 80x80x6	7.34	0.073	80	6.0	10.0	5.0	9.35	55.81	9.57	2.44	88.51	3.08	23.12	1.57	32.7	2.17	2.17	3.07	2.81	5.66	0.311	42.44
* L 80x80x7	8.49	0.085	80	7.0	10.0	5.0	10.82	64.18	11.09	2.44	101.82	3.07	26.53	1.57	37.6	2.21	2.21	3.13	2.82	5.66	0.311	36.67
L 80x80x8	9.63	0.096	80	8.0	10.0	5.0	12.27	72.24	12.57	2.43	114.60	3.06	29.87	1.56	42.4	2.26	2.26	3.19	2.83	5.66	0.311	32.34
* L 80x80x10	11.86	0.119	80	10.0	10.0	5.0	15.11	87.49	15.45	2.41	138.62	3.03	36.37	1.55	51.1	2.34	2.34	3.30	2.85	5.66	0.311	26.26
* L 80x80x12	14.03	0.140	80	12.0	10.0	5.0	17.87	101.68	18.20	2.39	160.68	3.00	42.69	1.55	59.0	2.41	2.41	3.41	2.89	5.66	0.311	22.20



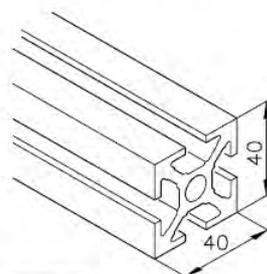
Perfil mk 2040.40
(40x40) ligero

1,64 kg/m

Long. de stock	54.40.5100
Recorte	54.40.



Perfiles curvados
véase la página 21



Perfil mk 2040.01
(40x40)

2,00 kg/m

Long. de stock	54.01.5100
Long. de stock	54.01.6100
Recorte	54.01.



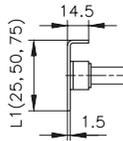
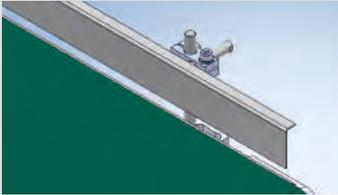


Listones de guías laterales

Dependiendo de la aplicación y del producto se dispone de un gran número de listones de guías laterales como chapas, barras redondas o perfiles con listones deslizantes para elegir. En combinación con los soportes de guía lateral ajustables se garantiza un posicionamiento óptimo de los productos.

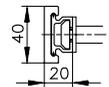
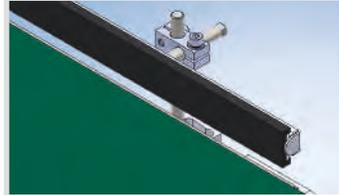
Tipo 01 de listón de guía

B17.01.013



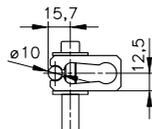
Tipo 22 de listón de guía

B17.01.014



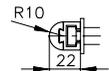
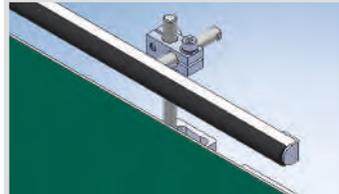
Tipo 11 de listón de guía

B17.01.017



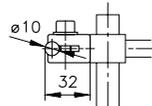
Tipo 23 de listón de guía

B17.01.015



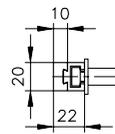
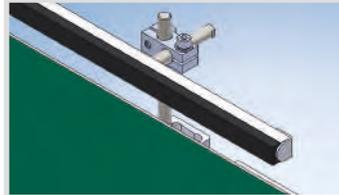
Tipo 12 de listón de guía

B17.01.018



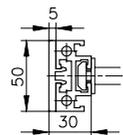
Tipo 24 de listón de guía

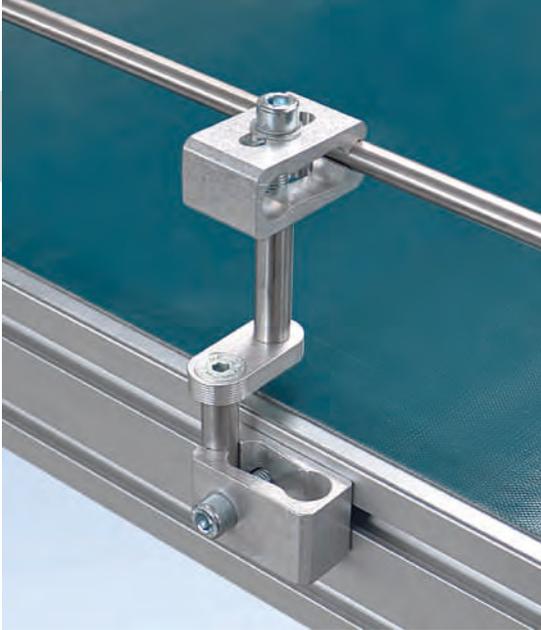
B17.01.016



Tipo 21 de listón de guía

B17.01.010





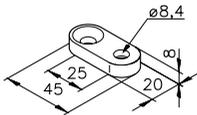
Componentes individuales

Piezas de apriete para barras redondas

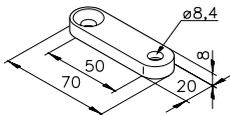
Material: Aluminio pulido

Tuercas para barras redondas

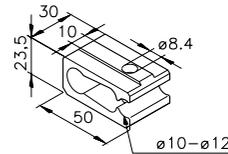
Material: Aluminio pulido



Tuerca 25 mm
34.09.0003

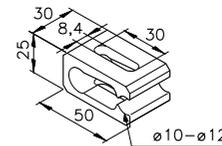


Tuerca 50 mm
34.09.0004

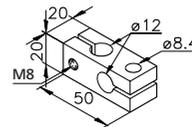


Pieza de apriete 1
30.00.0001

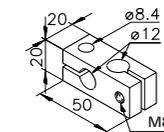
para anchura de ranura 10 mm



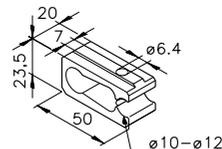
Pieza de apriete 2
30.00.0002



Pieza de apriete 3
 derecha
30.00.0013ZN

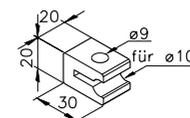


Pieza de apriete 3
 izquierda
30.00.0047ZN



Pieza de apriete
30.00.0017

para anchura de ranura 7 mm



Pieza de apriete
30.00.0038

Componentes individuales

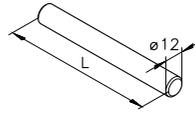
Barras redondas

Material: Acero inoxidable

Barra \varnothing 12 **7000AD.***

2 biseles

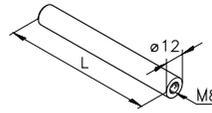
Long. de almacenamiento
50, 75, 100, 150, 200
y 250 mm



Barra \varnothing 12 **7000AA....***

Rosca interior M8 a un lado

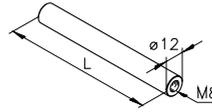
Long. de almacenamiento
50, 75, 100, 150 y 200 mm



Barra \varnothing 12 **7000AF.***

Rosca interior M8
a ambos lados

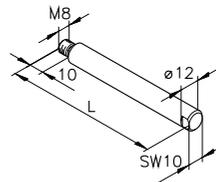
Long. de almacenamiento
50, 75, 100 y 150 mm



Barra \varnothing 12 **7000CC.***

Rosca exterior M8 a un lado

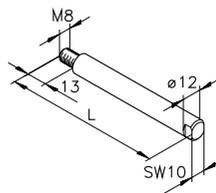
Long. de almacenamiento
50, 75 y 100 mm



Barra \varnothing 12 **7000CA.***

Rosca exterior M8 a un lado

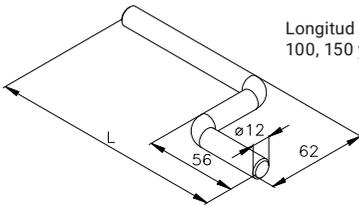
Long. de almacenamiento
50, 75 y 100 mm



Barra \varnothing 12 **7000DB.***

Rosca exterior M8 a un lado

Longitud de almacenamiento
100, 150 y 200 mm



* Longitud en mm (4 cifras)

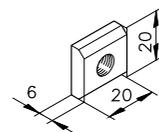
Tuercas

Es posible solicitar tuercas para la unión de accesorios como iniciadores, topes, soportes, etc.

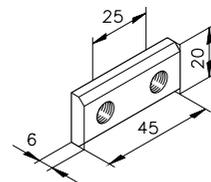
Material: Acero galvanizado

Tuercas para ranura del perfil 10 mm

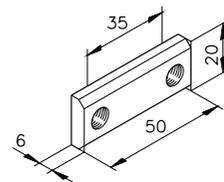
(todos los sistemas con excepción de GUF-P MINI)



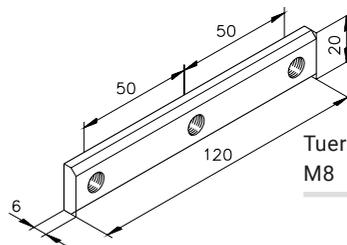
Tuerca 1	
M6	34.02.0008
M8	34.01.0001



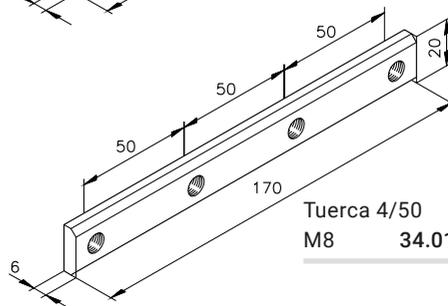
Tuerca 2/25	
M6	34.02.0010
M8	34.01.0002



Tuerca 2/35	
M8	34.01.0011



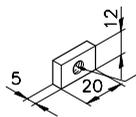
Tuerca 3/50	
M8	34.01.0006



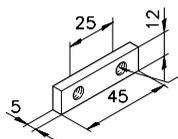
Tuerca 4/50	
M8	34.01.0007

Tuercas para ranura del perfil 7 mm

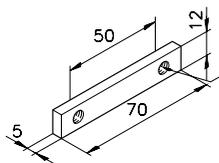
(GUF-P MINI)



Tuerca 1 sin bisel	
M6	34.02.0001



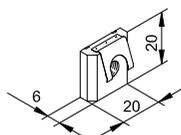
Tuerca 2/25	
M6	34.02.0002



Tuerca 2/50	
M6	34.02.0003

Tuercas para ranura del perfil 10 mm

(todos los sistemas con excepción de GUF-P MINI)



Tuerca 1 con chapa de fleje	
M6	34.02.0051
M8	34.01.0051



Tuerca 1 ESD con chapa de fleje	
M6	34.02.0050
M8	34.01.0050

Dispositivos tensores

Dispositivo tensor



Fuerza de tensión F

Fuerzas de tensión para la posición "normal" de la palanca para SE/SE-G/SE-R/SE-F/SE-I

Tamaño SE	Pretensión $\leq 10^\circ$		Pretensión $\leq 20^\circ$		Pretensión $\leq 30^\circ$	
	F [N]	s [mm]	F [N]	s [mm]	F [N]	s [mm]
11	18	14	48	27	96	40
15	25	17	65	34	135	50
18	75	17	185	34	350	50
27	150	23	380	44	810	65
38	280	30	720	60	1500	88
45	520	39	1350	77	2650	113
50	740	43	2150	86	4200	125

La fuerza de tensión puede ajustarse continuamente. El ángulo máximo de pretensión es de 30° fuera de la posición neutral.

Cuando se fijan los piñones, los jinetes y los rodillos en la posición del brazo "dura", la fuerza de tensión aumentará un 25% aproximadamente.

SE-W: Fuerza de tensión un 40% menor que las versiones estándar (Rubmix 40).

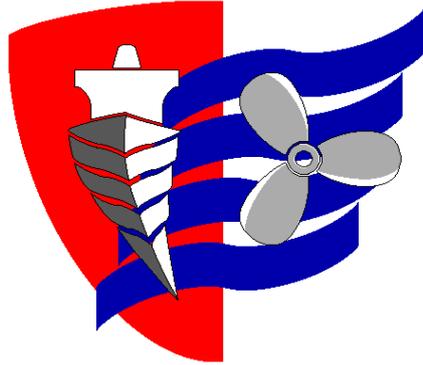
SE-FE: ver SE-FE en el capítulo 5.

Par de apriete M_A

	Calidad 8.8	Calidad 12.9 para SE-F/SE-FE
M6	10 Nm	17 Nm
M8	25 Nm	41 Nm
M10	49 Nm	83 Nm
M12	86 Nm	145 Nm
M16	210 Nm	355 Nm
M20	410 Nm	690 Nm
M24	750 Nm	

Tabla que menciona el par de apriete del tornillo central (incluido en el suministro).

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

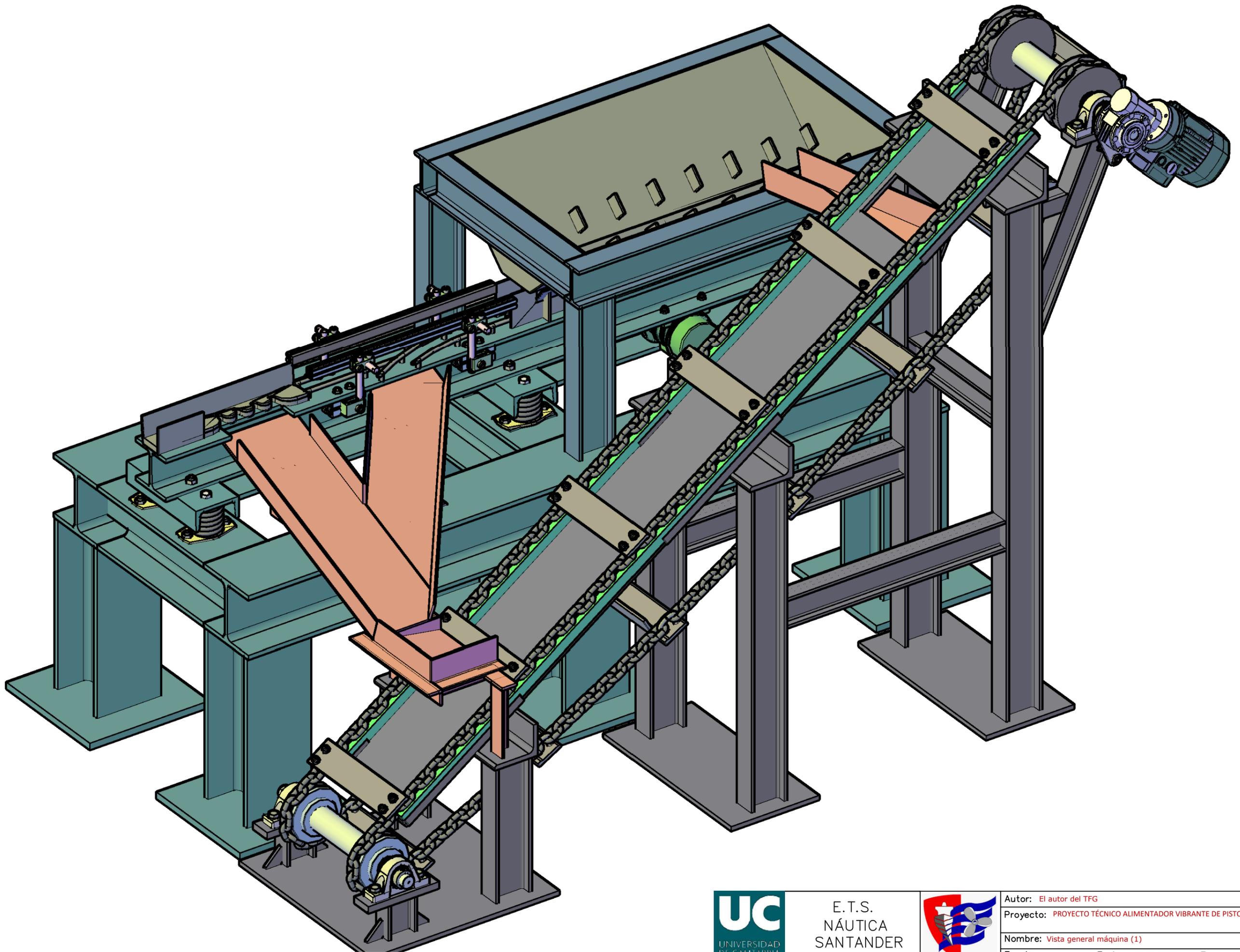


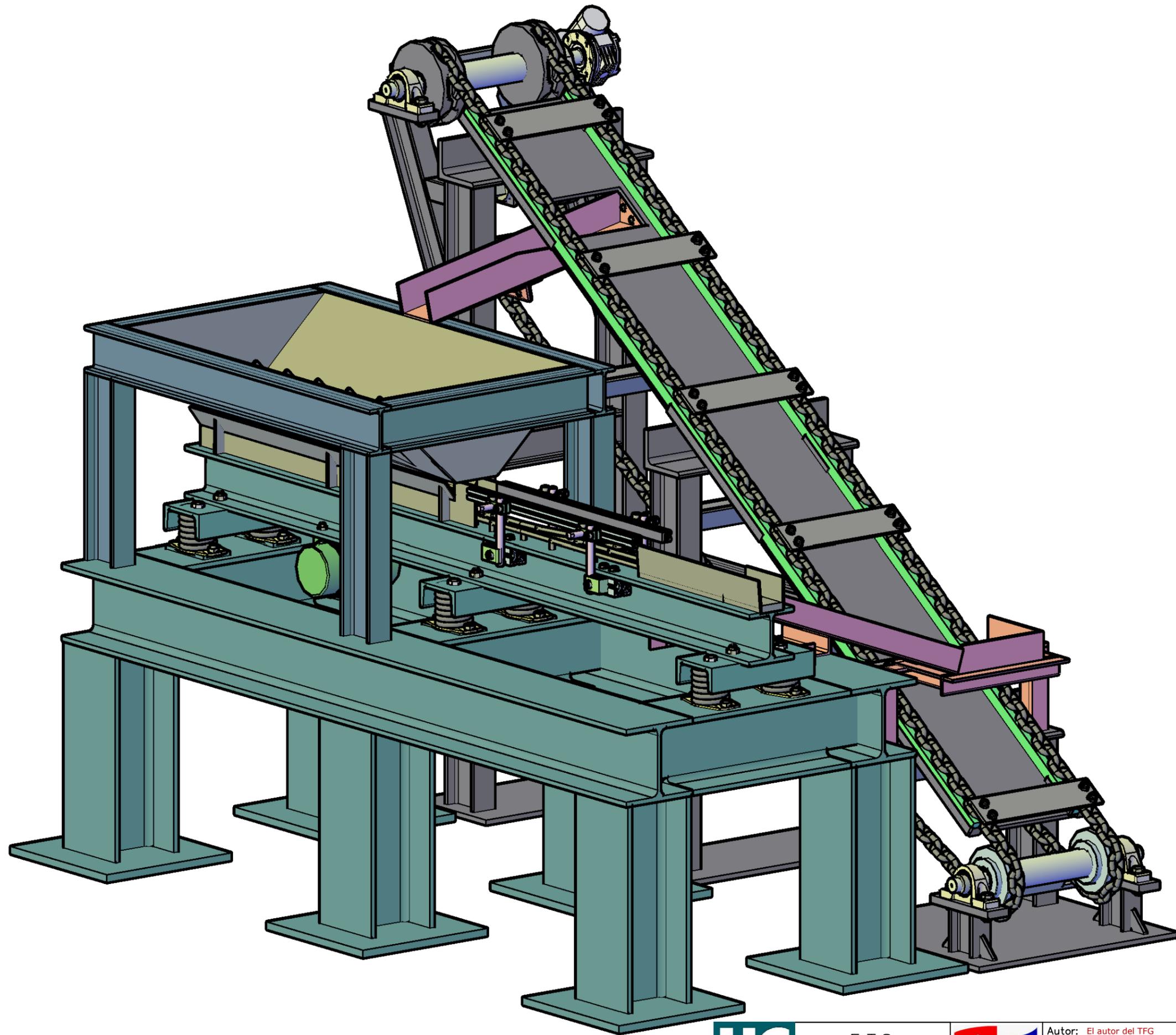
5. PLANOS

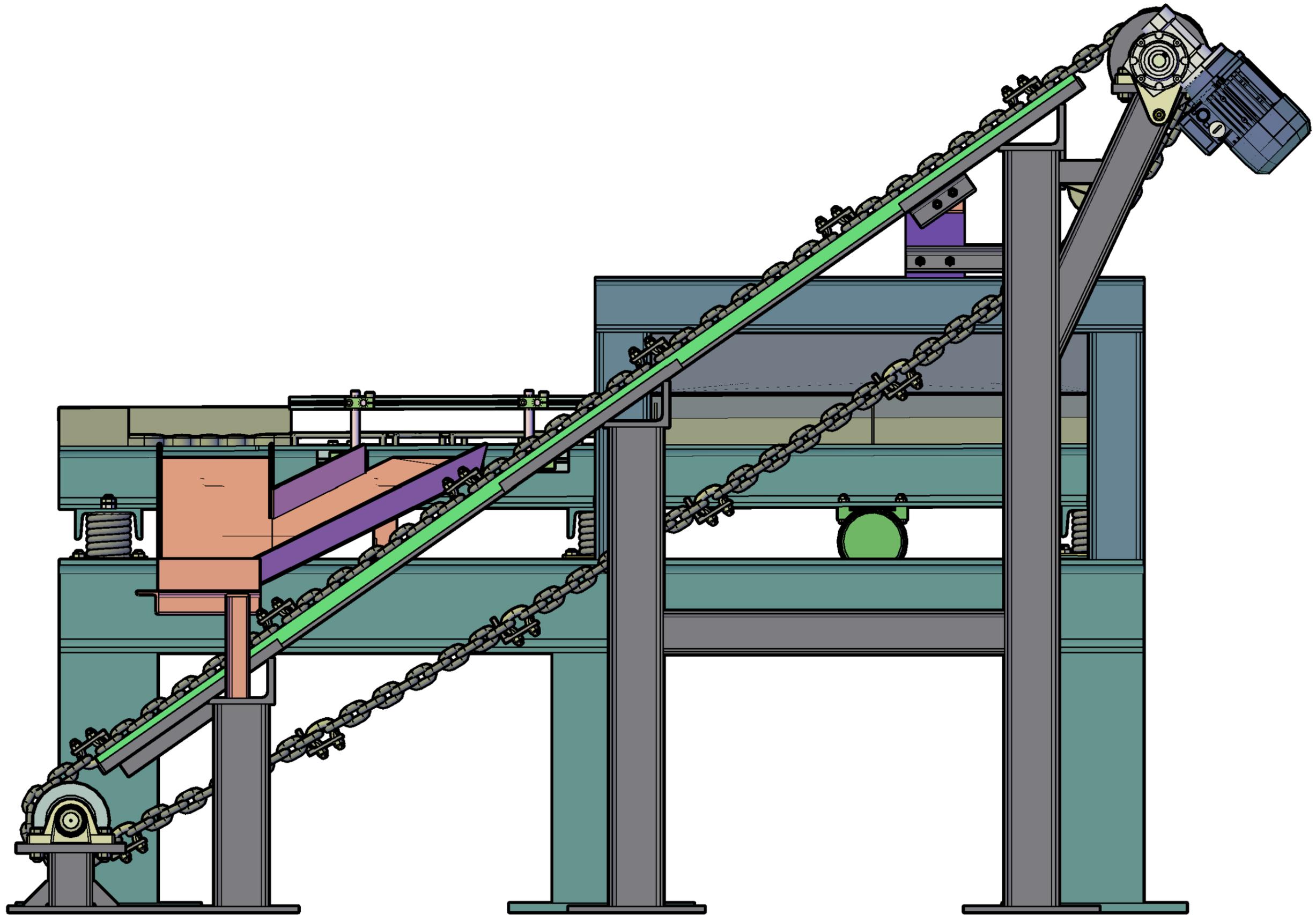
5. PLANOS

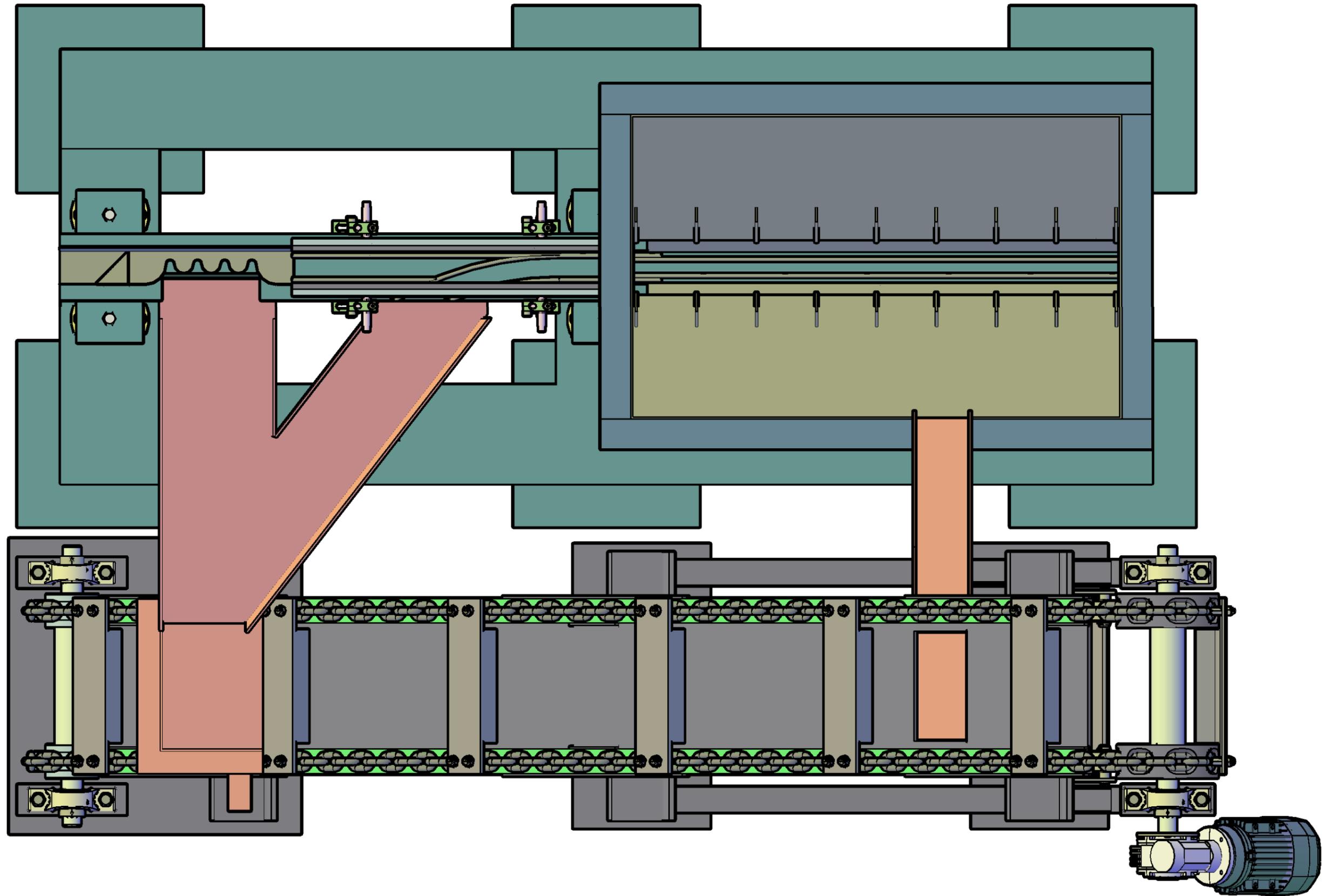
- 5.1. Vista general de la máquina (1)
- 5.2. Vista general de la máquina (2)
- 5.3. Vista en alzado de la máquina
- 5.4. Vista en planta de la máquina
- 5.5. Vista general del alimentador
- 5.6. Vista en alzado del alimentador
- 5.7. Vista de perfil del alimentador
- 5.8. Estructura del alimentador
- 5.9. Tolva de llegada
- 5.10. Vista general de la plataforma vibrante
 - 5.10.1. Vista en planta de la plataforma vibrante
 - 5.10.2. Vista en alzado de la plataforma vibrante
- 5.11. Perfil HEA modificado para la plataforma vibrante
- 5.12. Perfil UPN par resortes metálicos
- 5.13. Raíles selectores
- 5.14. Guías laterales “mk group”
- 5.15. Pieza selectora de la posición vertical.
- 5.16. Vista general del elevador de pistones
- 5.17. Vista en alzado del elevador de pistones
 - 5.17.1. Vista en planta del elevador de pistones
- 5.18. Estructura del elevador
- 5.19. Detalle distancias del agujero para el tornillo del brazo de reacción

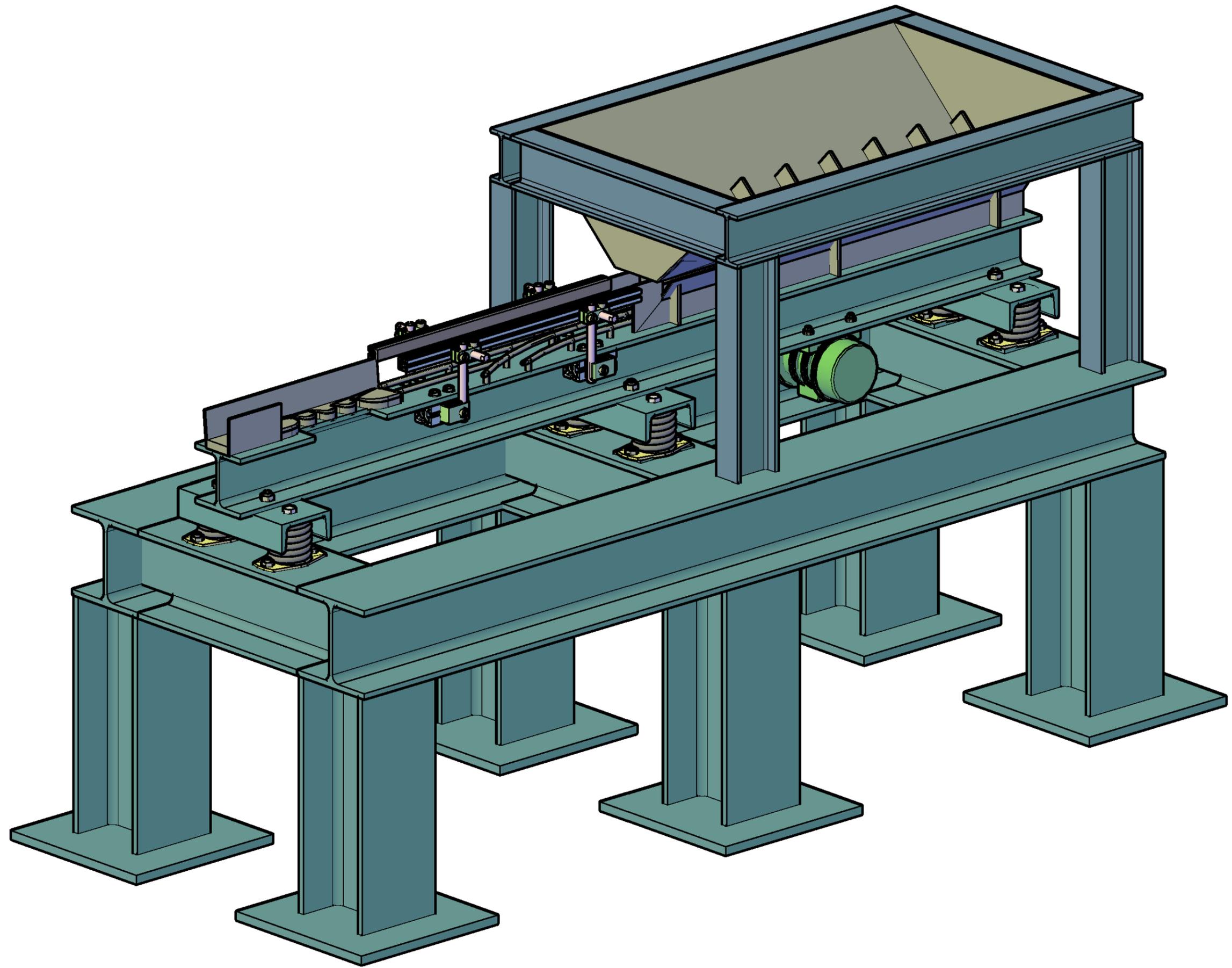
- 5.20. Cadenas transportadoras
- 5.21. Angular modificado del elevador
- 5.22. Detalle posición rueda y polea
- 5.23. Eje de transmisión del elevador
- 5.24. Eje inferior del elevador
- 5.25. Polea acanalada de reenvío del elevador
- 5.26. Sistema tensor
 - 5.26.1. Detalle del sistema tensor
- 5.27. Rampa de retorno de pistones a la tolva
- 5.28. Rampa de llegada de pistones al elevador
- 5.29. Rampa de recogida de pistones del alimentador
- 5.30. Detalle motorreductor y brazo de reacción

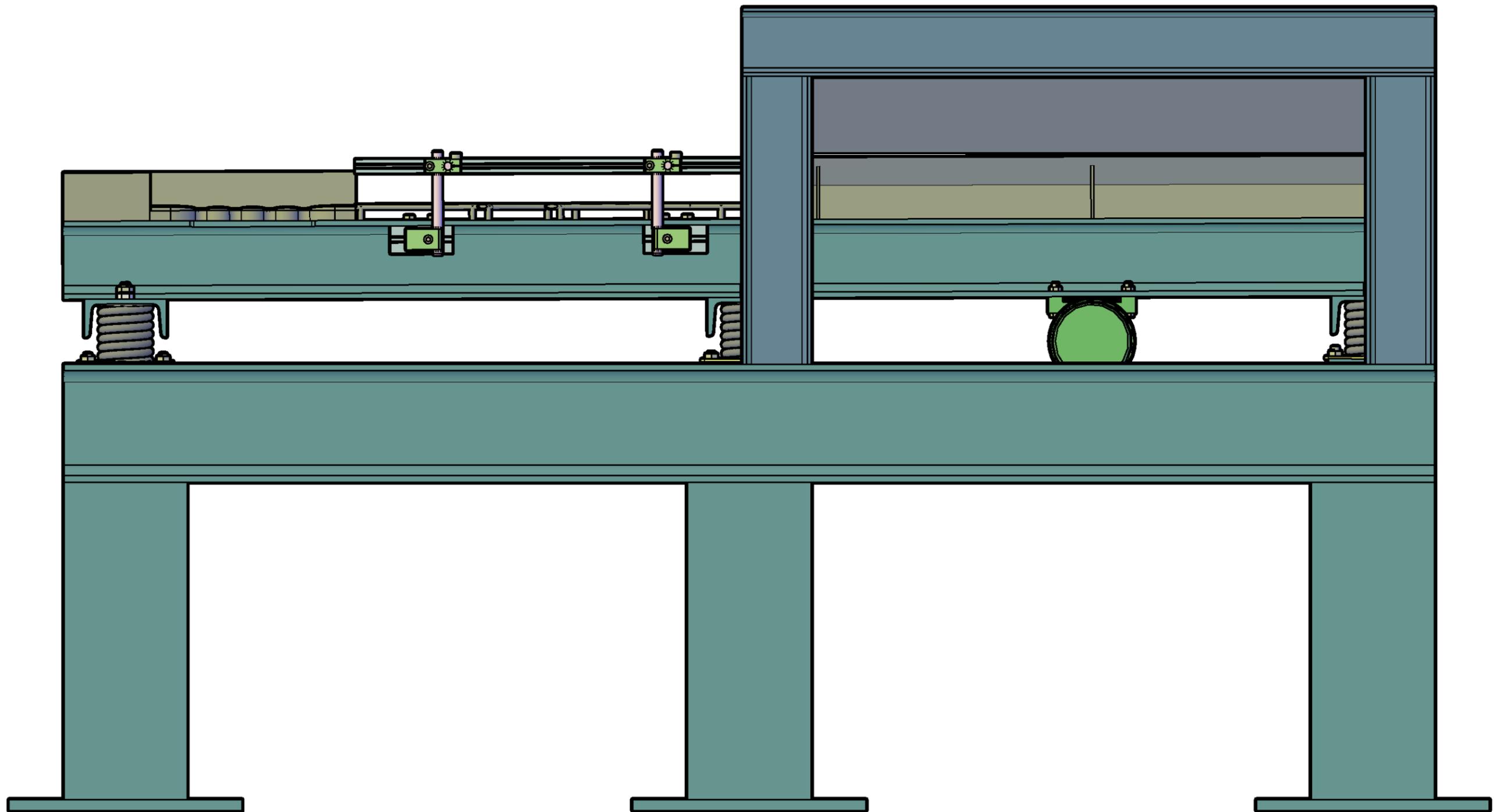


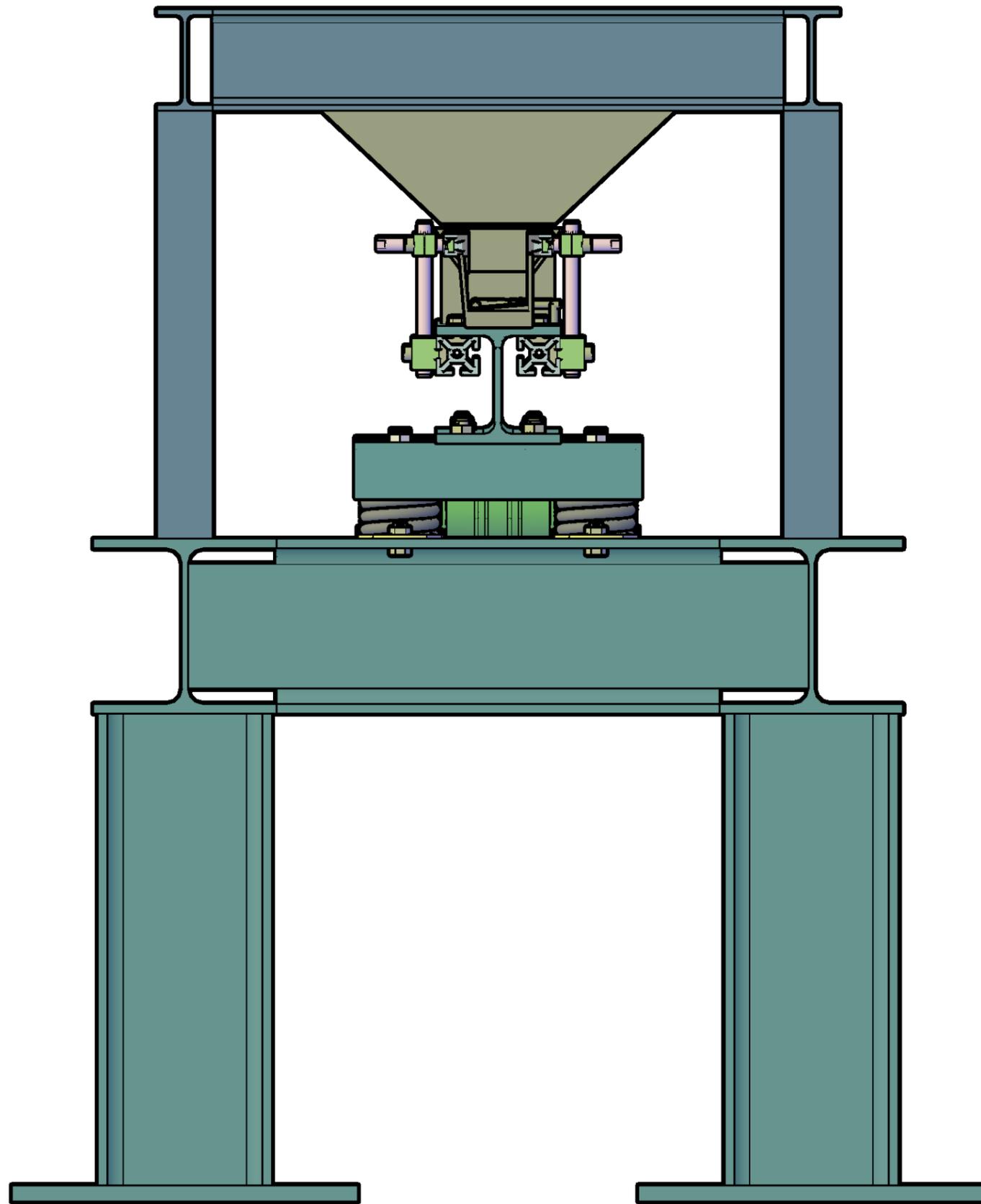




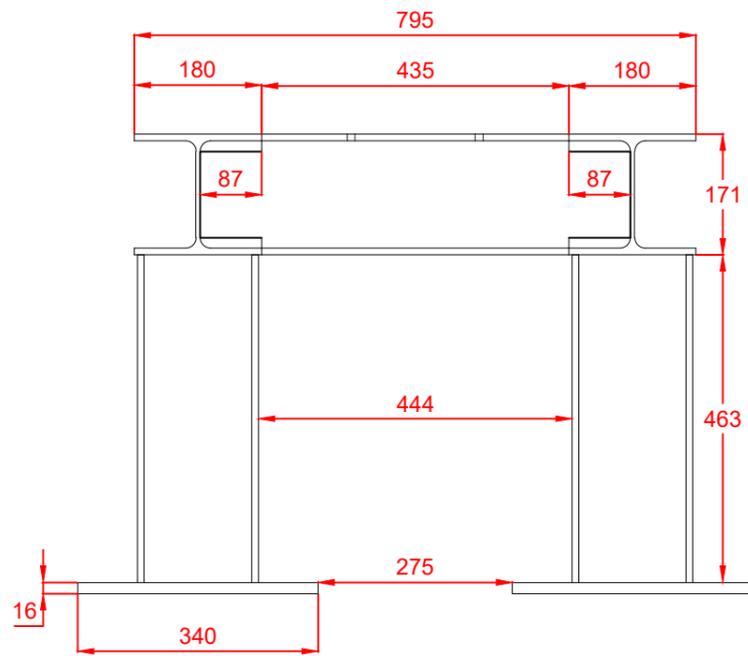




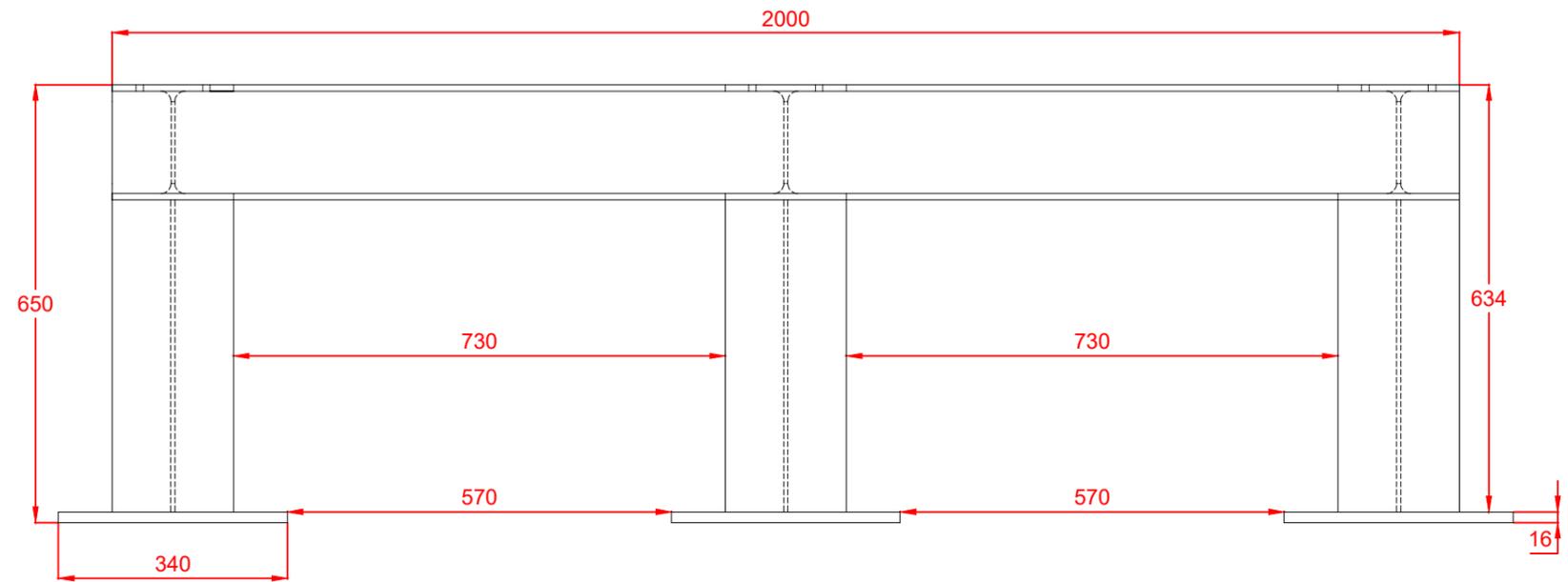




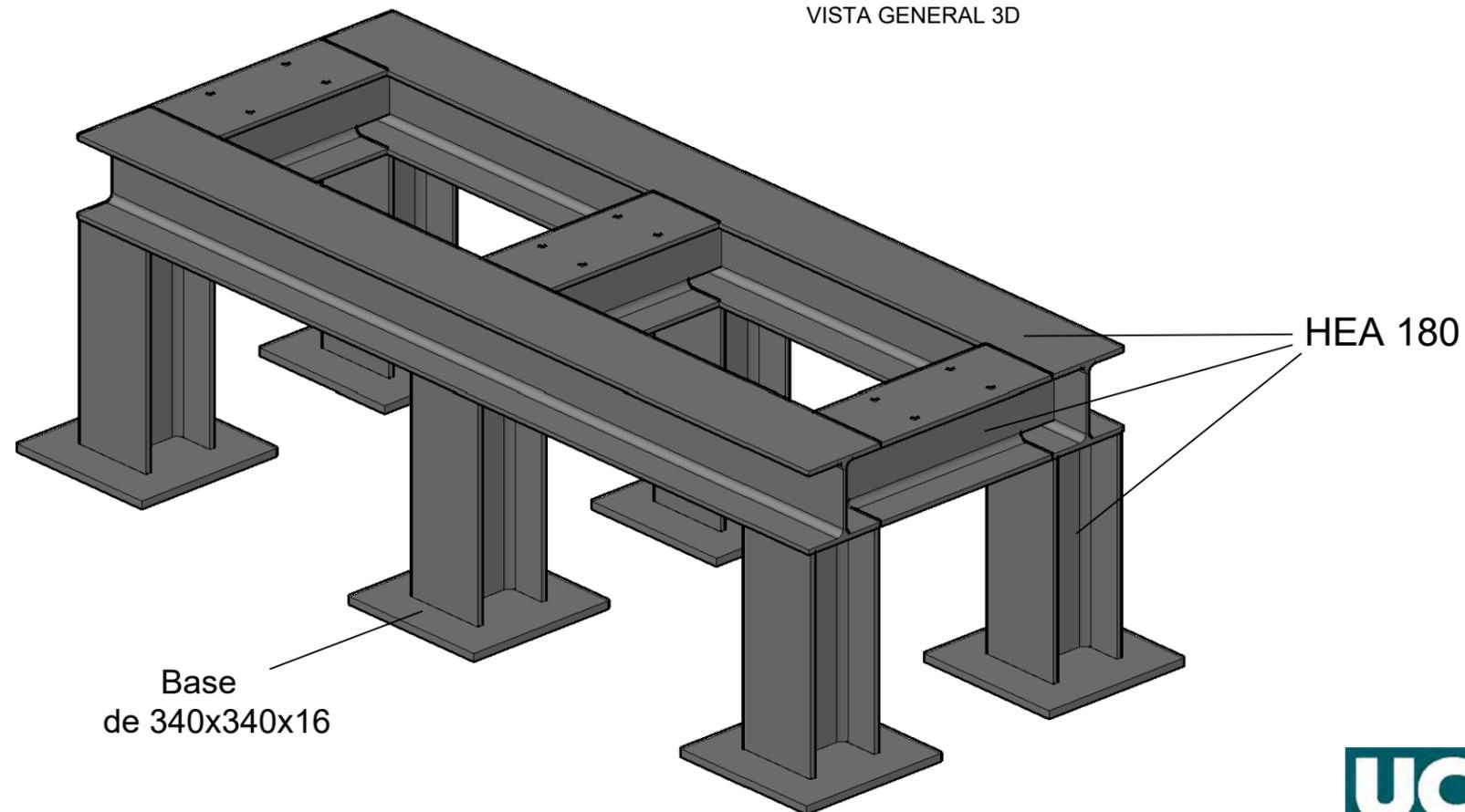
PERFIL



ALZADO



VISTA GENERAL 3D



PERFIL HEA 180:
 Dimensiones: UNE-EN 10034
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR (EN 10027-1)
 Peso/metro: 35,5 kg/m

2 perfiles longitudinales HEA	2000 mm
3 perfiles transversales HEA	435 mm
6 perfiles verticales HEA	463 mm

Vigas longitudinales	142 kg
Viga transversales	49,26 kg
Viga verticales	98,62 kg
Bases	87,06 kg
Peso total estructura	376,94 kg

Cotas en mm

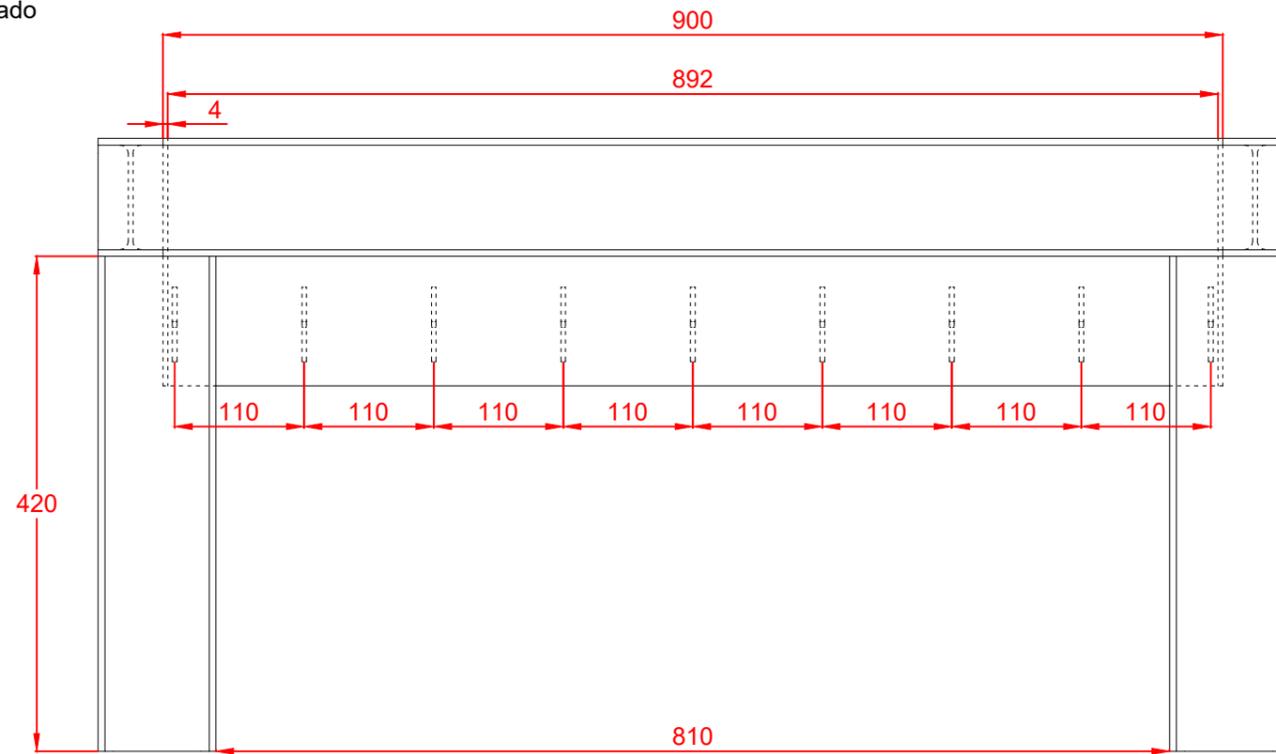


E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER

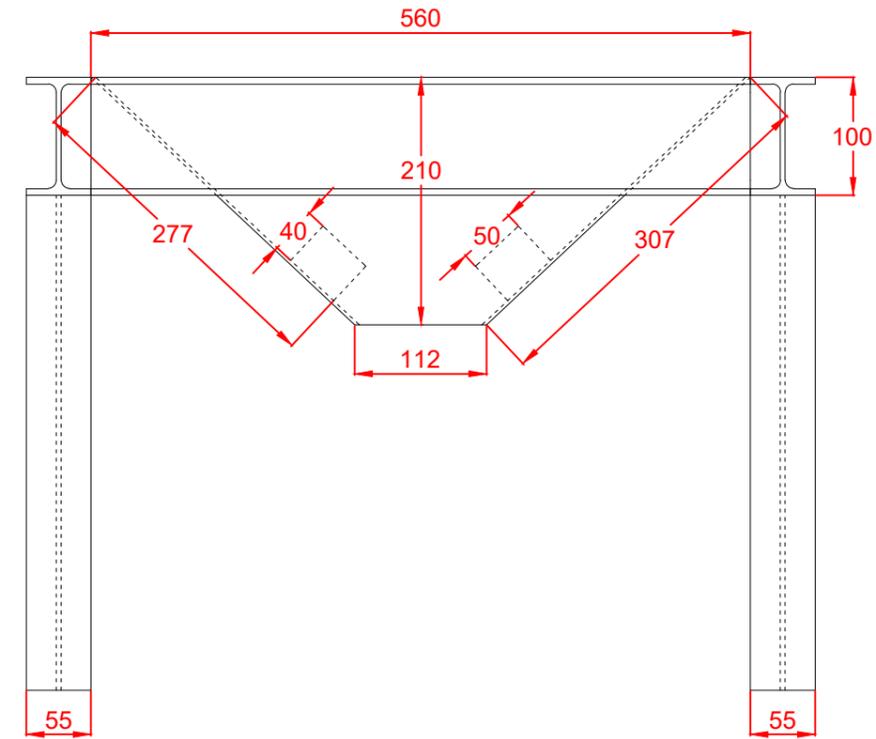


Autor: El autor del TFG
 Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
 Nombre: Estructura del alimentador vibrante
 Escala: 1:10 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 8

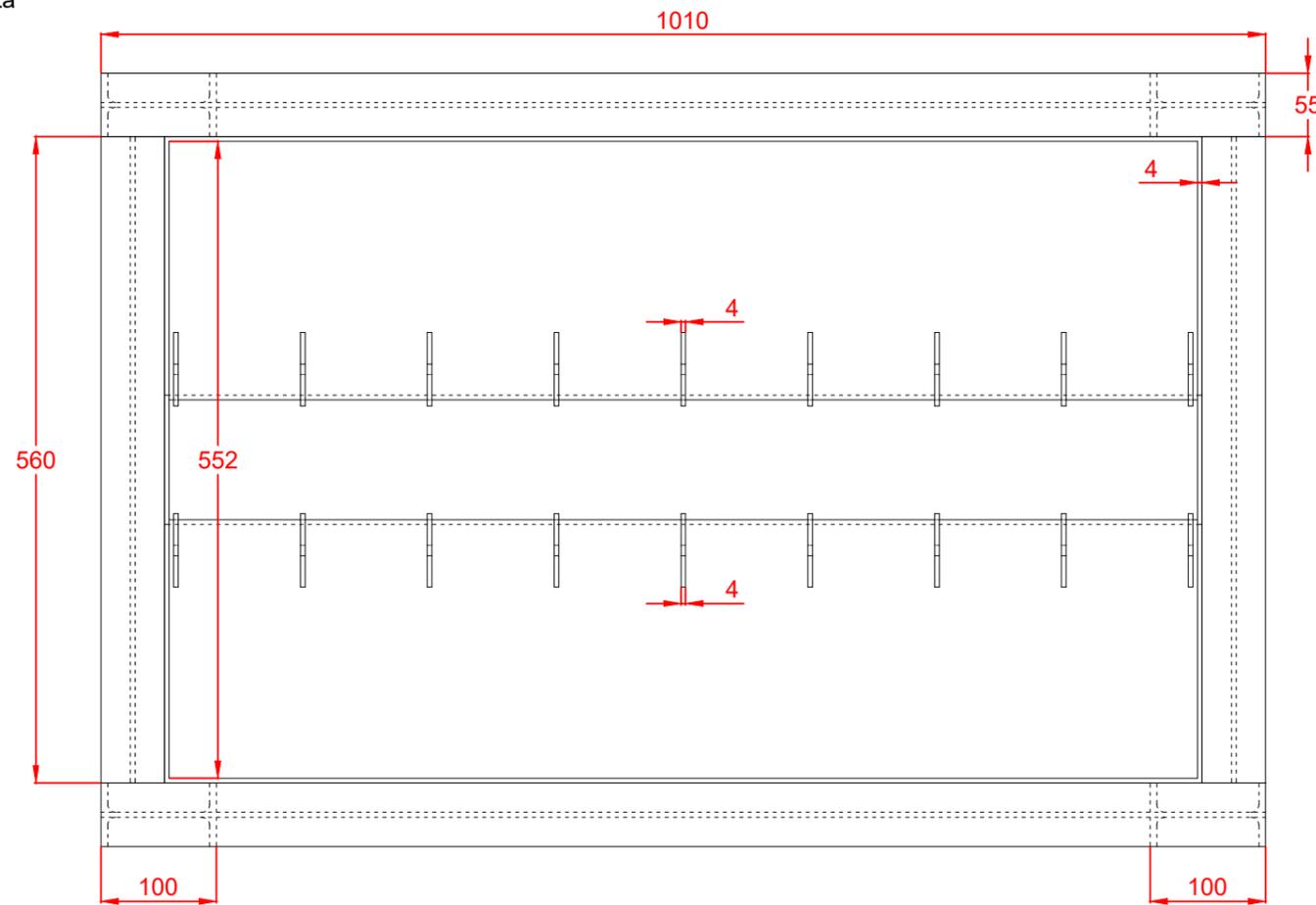
Alzado



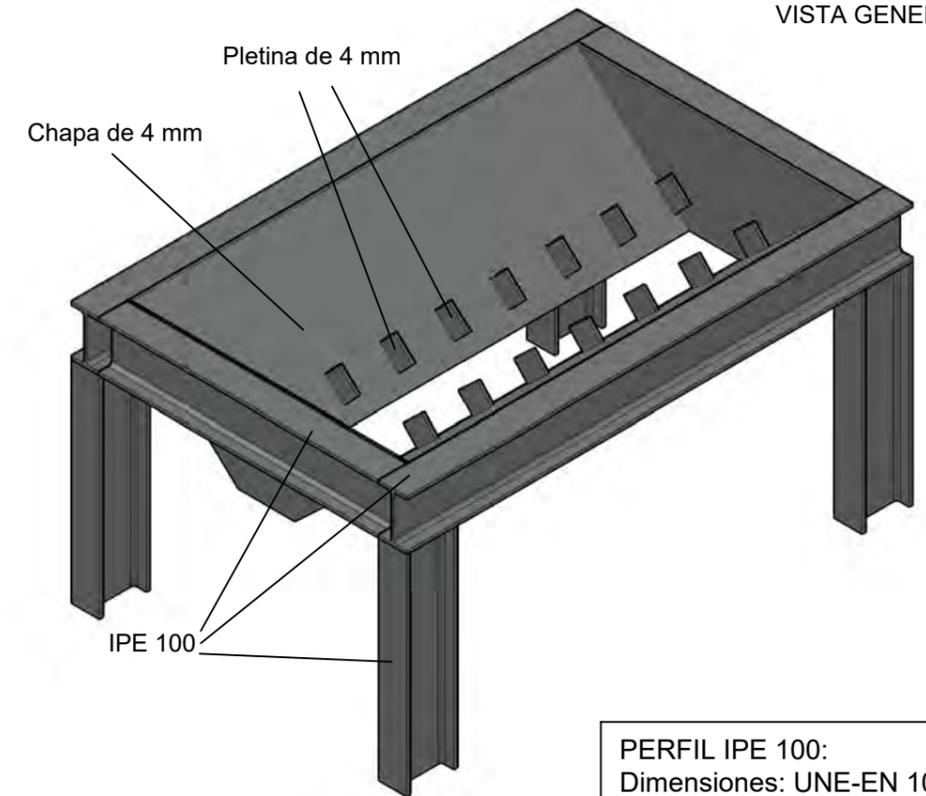
Perfil



Planta



VISTA GENERAL 3D



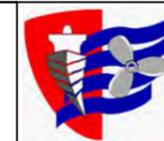
Peso total TOLVA: 59,3 kg

PERFIL IPE 100:
Dimensiones: UNE-EN 10034
Material: Acero
Designación: S 235 JR (EN 10027-1)
Peso/metro: 8,1 kg/m

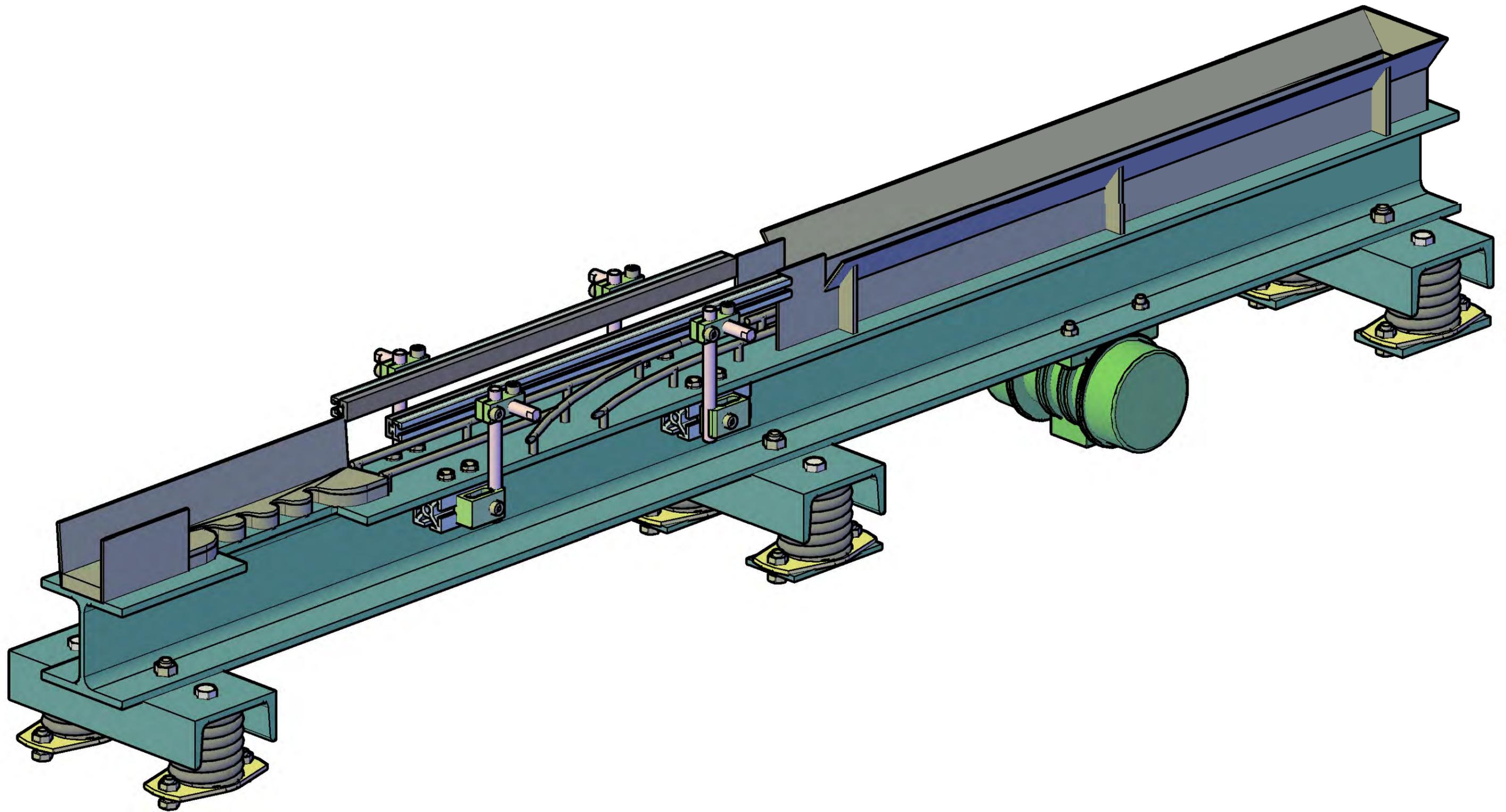
Cotas en mm

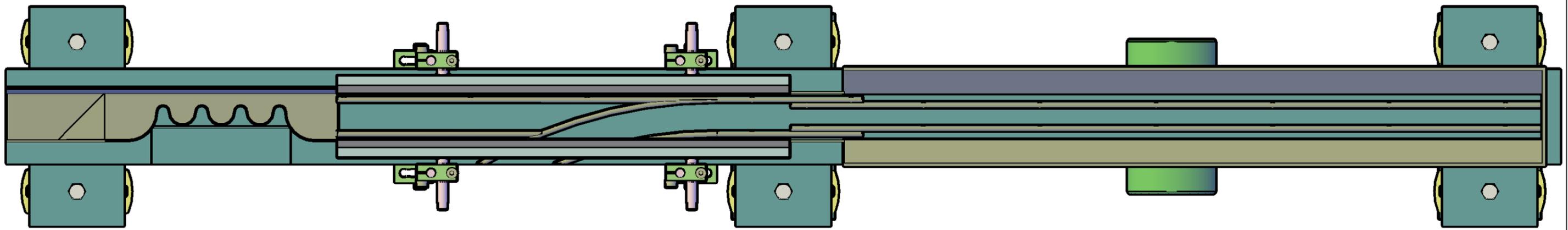


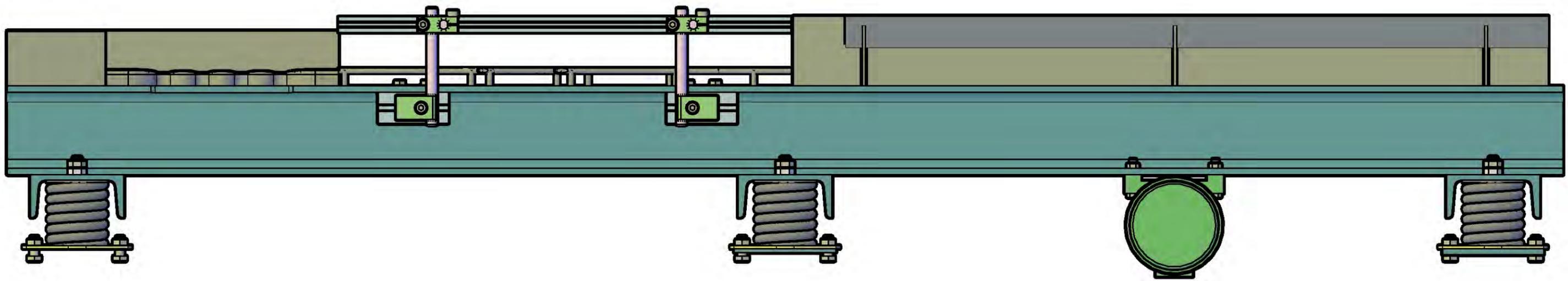
E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER



Autor: El autor del TFG
Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
Nombre: Tolva de llegada
Escala: 1:6 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 9

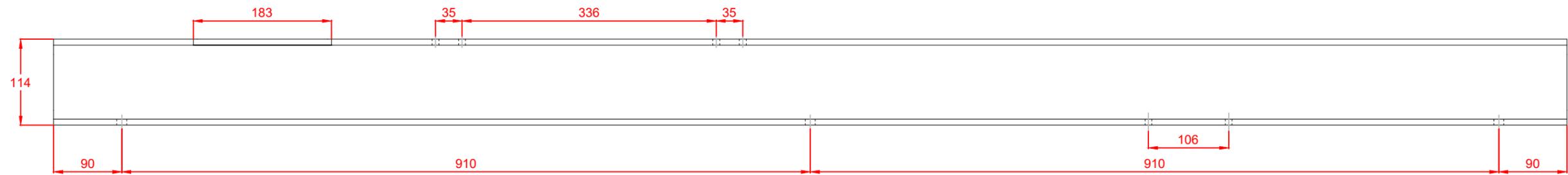




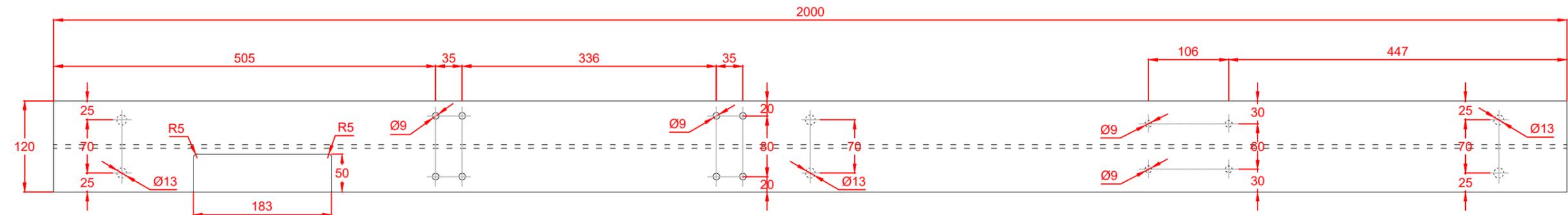


1

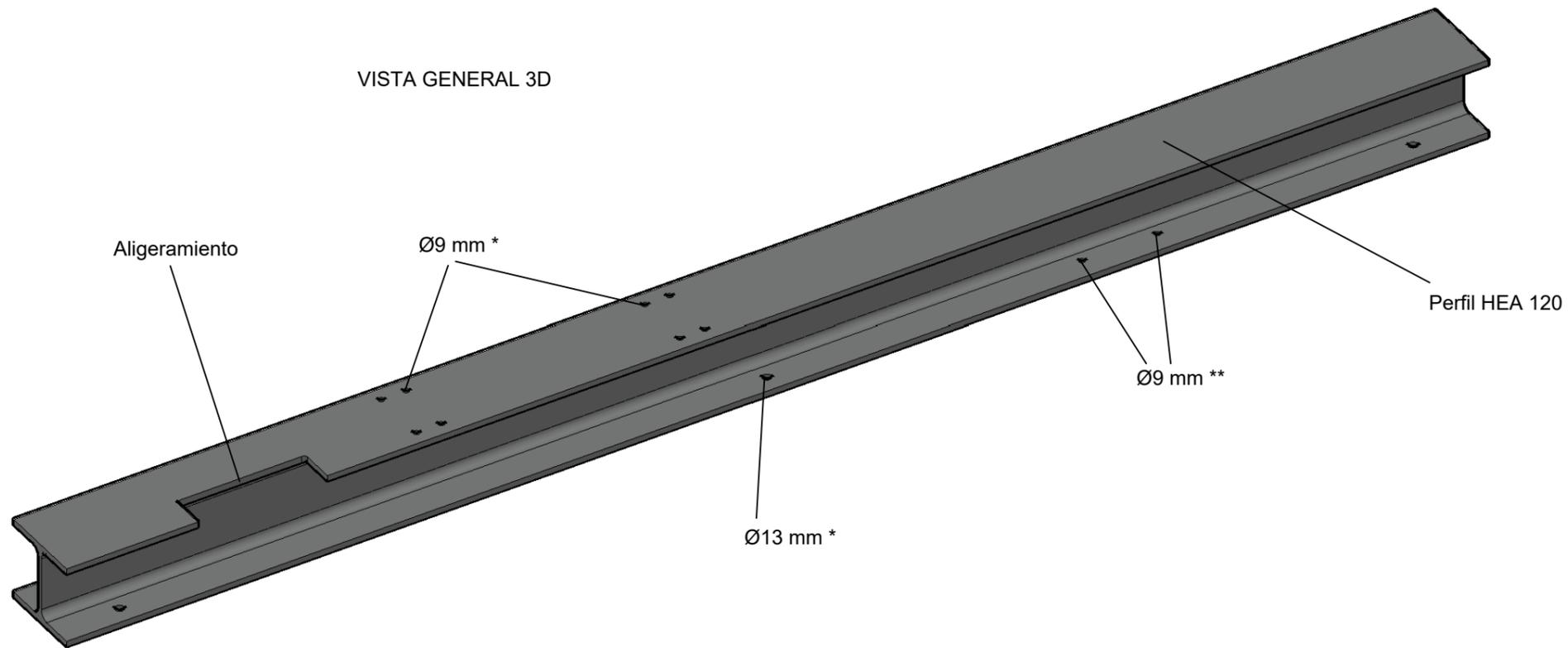
Alzado



Planta



VISTA GENERAL 3D



1

Obtenido de un perfil HEA 120

Dimensiones: EN 10034

Material: Acero

Designación: S 235 JR (EN 10027)

Peso: 38,9 kg

(* Los agujeros de Ø9 mm se realizan para las guías laterales

(* Los agujeros de Ø13 mm se realizan para los resortes

(**) Los agujeros de Ø9 mm se realizan para el vibrador externo

Cotas en mm



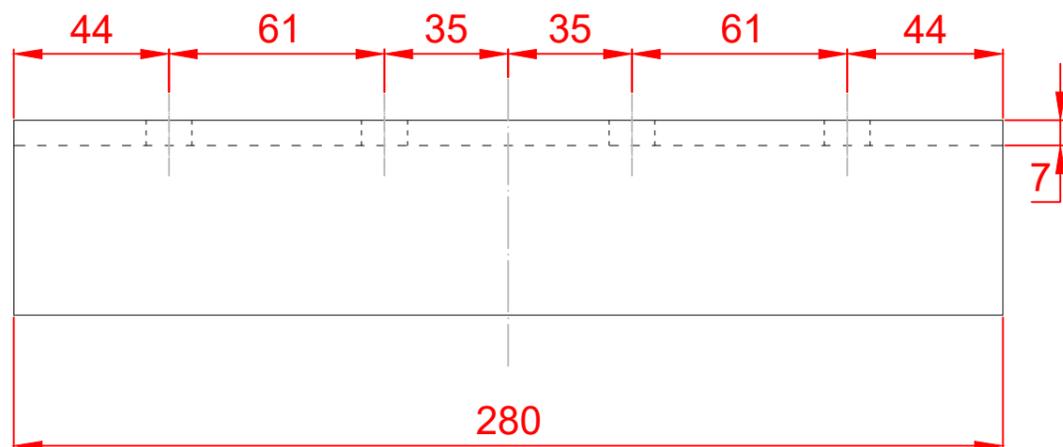
E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER



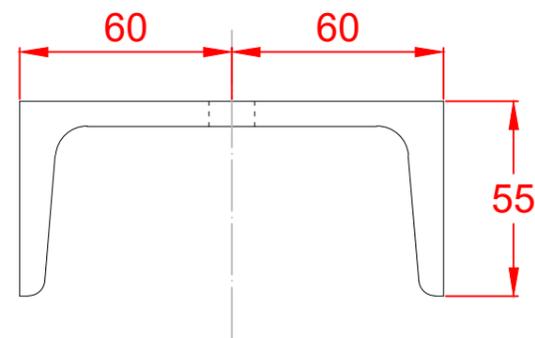
Autor:	El autor del TFG
Proyecto:	PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
Nombre:	Perfil HEA modificado para plataforma vibrante
Escala:	1:6
Fecha:	25-05-2023
Form.:	A3
Nº hoja:	11

1

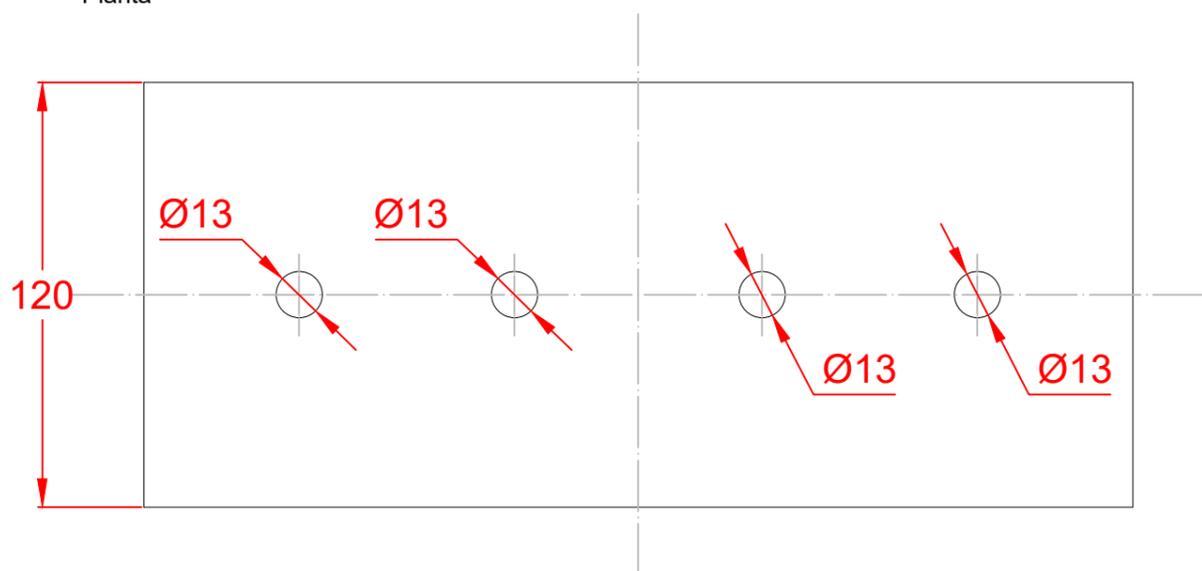
Alzado



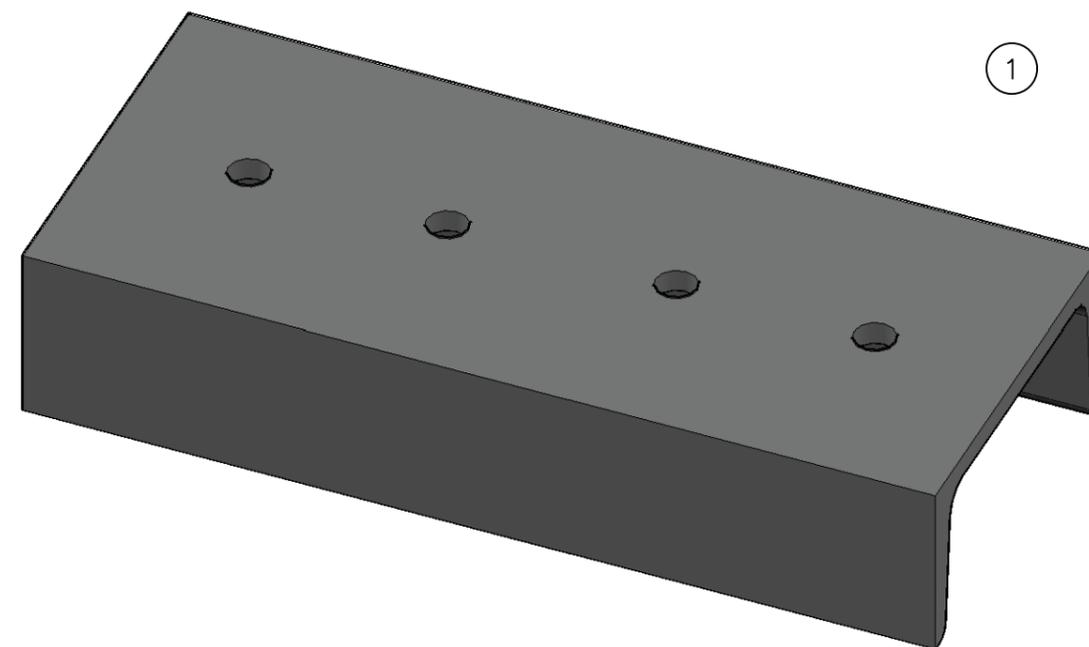
Perfil



Planta

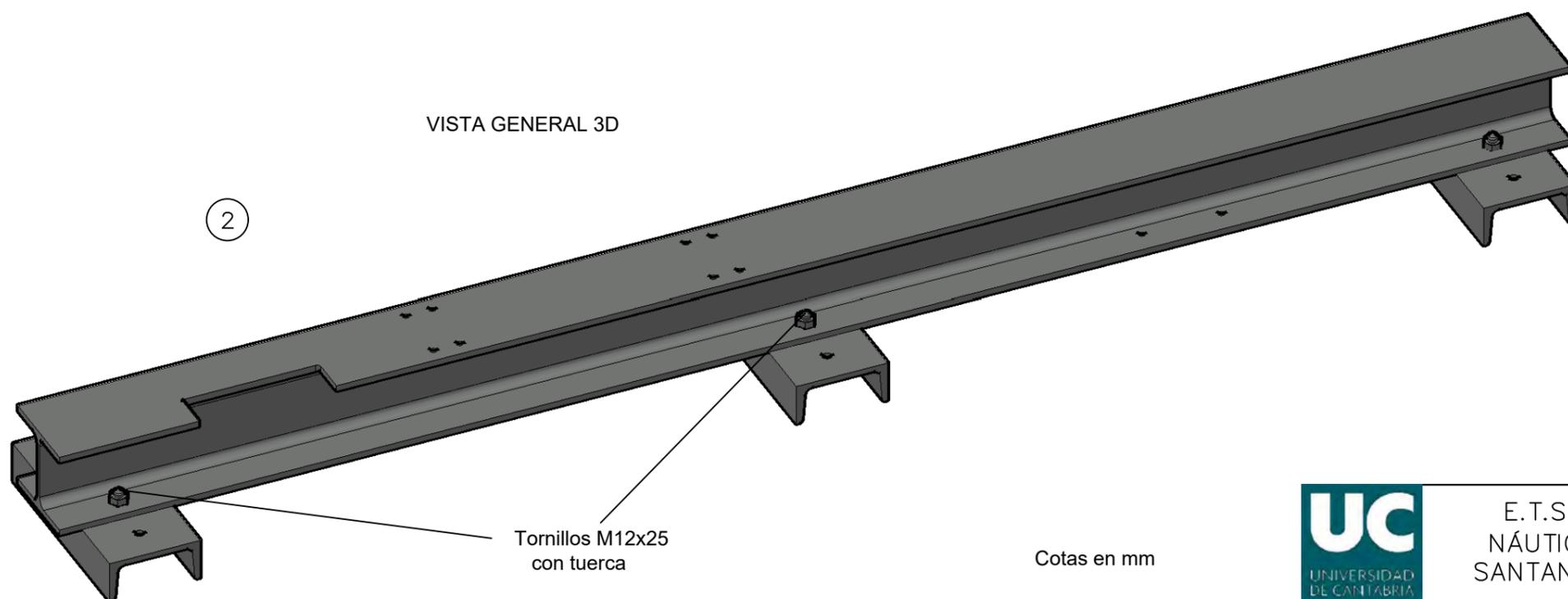


1



VISTA GENERAL 3D

2



Tornillos M12x25 con tuerca

Cotas en mm

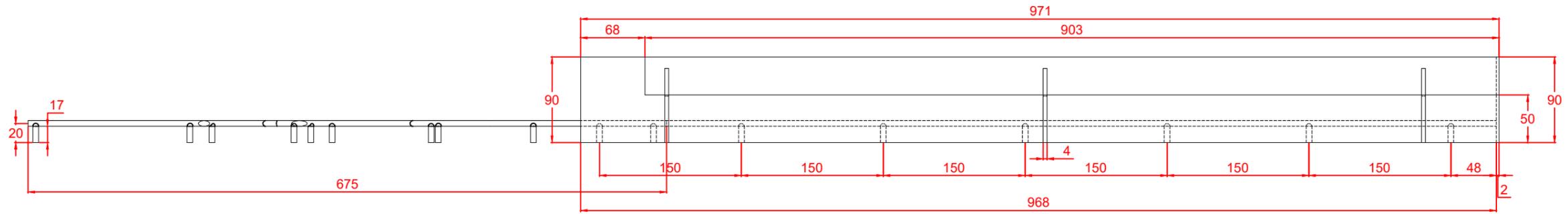
1

Obtenido de un perfil UPN laminado 120
 Dimensiones: UNE 36522
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR (EN 10027)
 Peso: 3,65 kg/ud

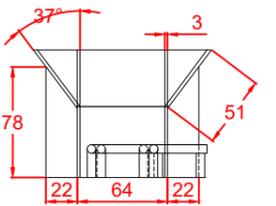
2

Disposición de los perfiles UPN en la plataforma vibrante

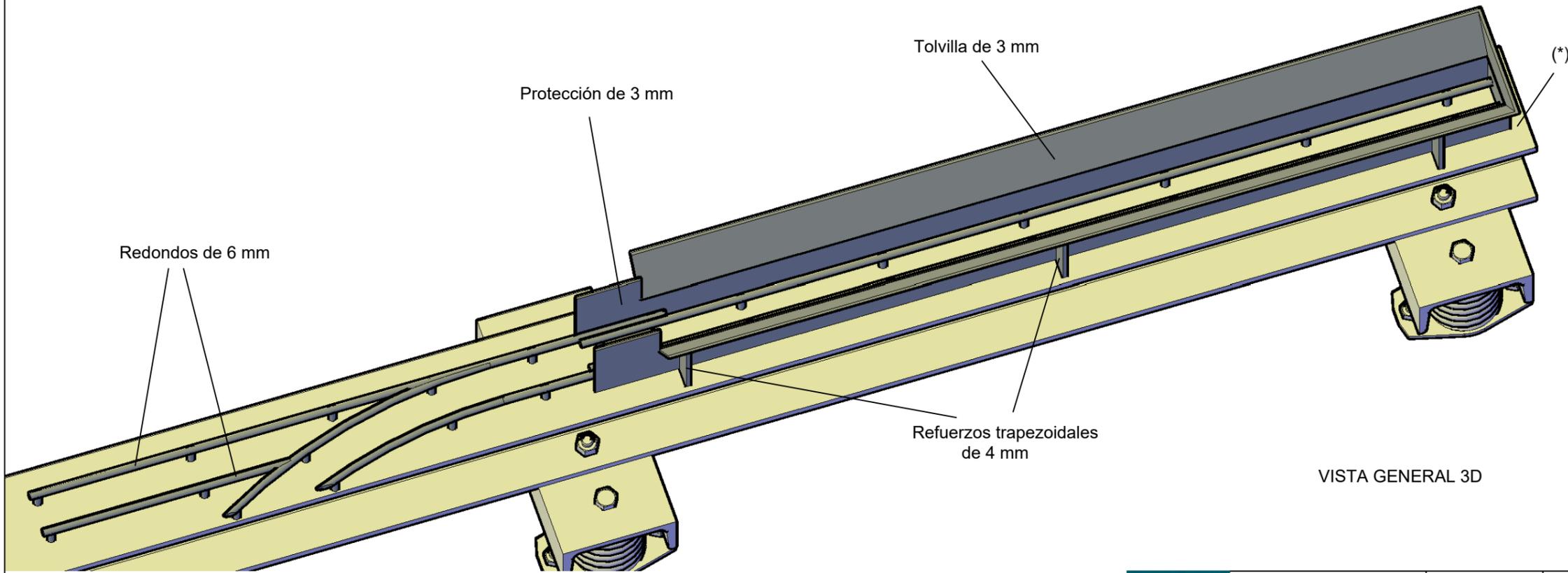
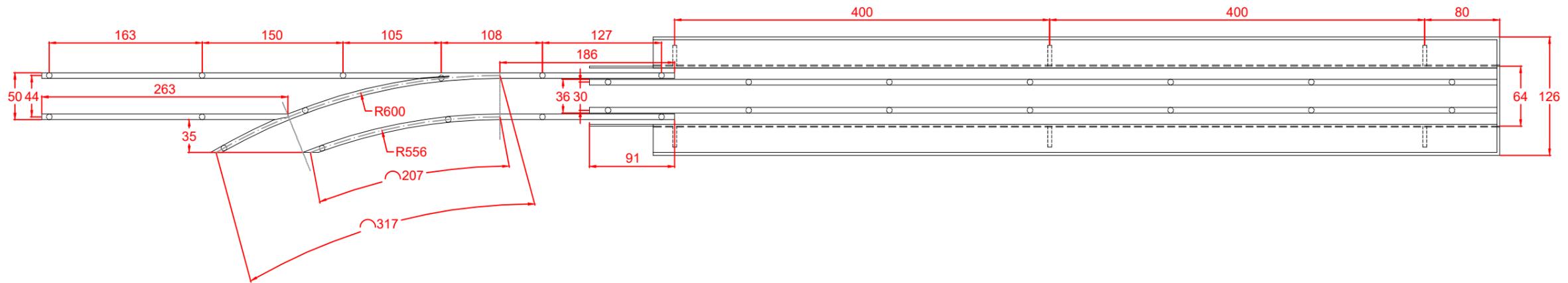
Alzado



Perfil



Planta



VISTA GENERAL 3D

Material: Acero
 Designación: S235JR
 Peso chapas: 4,78 kg
 Peso redondos: 0,85 kg

(*) Distancia de la chapa de protección hasta la parte trasera de la perfil HEA 120 de la plataforma vibrante: **20 mm**

Cotas en mm

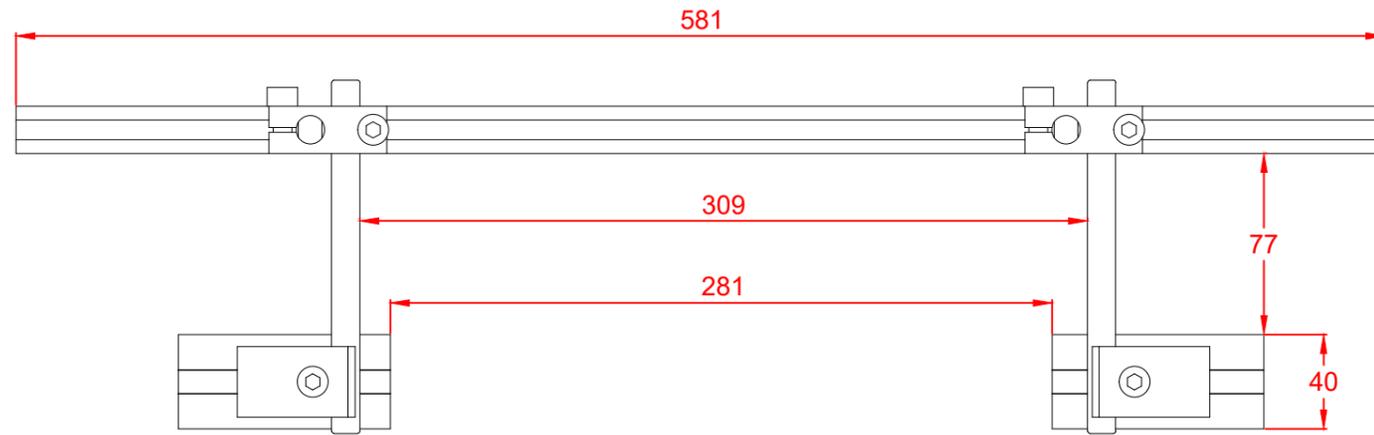


E.T.S. NÁUTICA SANTANDER

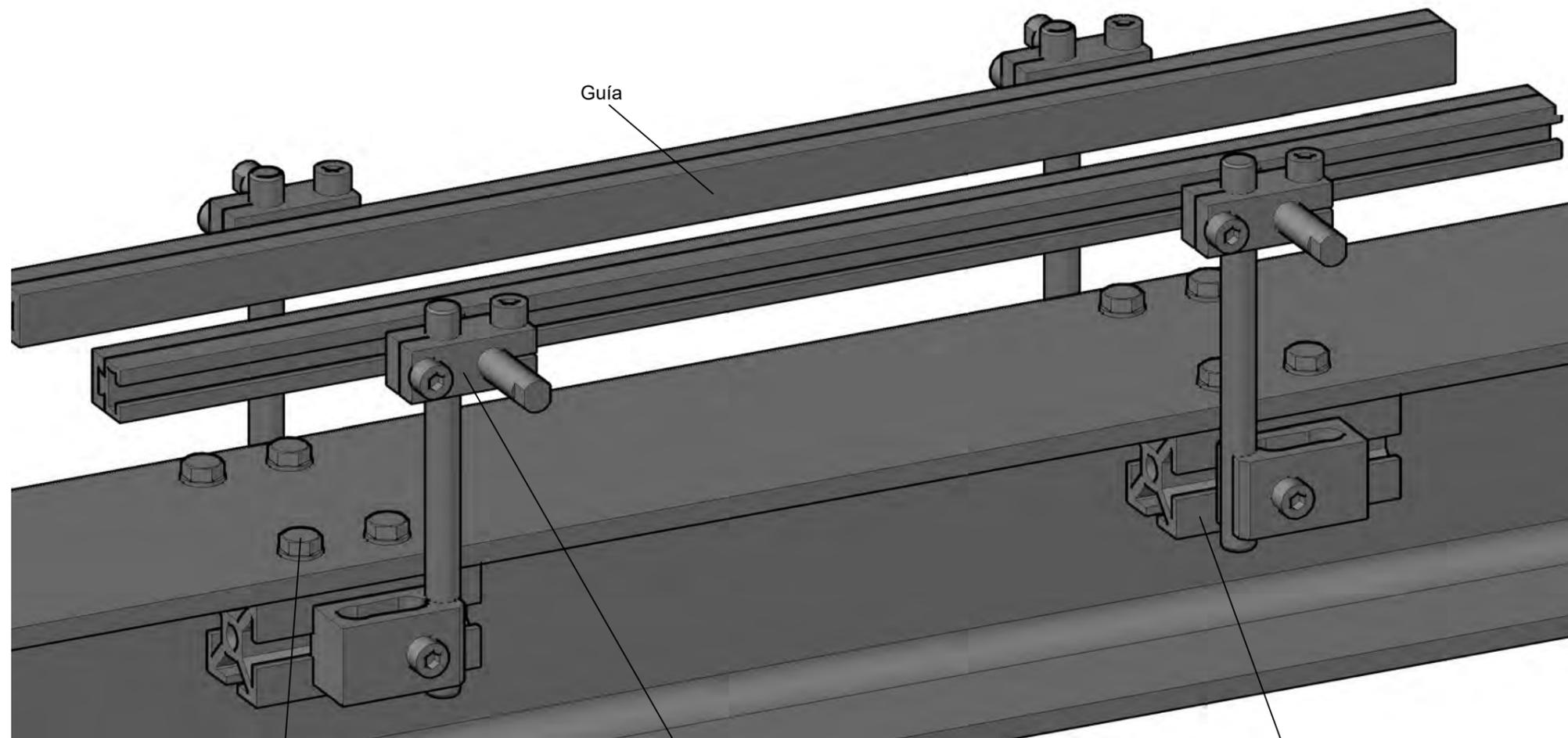
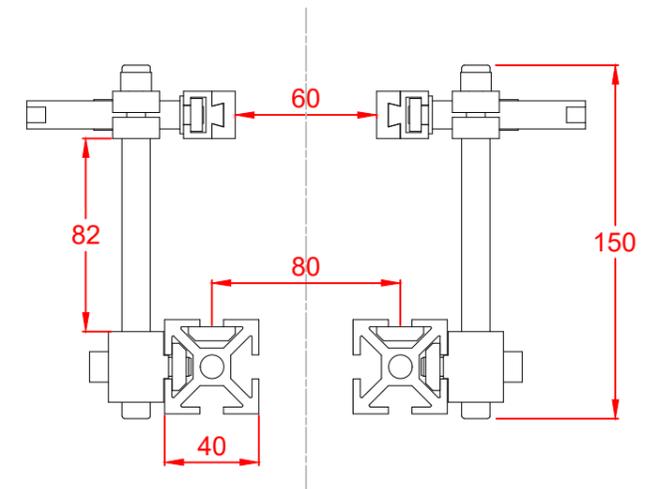


Autor:	El autor del TFG		
Proyecto:	PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES		
Nombre:	Railes selectores		
Escala:	1:5	Fecha:	25-05-2023
Form.:	A3	Nº hoja:	13

Alzado



Perfil



Guía

Perfil mk 2040.01

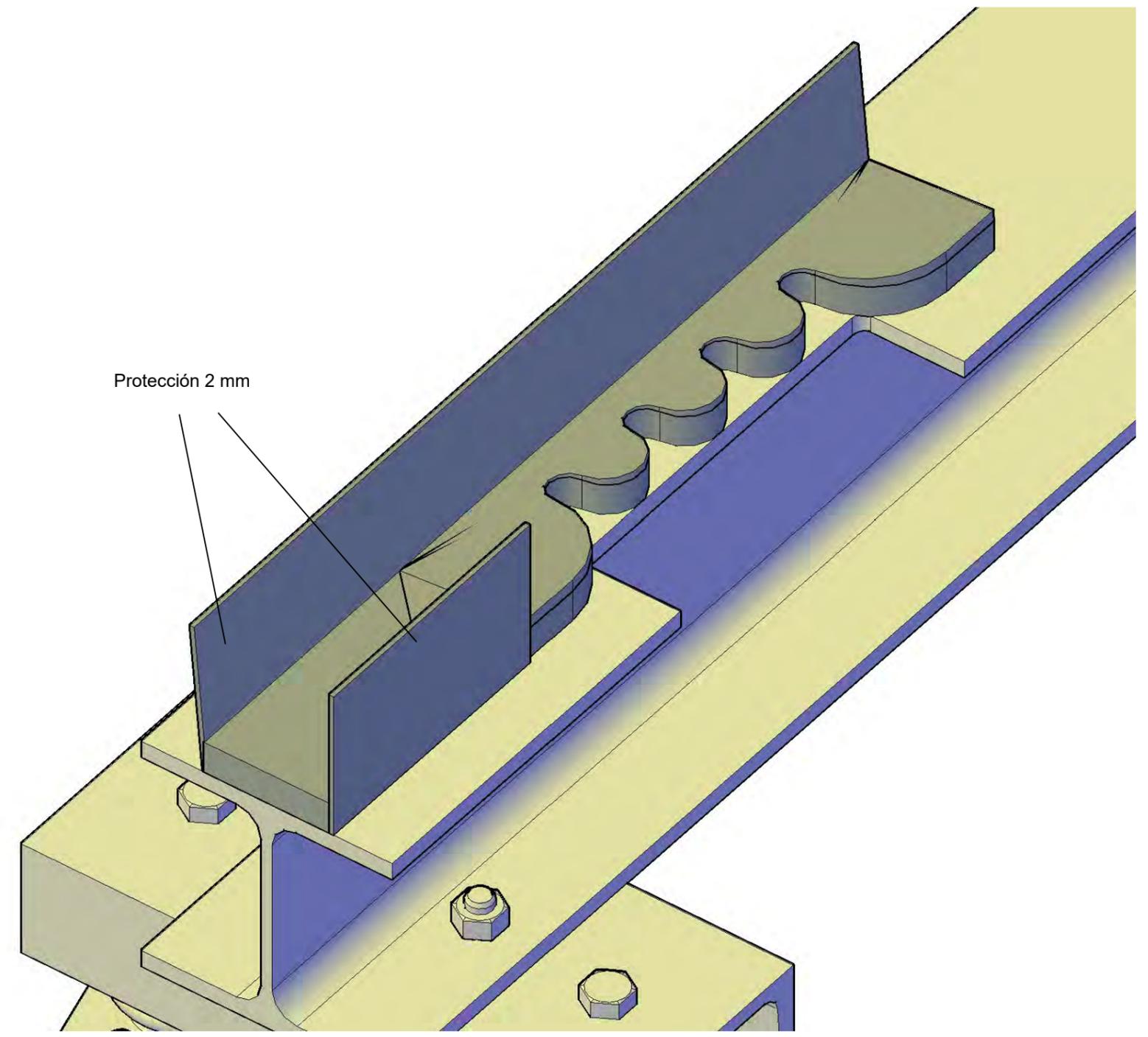
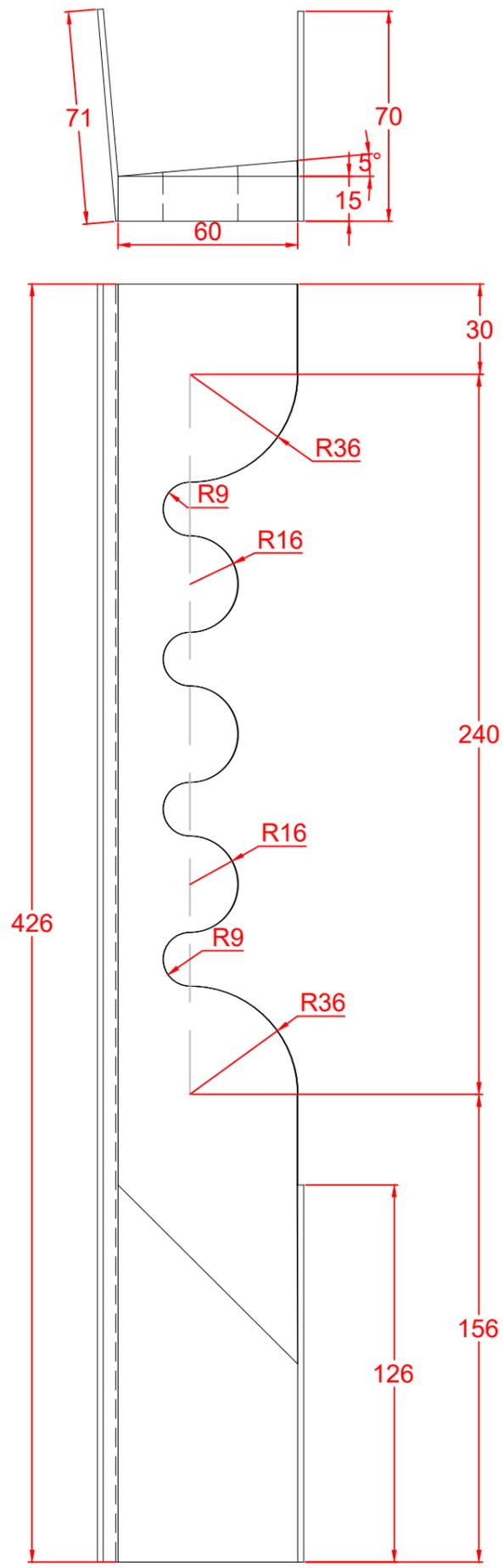
Tornillo M8x20

Pieza de apriete superior

Para modificar la anchura y altura de las guías, se aflojan los dos tornillos de cada pieza de apriete de la parte superior y se ajustan a la medida requerida para ese pistón.

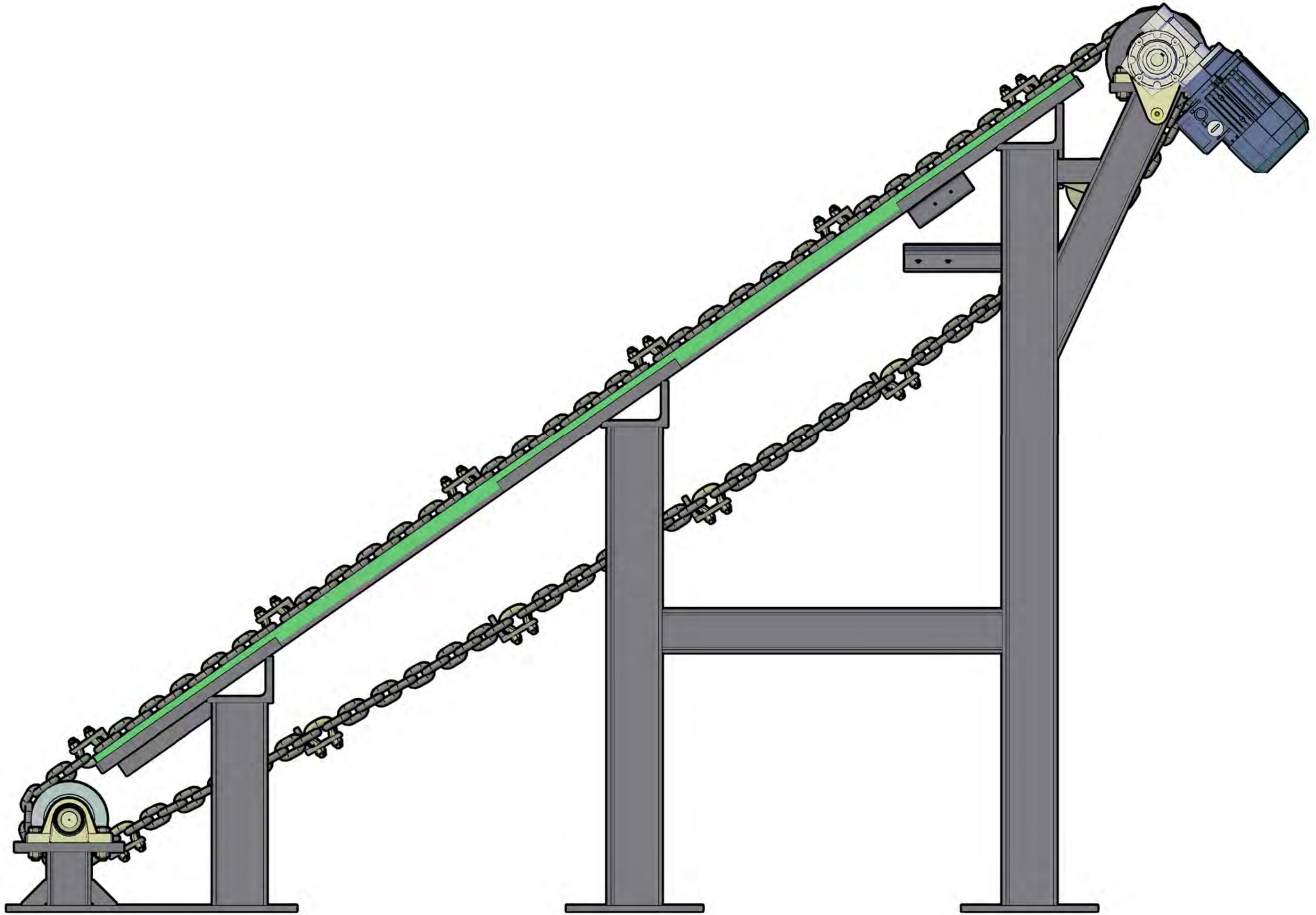
Tornillos de pieza de apriete
 - DIN 4762 M5x25
 - 12 unidades

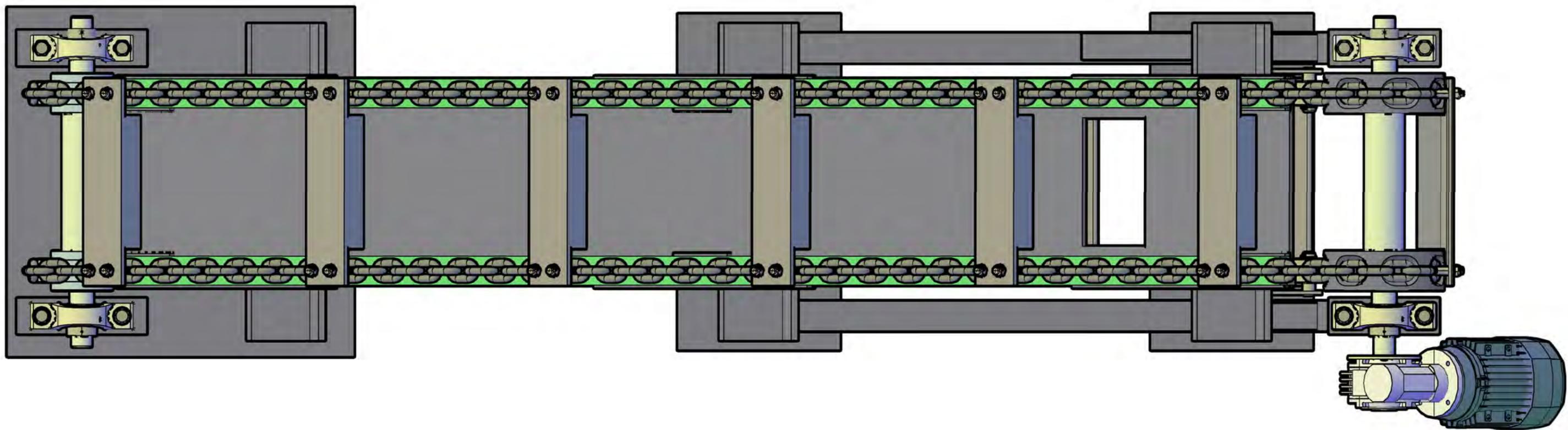
Tornillos fijación a la plataforma:
 - DIN 933 M8x20
 - 8 unidades
 - Con arandela DIN 125



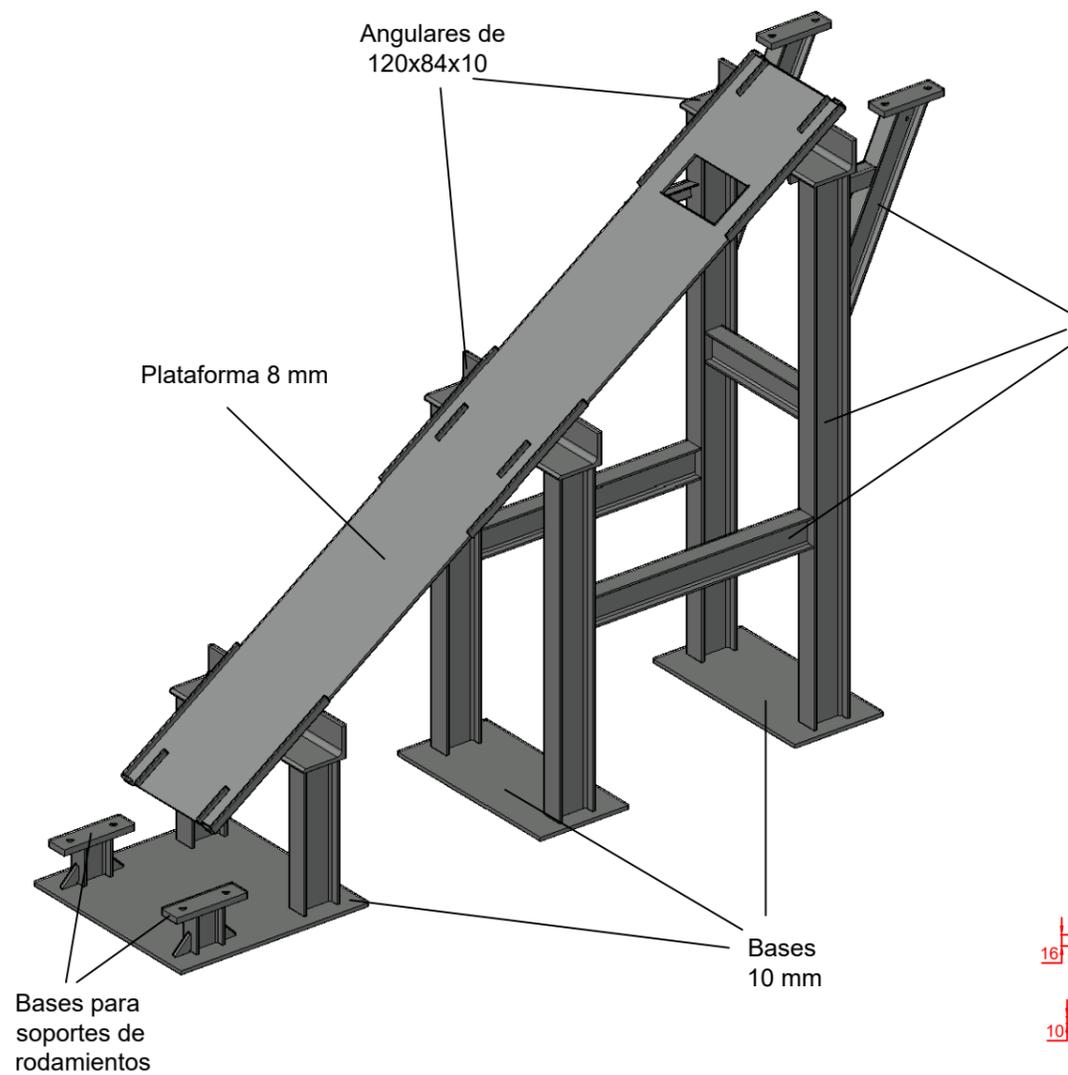
Obtenido de un perfil rectangular macizo de 426x60x15
 Material: acero
 Designación: S275JR
 Peso: 2,89 Kg



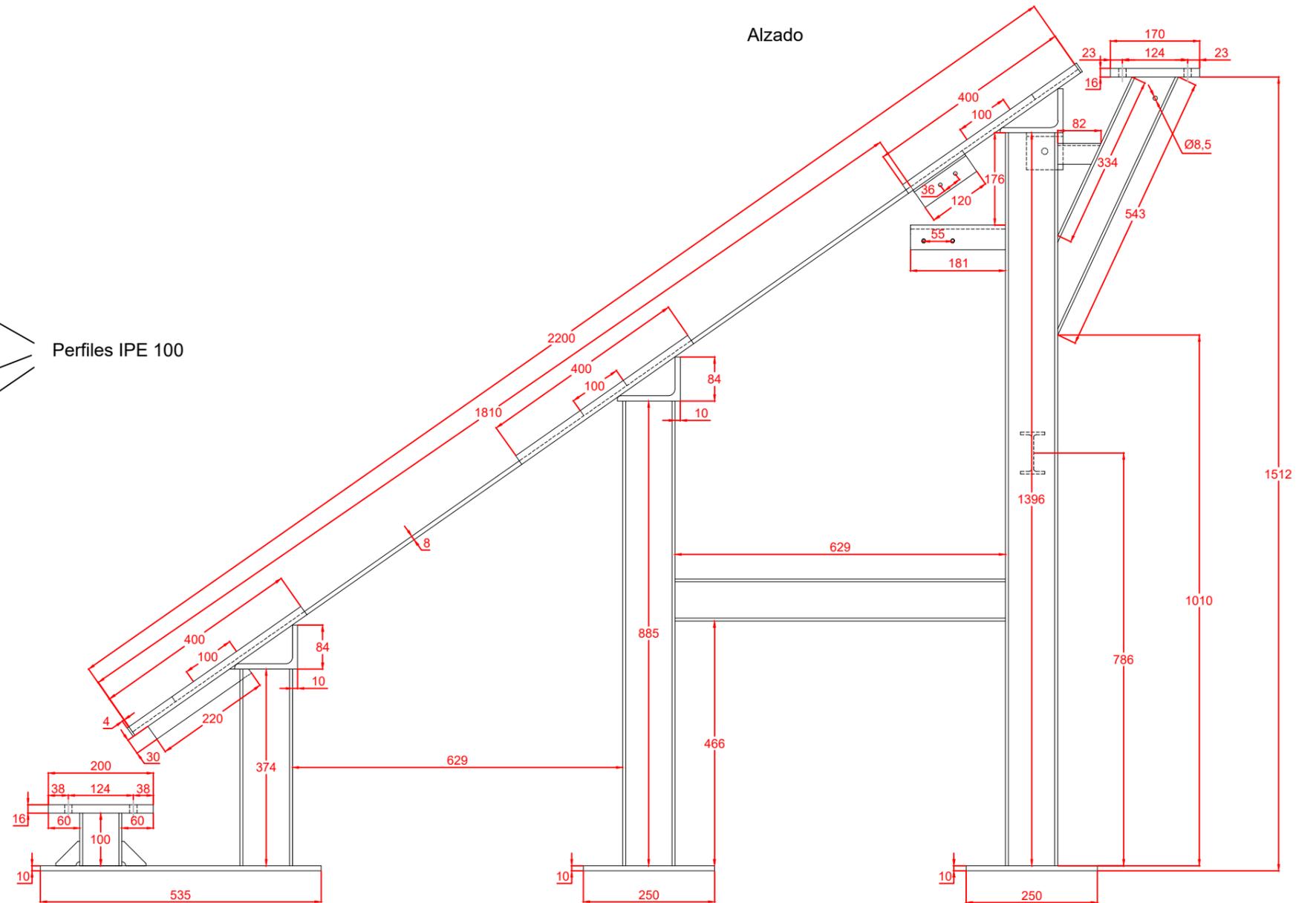




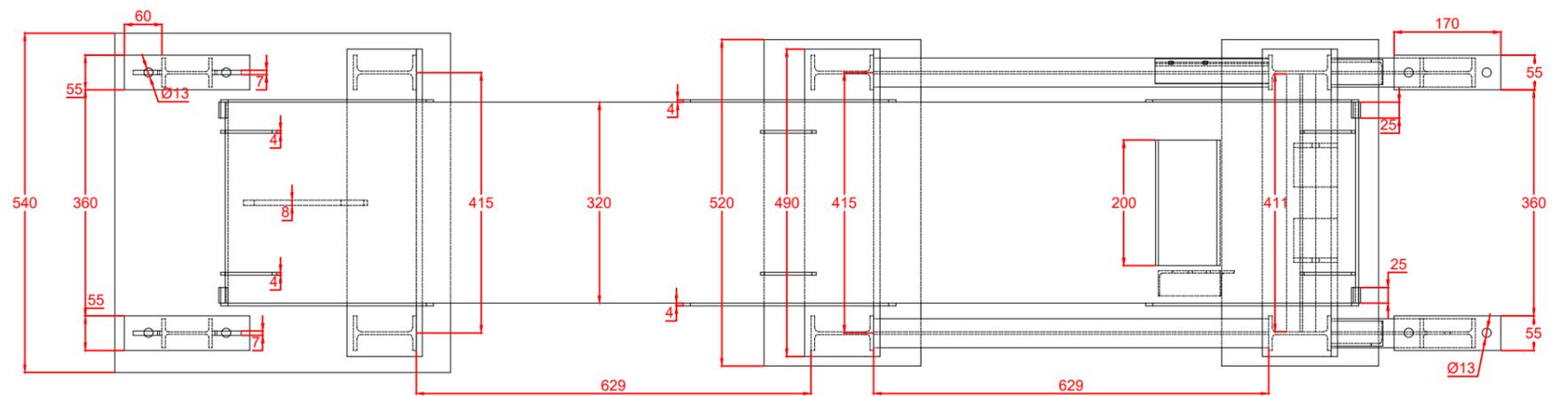
VISTA GENERAL 3D



Alzado



Planta



Bases	41,5 kg
Plataforma	42,7 kg
Perfiles IPE 100	64 kg
Angulares y demás elementos	40,3 kg
Total	188,5 kg

[A los laterales de la plataforma se ubican unas pletinas de 4 mm de espesor formando una alojamiento en la que se ajusta las guías de las cadenas]

[Aligeramiento en la parte superior de la plataforma para la salida de los pistones del elevador]

PERFIL IPE 100:
Dimensiones: UNE-EN 10034
Material: Acero
Designación: S 235 JR (EN 10027-1)
Peso/metro: 8,1 kg/m

Cotas en mm



E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER

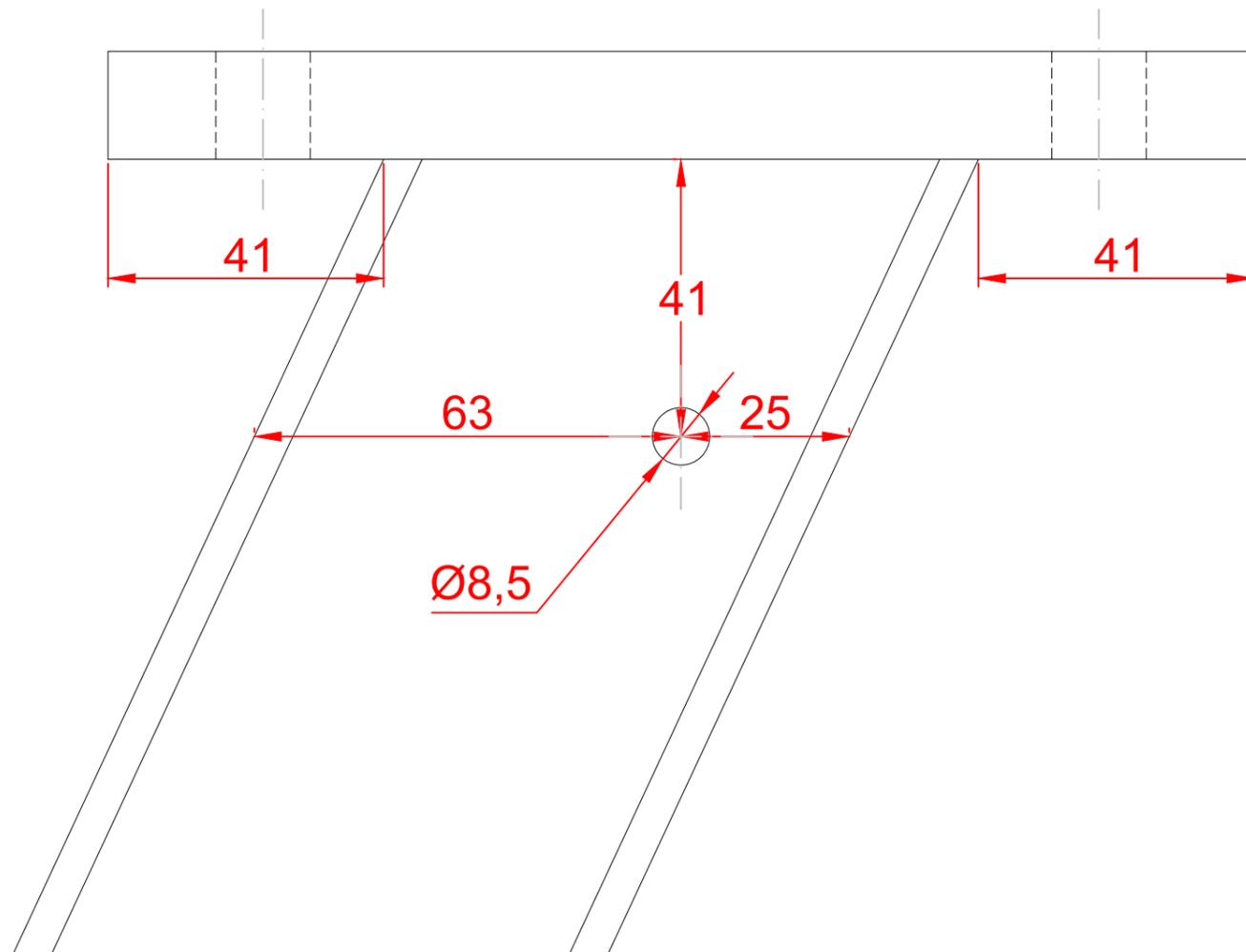


Autor: El autor del TFG
Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
Nombre: Estructura del elevador
Escala: 1:10 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 18

1

Alzado

VISTA GENERAL 3D

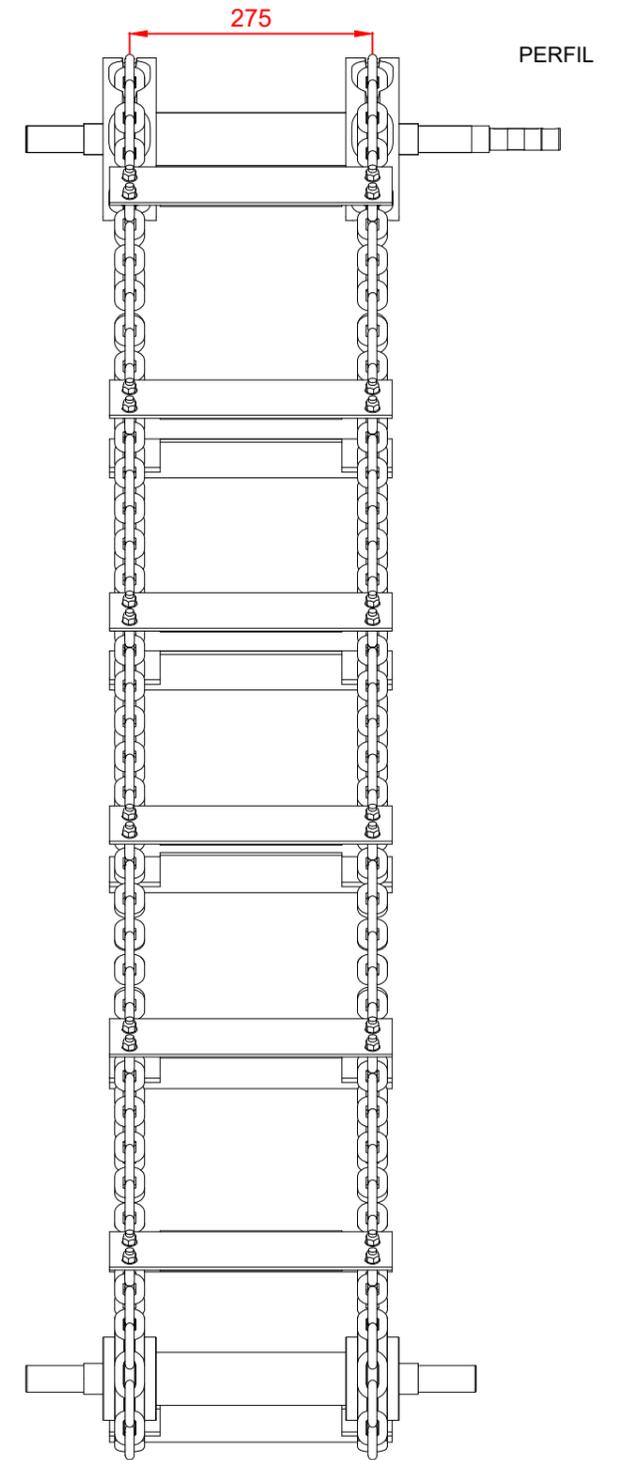
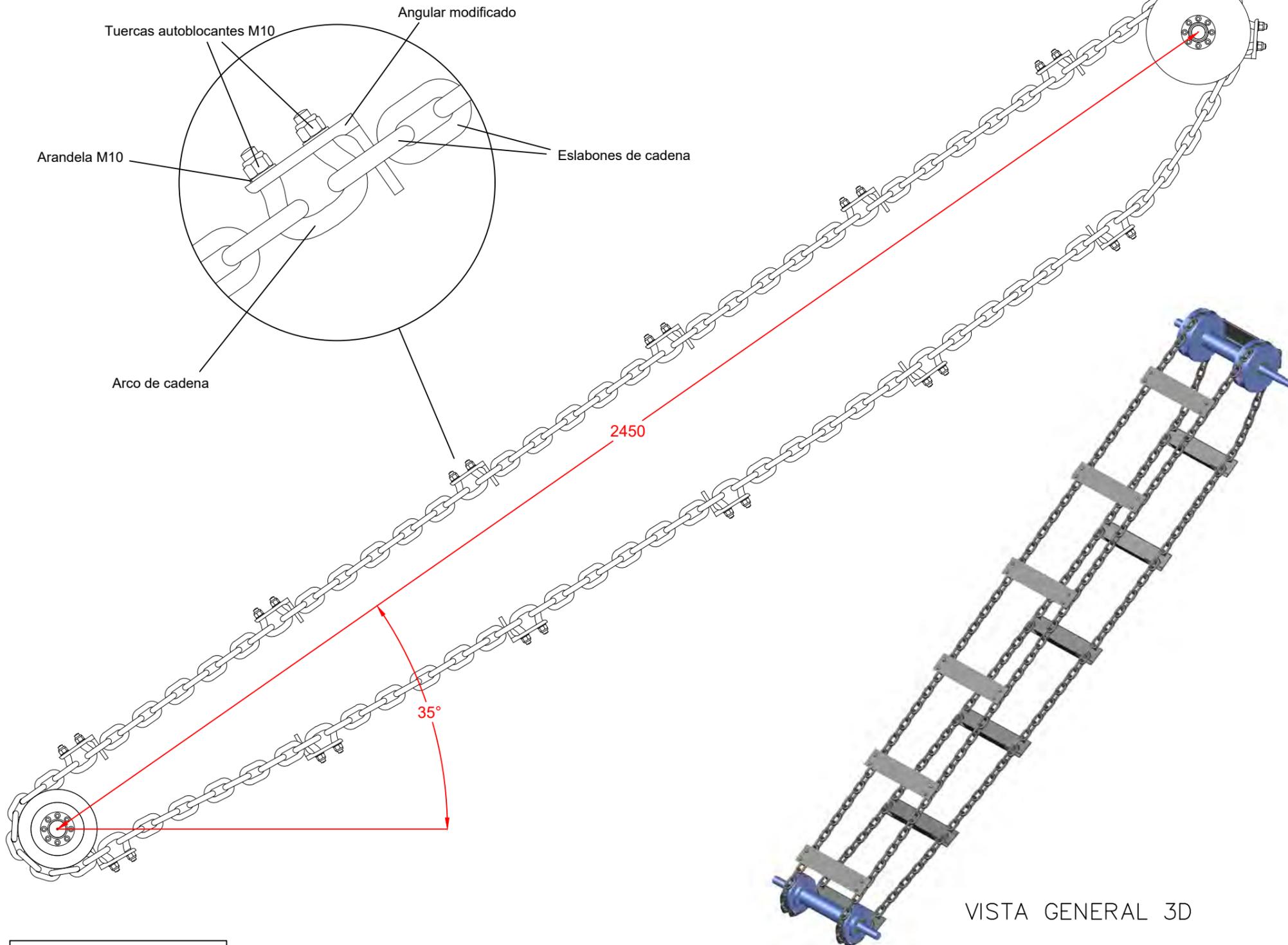


1

Principales distancias de la ubicación del agujero de Ø8,5 mm por el que se introduce un tornillo de M8x80 con tuerca y, en el que se fija el brazo de reacción del motorreductor

Cotas en mm

ALZADO



PERFIL

VISTA GENERAL 3D

Cadenas	
Nº total de eslabones	286
Nº de arcos	26
Nº de angulares	13
Tramos de 11 eslabones entre cada arco.	
Masa de la cadena	
Eslabones	20,72 kg
Arcos de cadena	3,25 kg
Angulares	16,77 kg
Total	40,74 kg

Norma	
Tuerca autoblocante	DIN 985
Arandela	DIN 125
Eslabón	DIN 764
Arco de cadena	DIN 5699

Cotas en mm



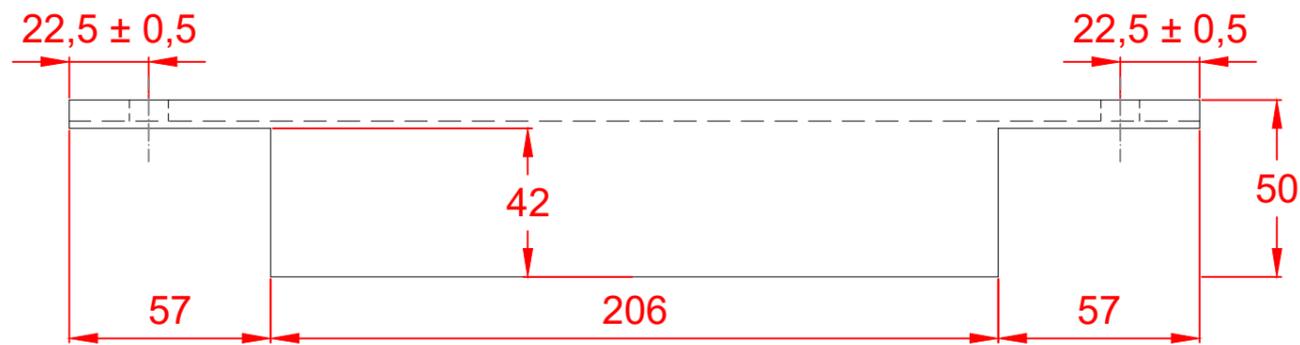
E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER



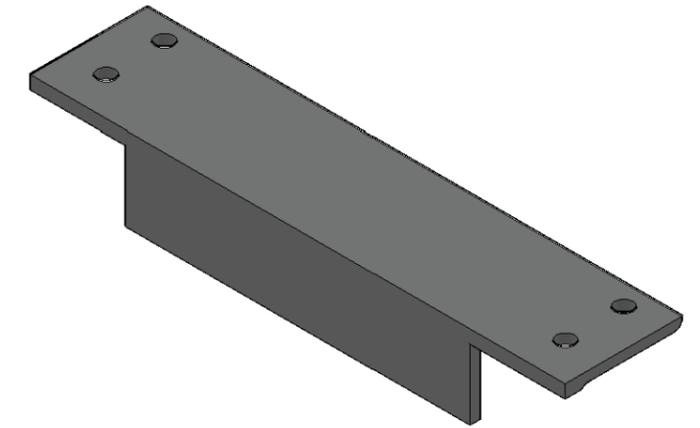
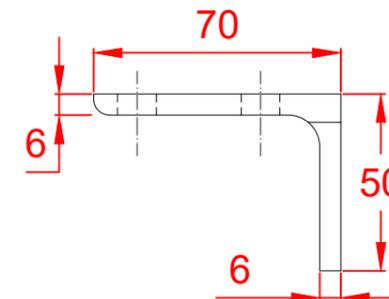
Autor: El autor del TFG
 Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
 Nombre: Cadena elevadora
 Escala: 1:8 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 20

1

ALZADO

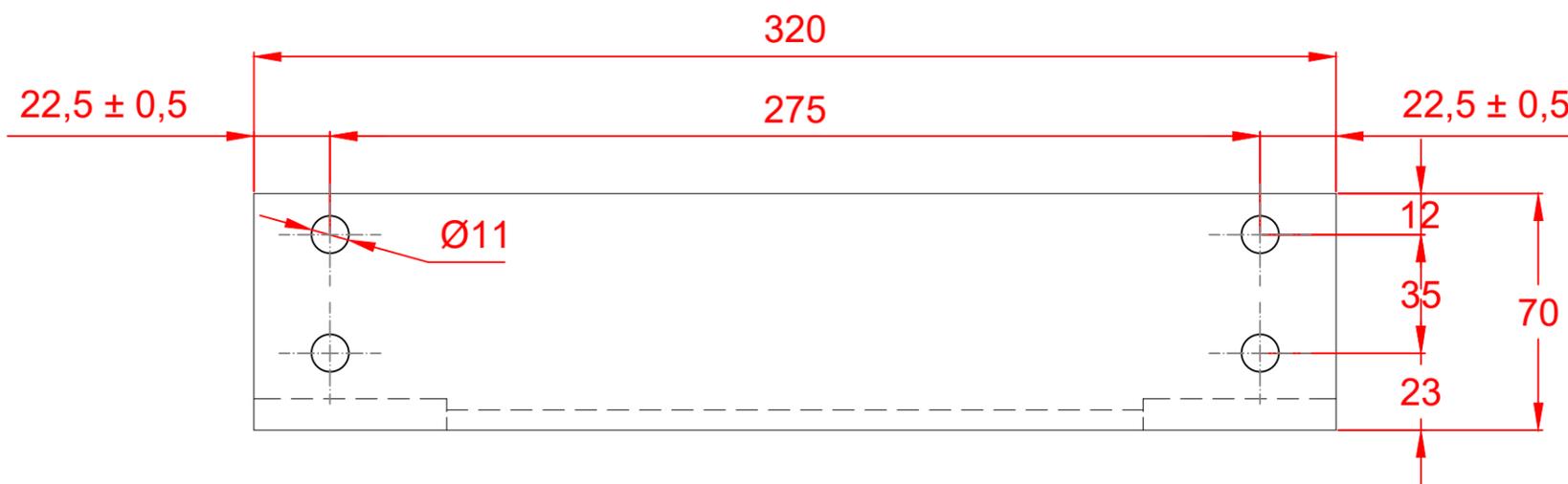


PERFIL



VISTA GENERAL 3D

PLANTA



1

Obtenido modificando un perfil angular de lados iguales laminados de 70x70x6.

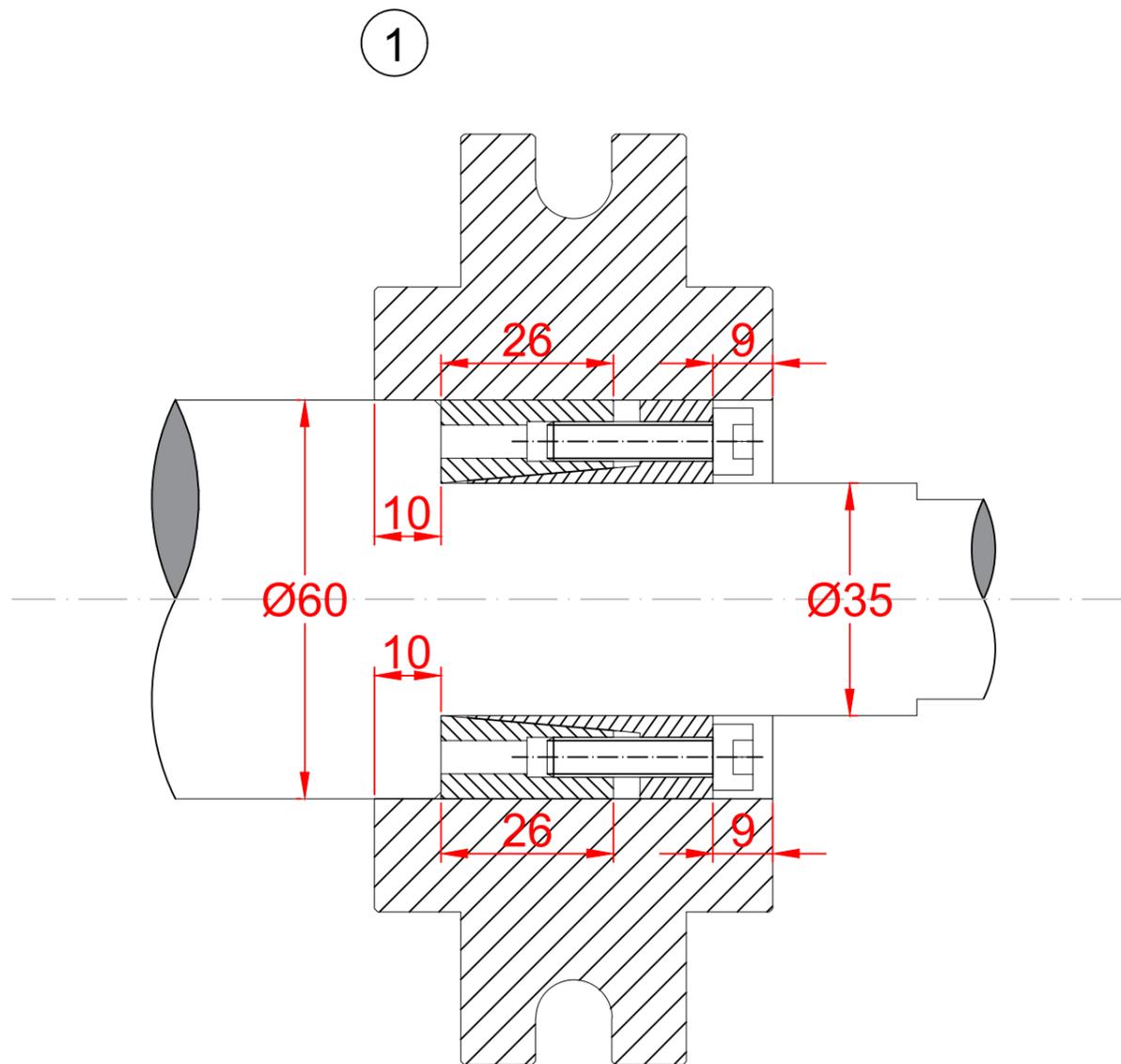
Dimensiones: EN 10056-1

Material: Acero

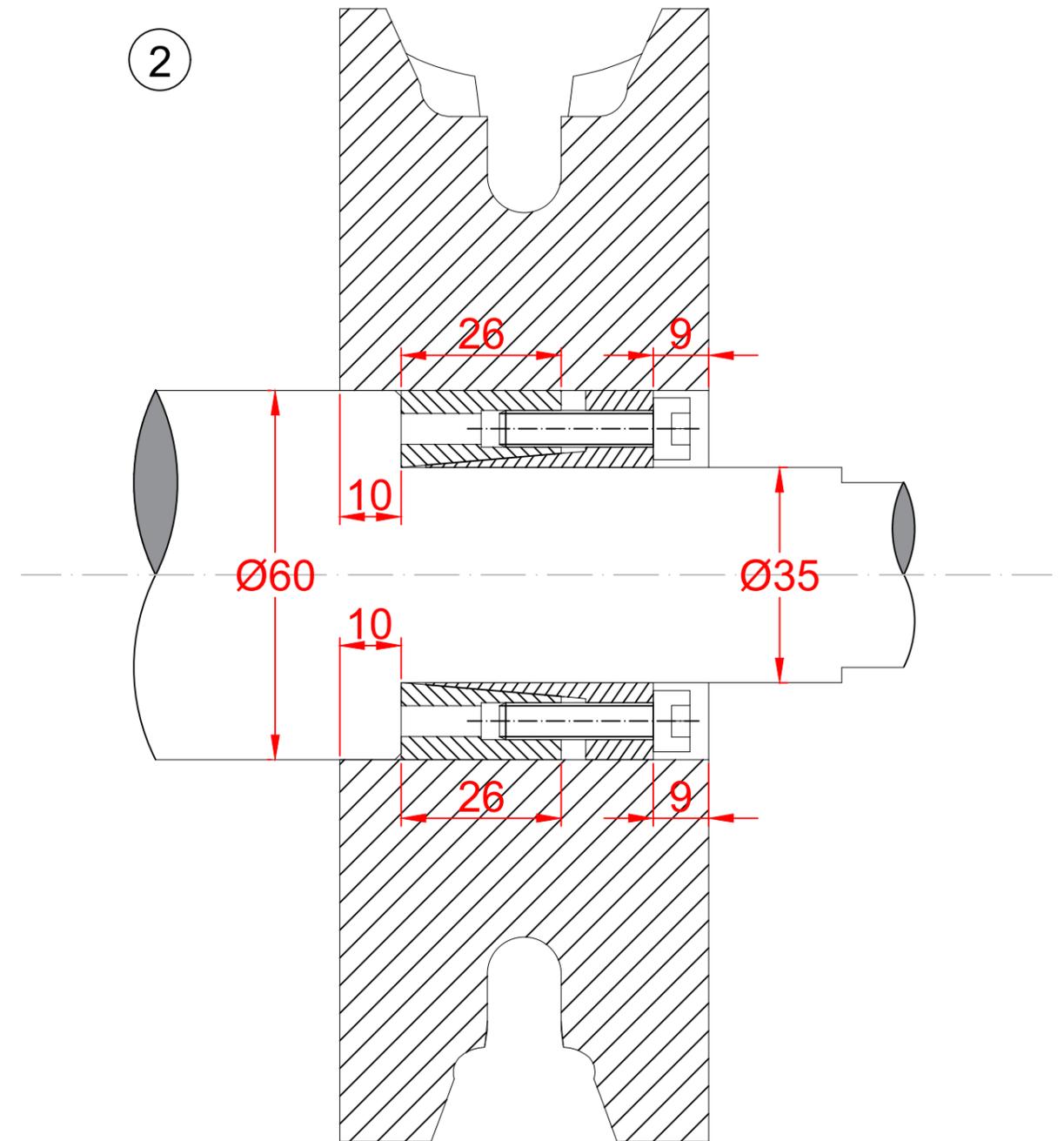
Designación: S 235 JR (EN 10027-1)

Peso: 1,29 kg

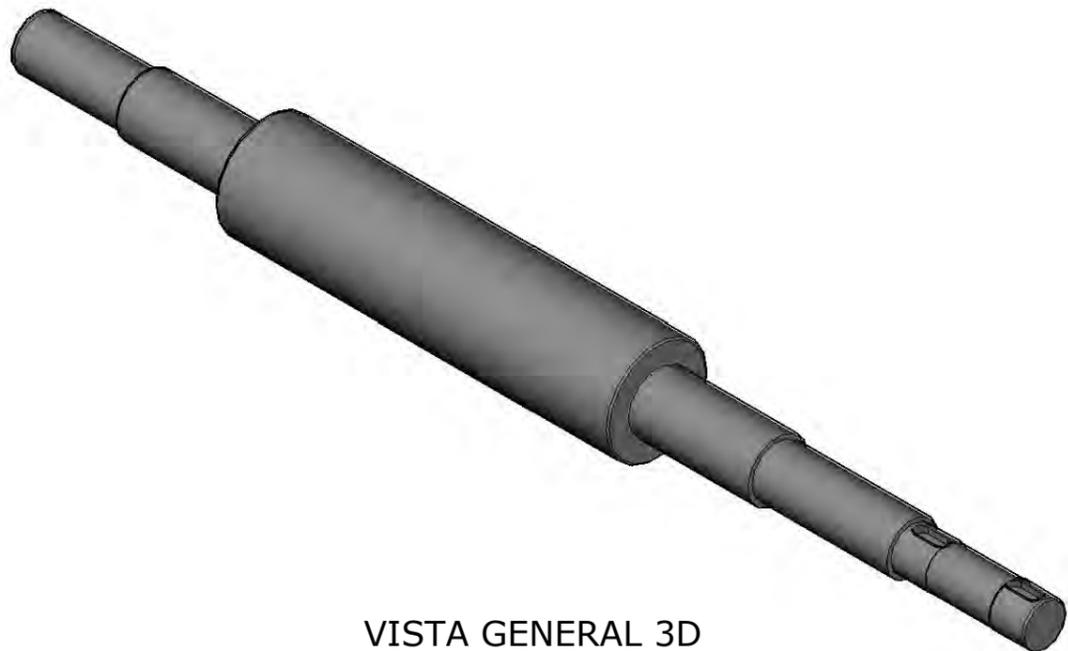
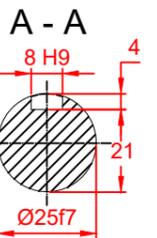
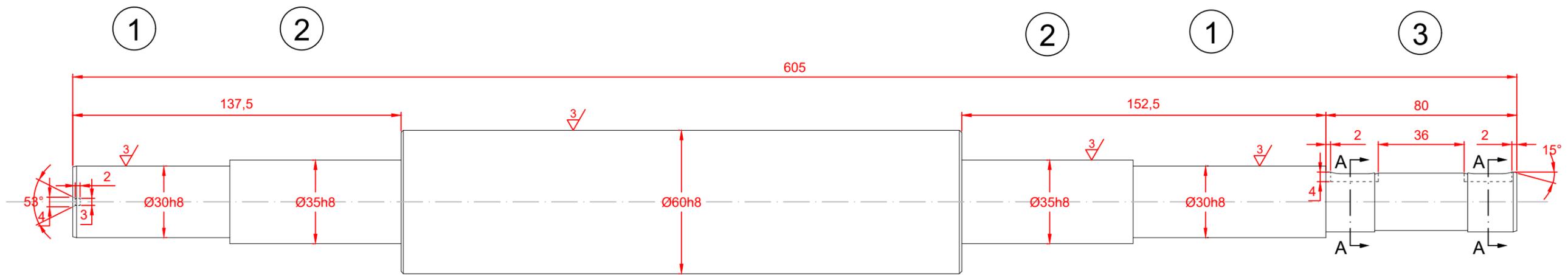
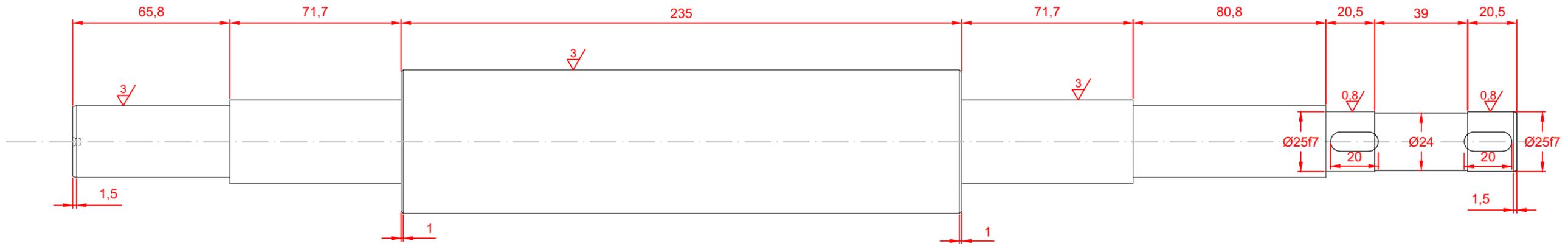
Cotas en mm



1
Detalle de sección de la polea de reenvío y su posición respecto de la unidad cónica de fijación (TOLLOK)



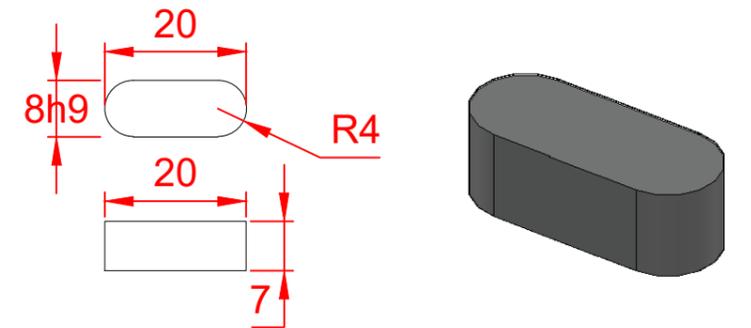
2
Detalle de sección de la Rueda de alveolos y su posición respecto de la unidad cónica de fijación (TOLLOK)



VISTA GENERAL 3D

- ① Secciones correspondientes al ajuste con los cojinetes.
- ② Secciones correspondientes al ajuste con las unidades cónicas de fijación (TOLLOK).
- ③ Sección correspondiente al ajuste con el motorreductor.

Material: Acero
 Designación: A316L
 Peso: 7,4 kg



Detalle de la chaveta (DIN 6885 A)
 Material: acero inoxidable 316

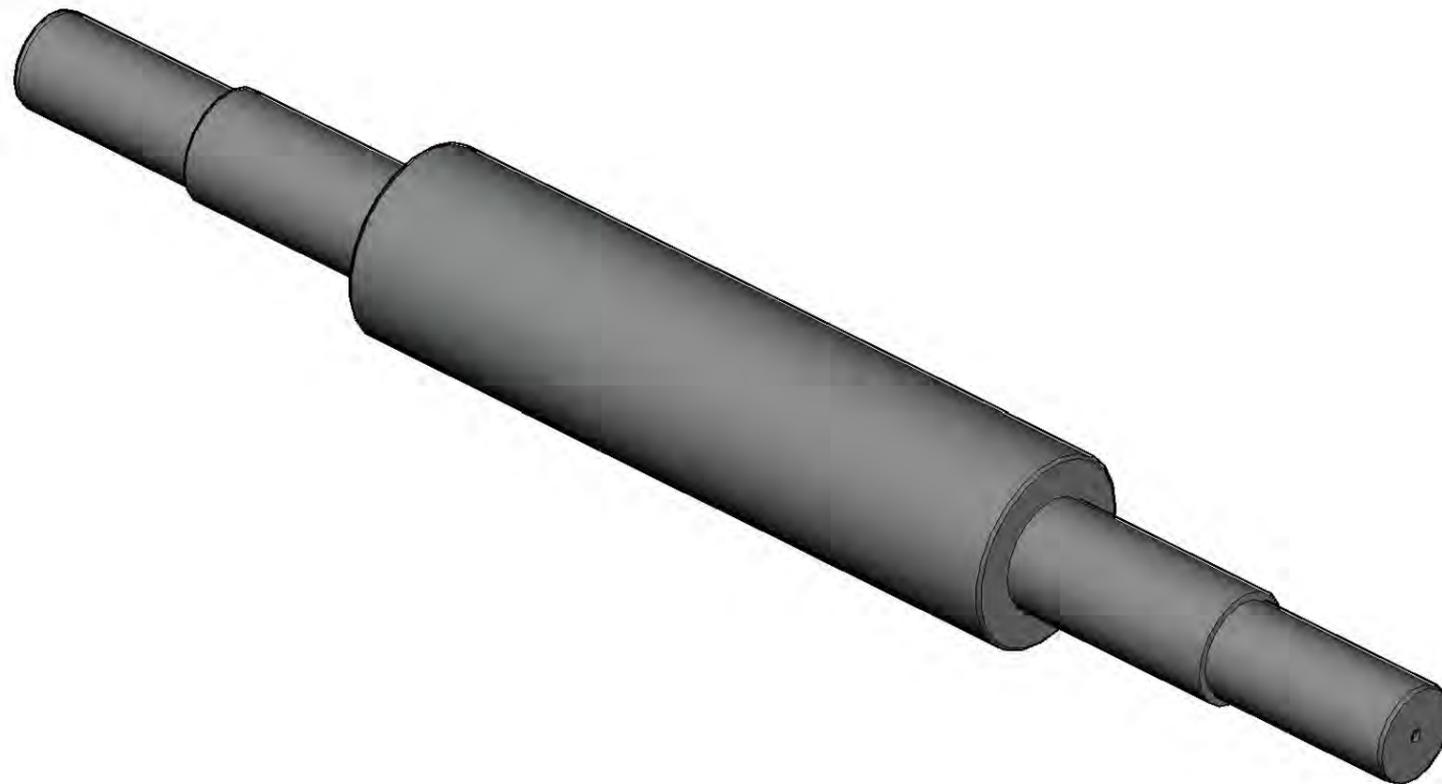
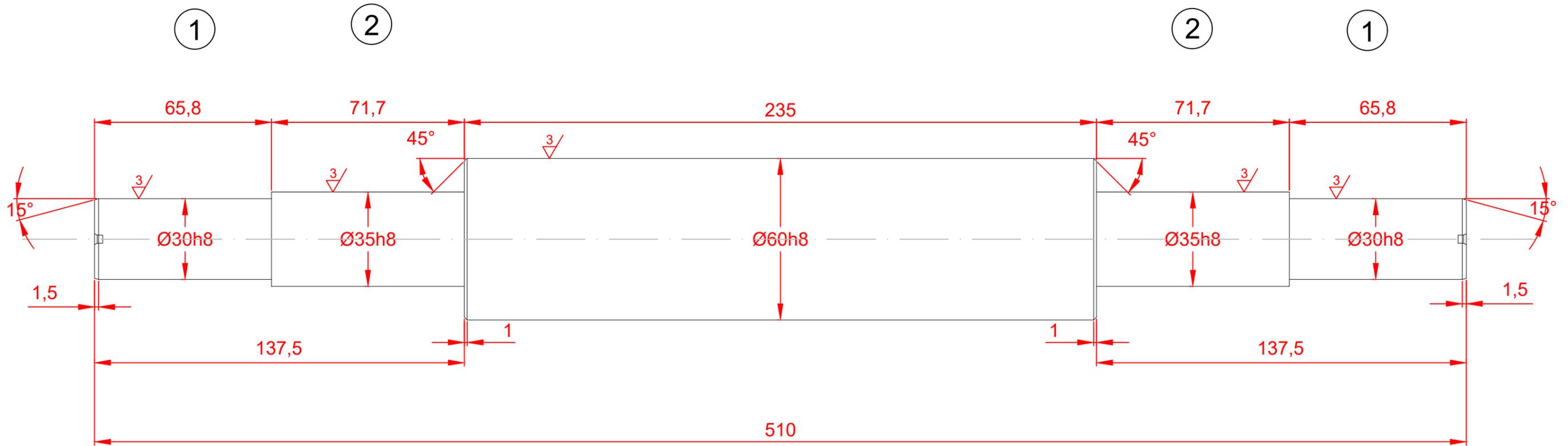
Cotas en mm



E.T.S.
 NÁUTICA
 SANTANDER



Autor: El autor del TFG
 Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
 Nombre: Eje de transmisión del sistema elevador
 Escala: 1:2 Fecha: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 23

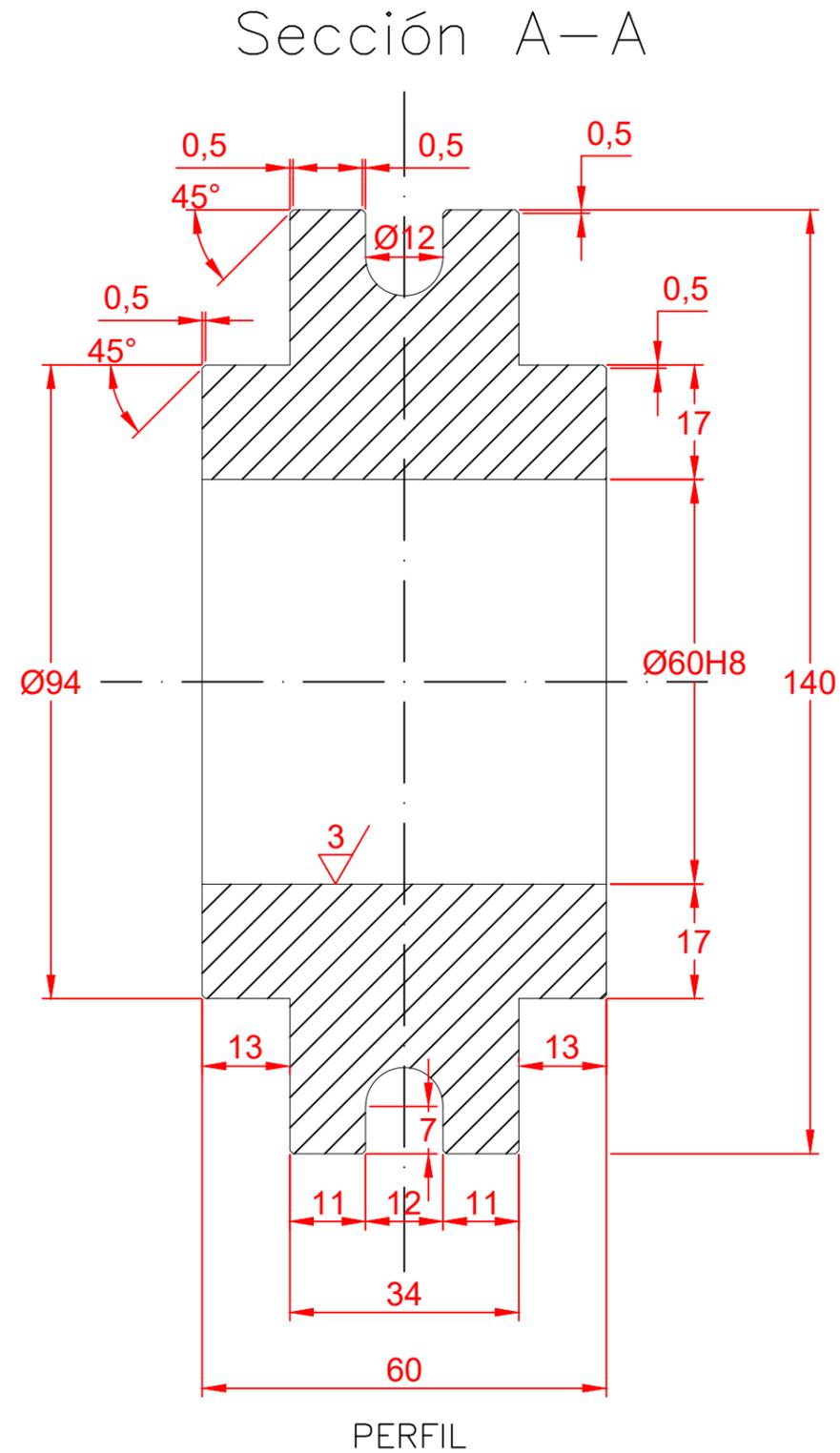
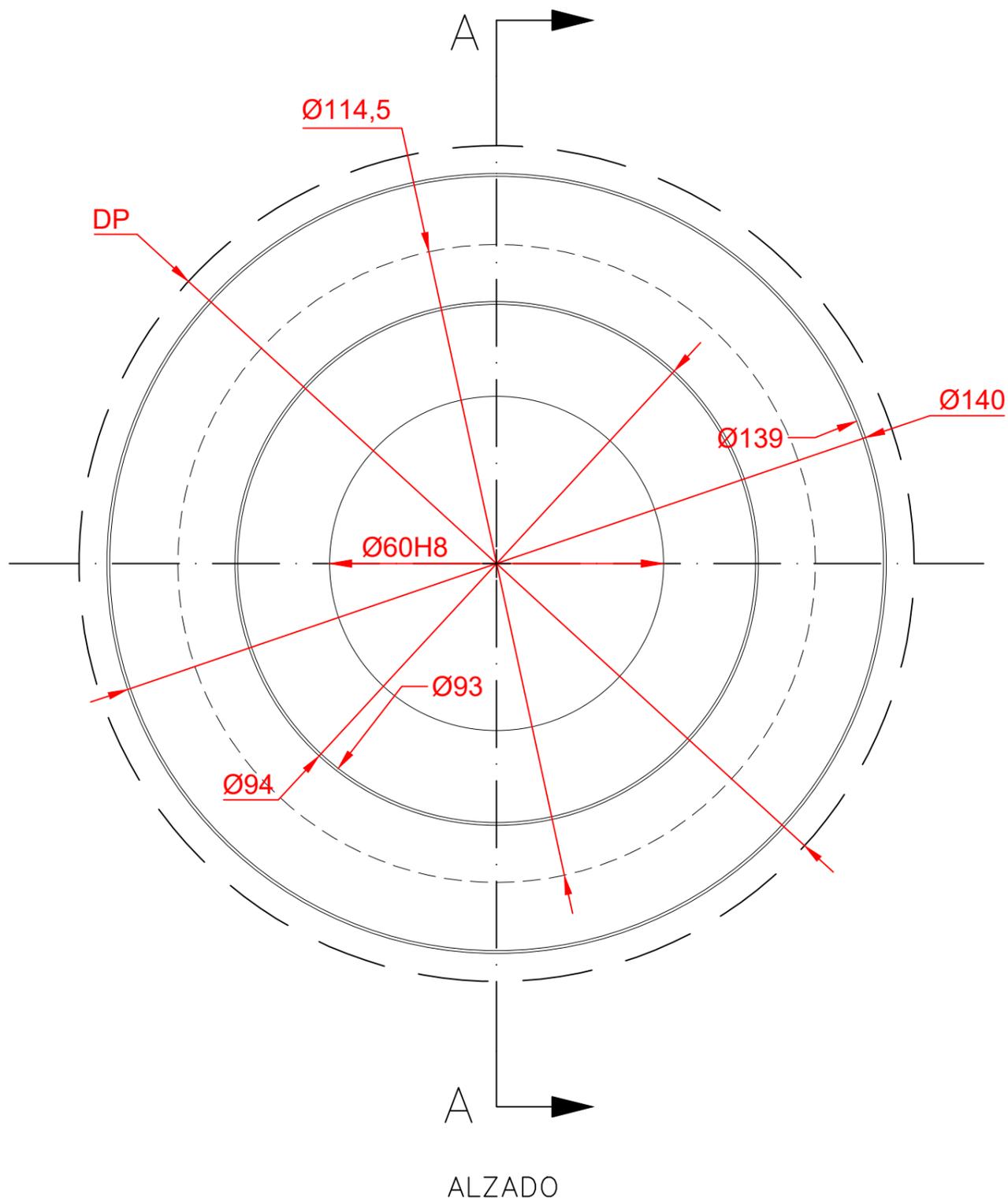


VISTA GENERAL EJE 3D

- ① Secciones correspondientes al ajuste con los cojinetes.
- ② Secciones correspondientes al ajuste con las unidades cónicas de fijación (TOLLOK).

Material: Acero
 Designación: A316L
 Peso: 7,1 kg

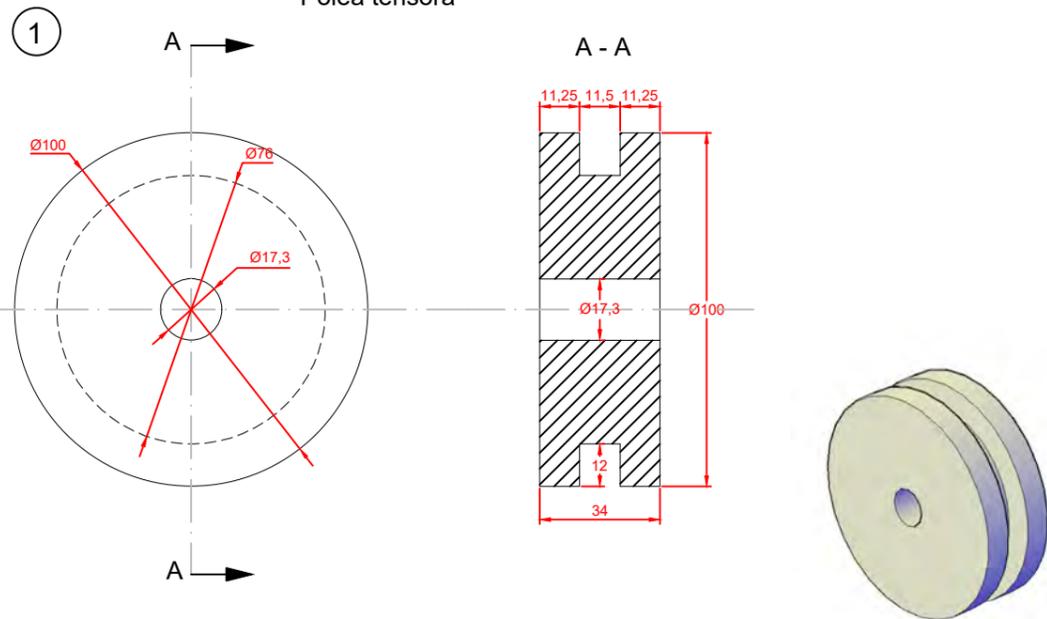
Cotas en mm



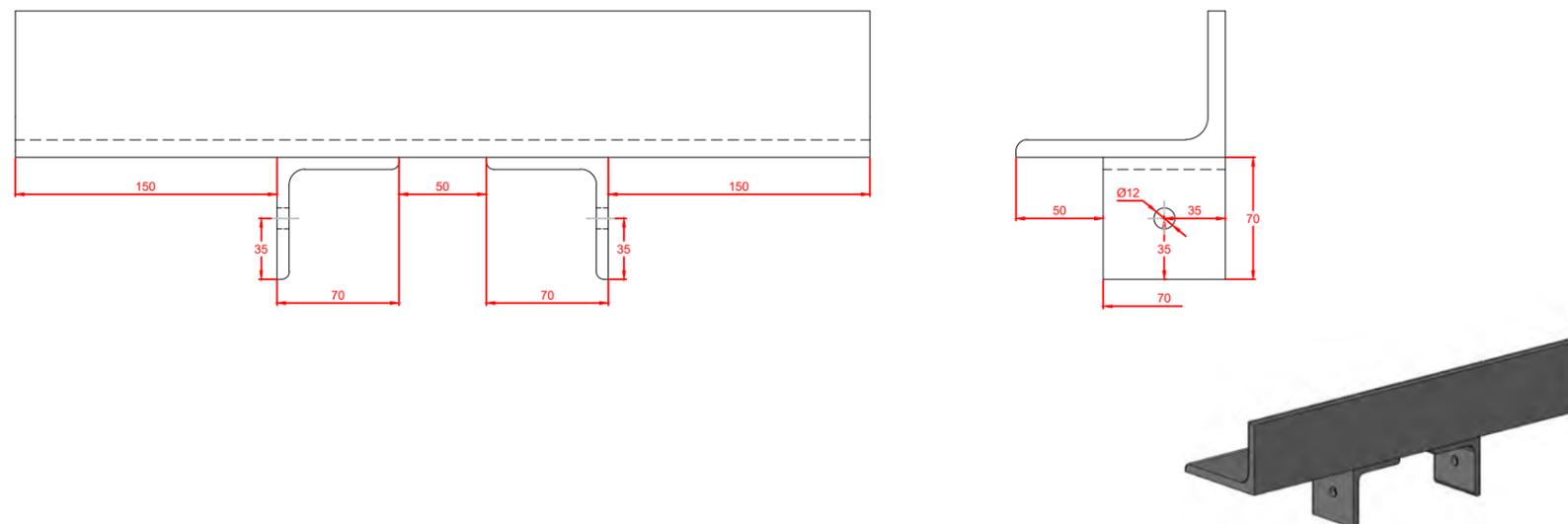
Dimensiones para el mecanizado de la rueda lisa.
 Rugosidad máxima permitida (R_a) en el cubo: $3 \mu\text{m}$
 Tolerancia de mecanizado para el cubo: H8
 *DP: Diámetro primitivo

Material: Fundición gris
 Designación: GG-25
 Peso: 0.97 kg

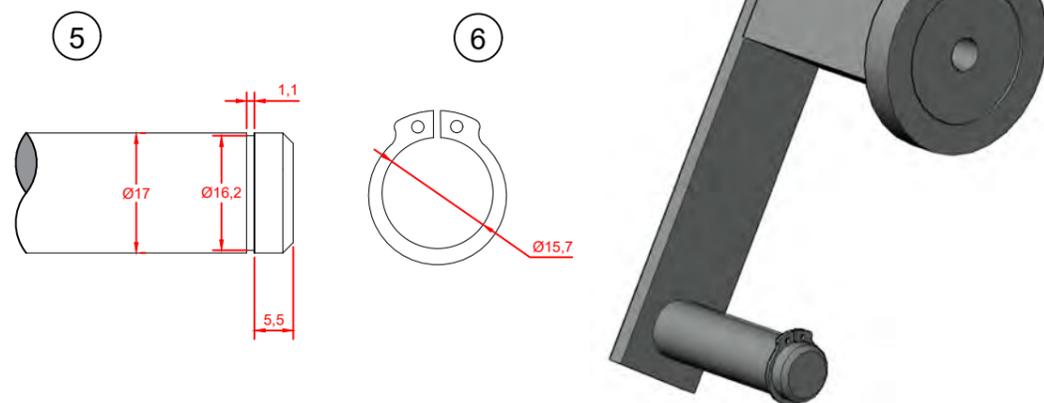
Polea tensora



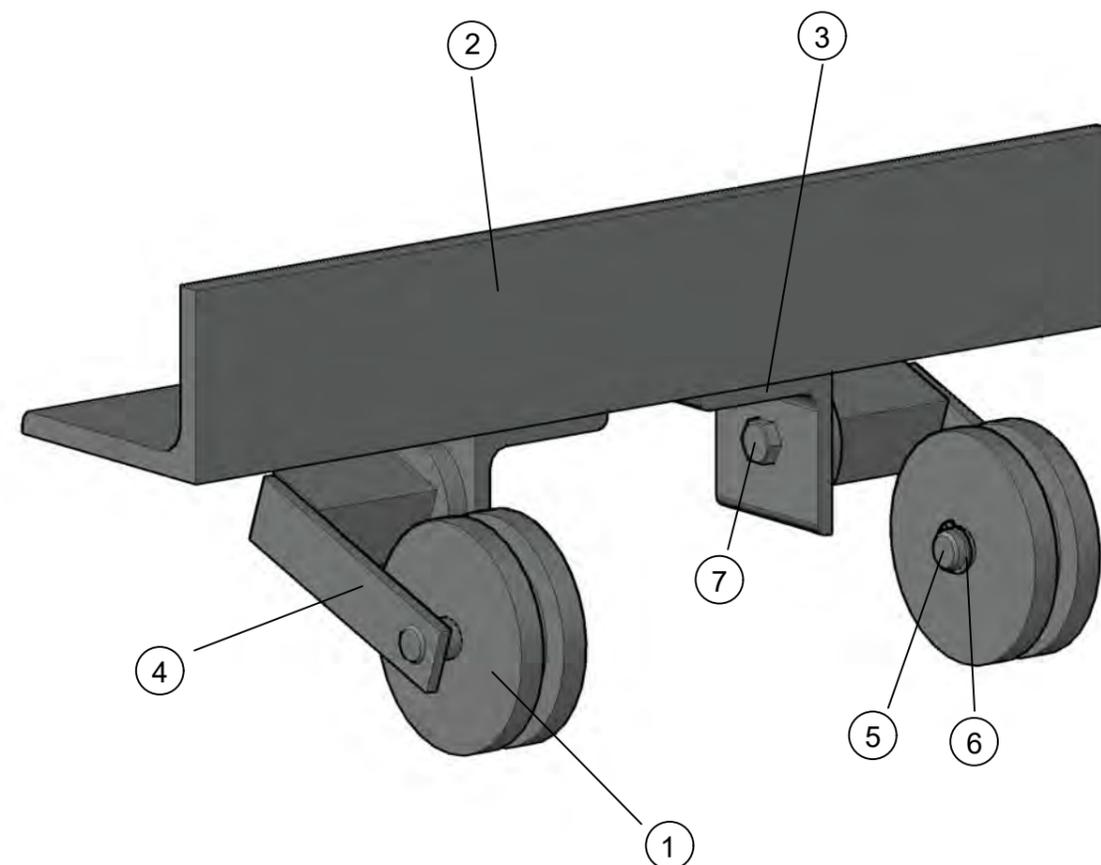
Soporte del brazo tensor



Eje del brazo tensor (cajera para "circlip")



Brazo tensor (ROSTA)



Vista 3D sistema tensor

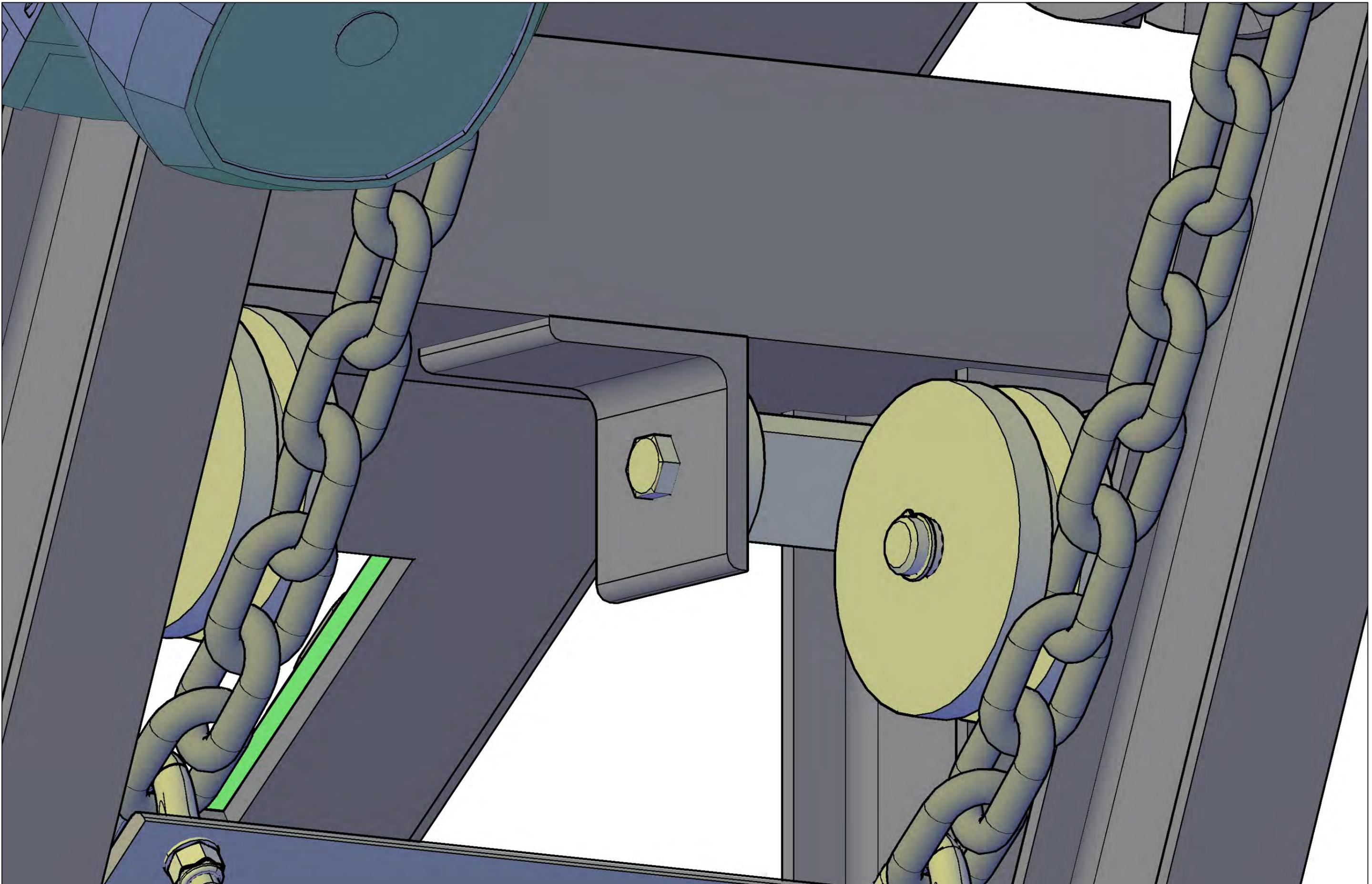
- 1. Polea tensora*
- 2. Angular superior (Estructura elevador)
- 3. Angular soporte brazo tensor**
- 4. Brazo tensor (ROSTA)
- 5. Eje del brazo tensor
- 6. Circlip (DIN 471)
- 7. Tornillo M10x30***

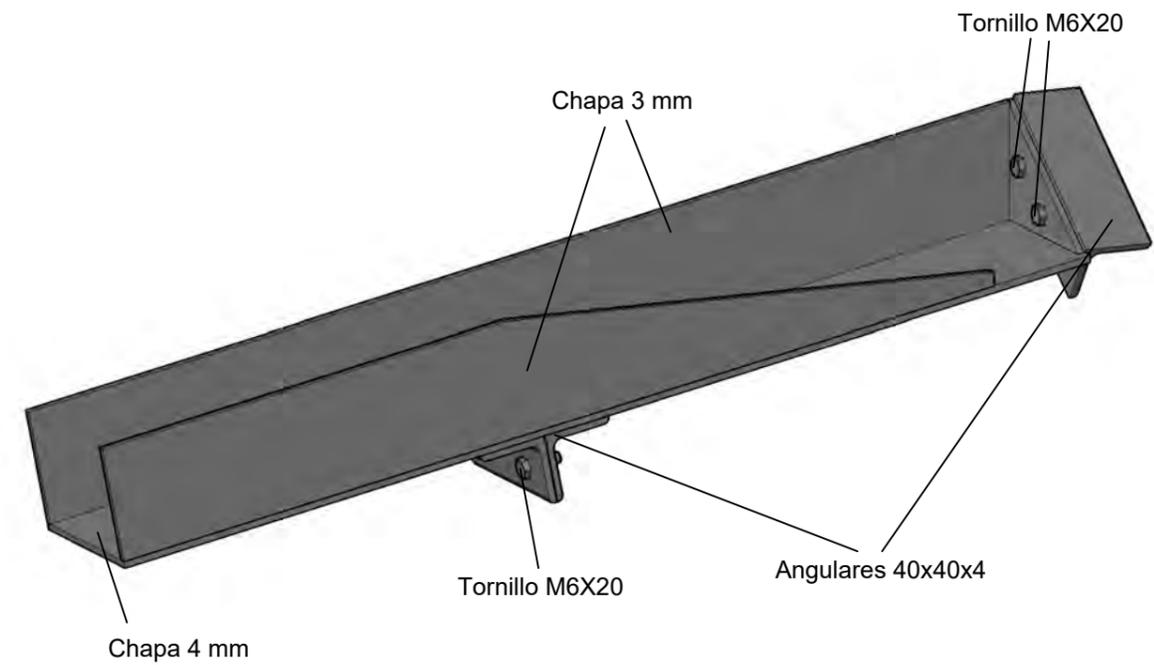
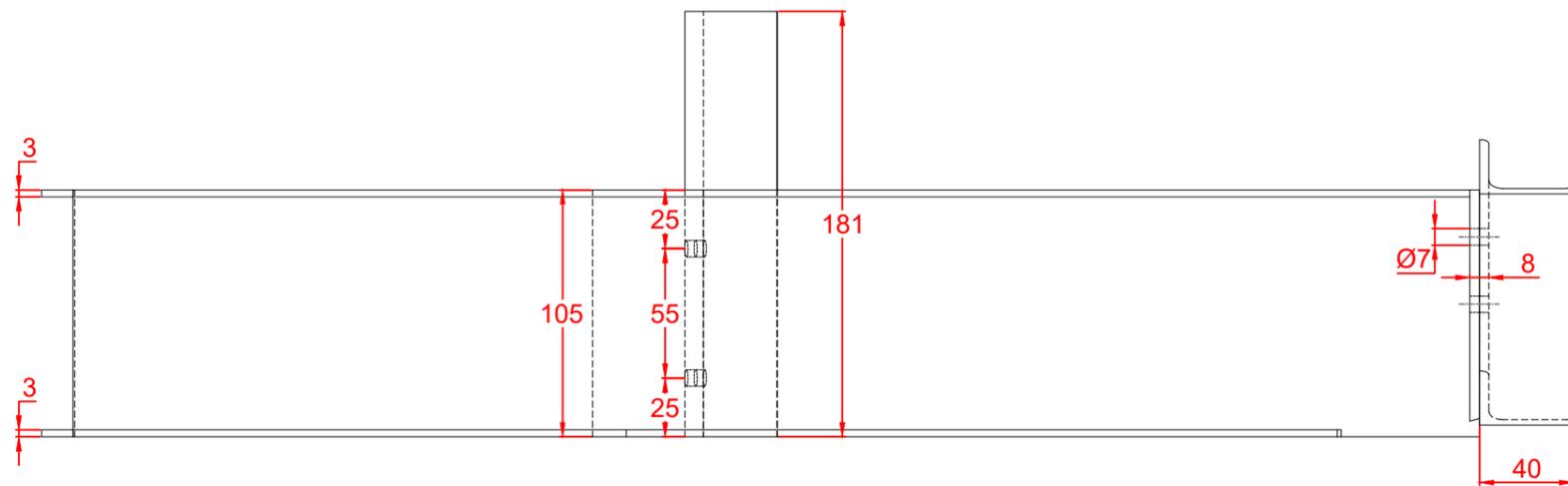
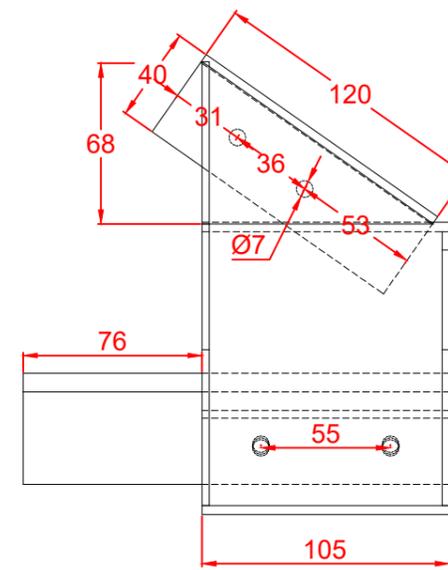
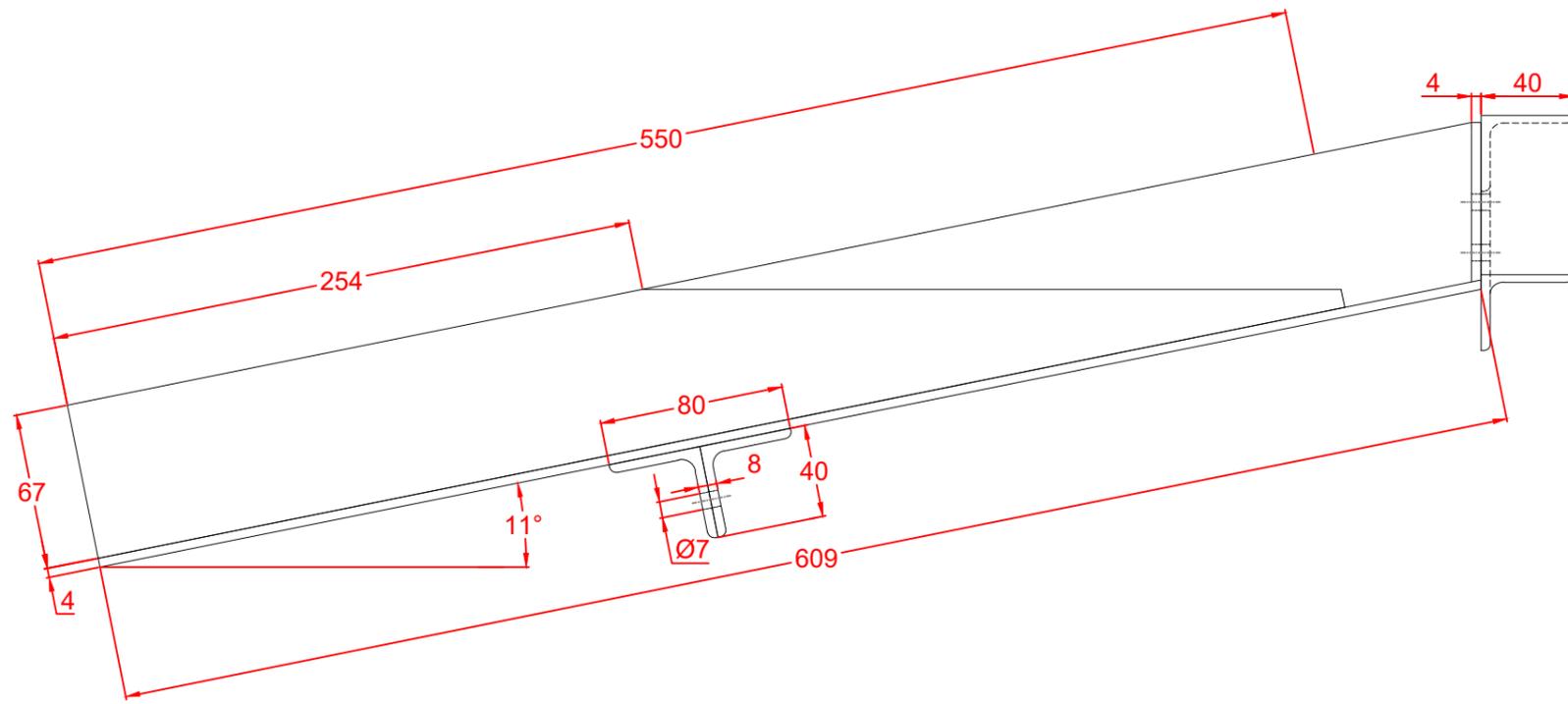
(*) Material empleado para la polea tensora: PTFE (teflón).

(**) Angular de lados iguales de 70x70x7. 70 mm de longitud.

(***) Par de apriete para tornillo de calidad 8.8 $M_A=49$ Nm.

Cotas en mm





Material: Acero

Designación: S 235 JR

Peso: 4,2 kg

Para la sujeción de la rampa, se eplean 4 tornillos de M6x20 y tuercas.

Cotas en mm



E.T.S.
NÁUTICA
SANTANDER

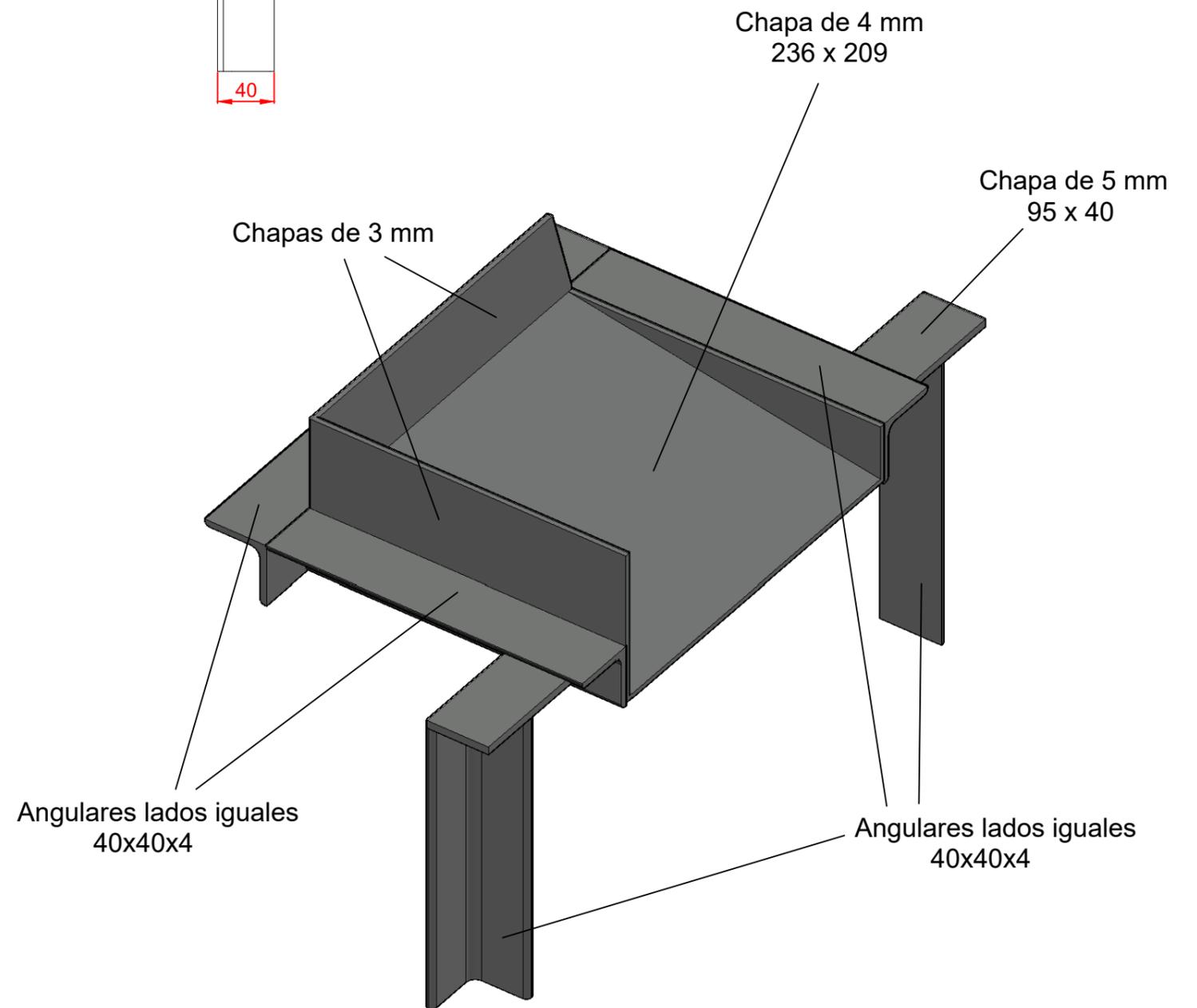
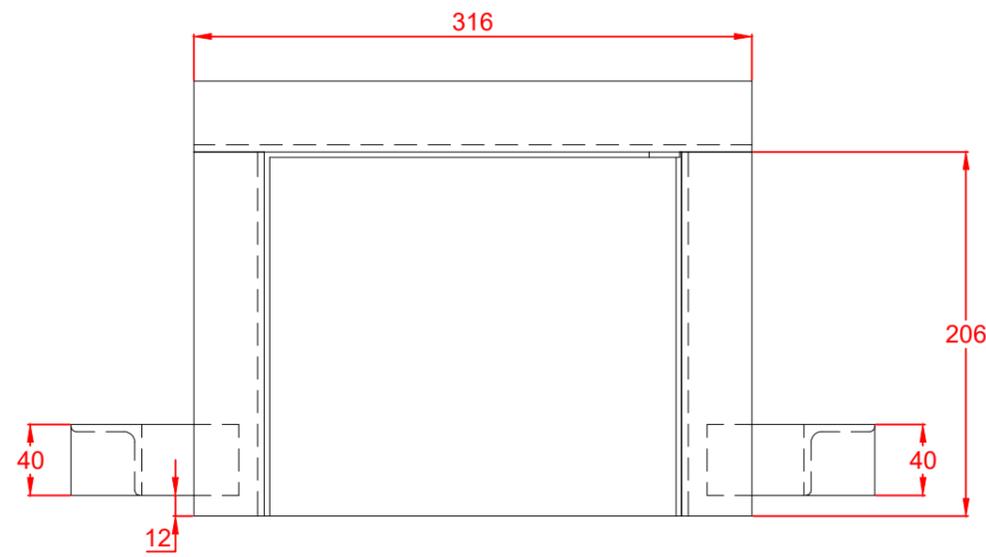
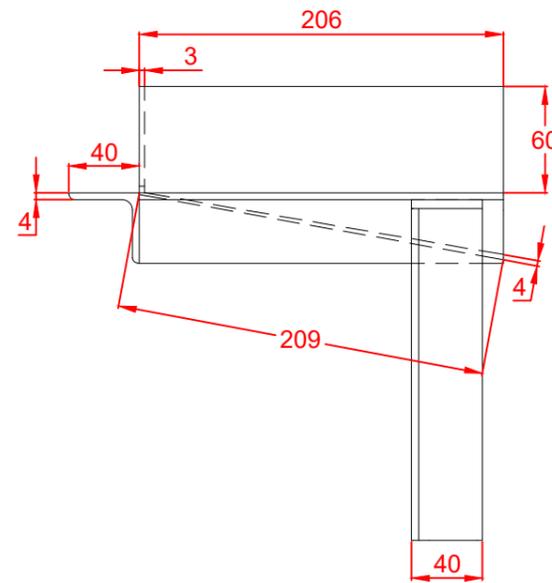
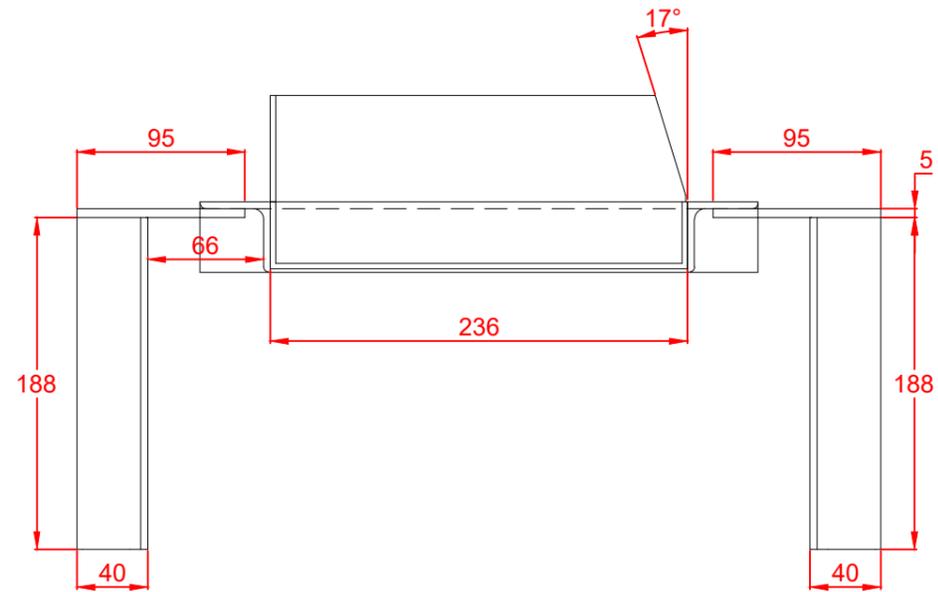


Autor: El autor del TFG

Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES

Nombre: Rampa de retorno de pistones a la tolva

Escala: 1:3 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 27



Angular de lado iguales 40x40x4
 Dimensiones: EN 10056-1
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR (EN 10027-1)

Rampa
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR
 Peso total: 3,75 kg

Cotas en mm

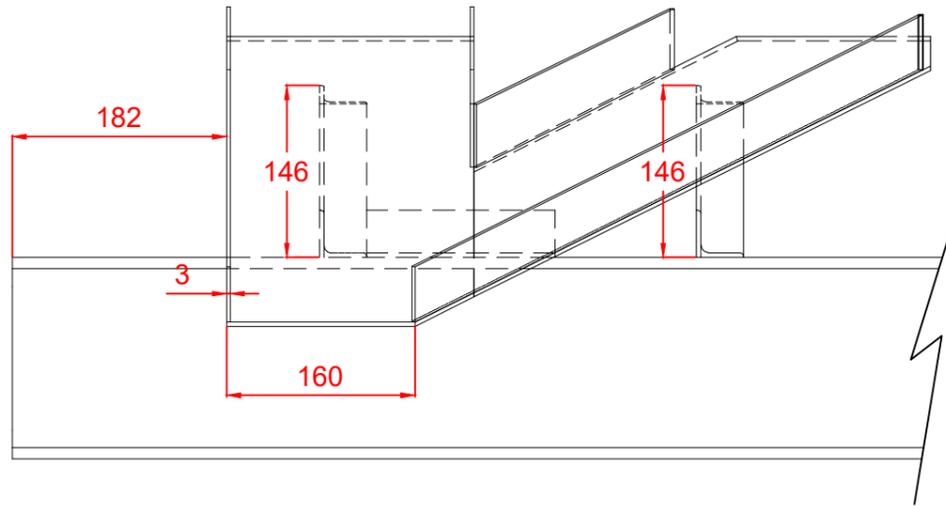


E.T.S.
 NÁUTICA
 SANTANDER

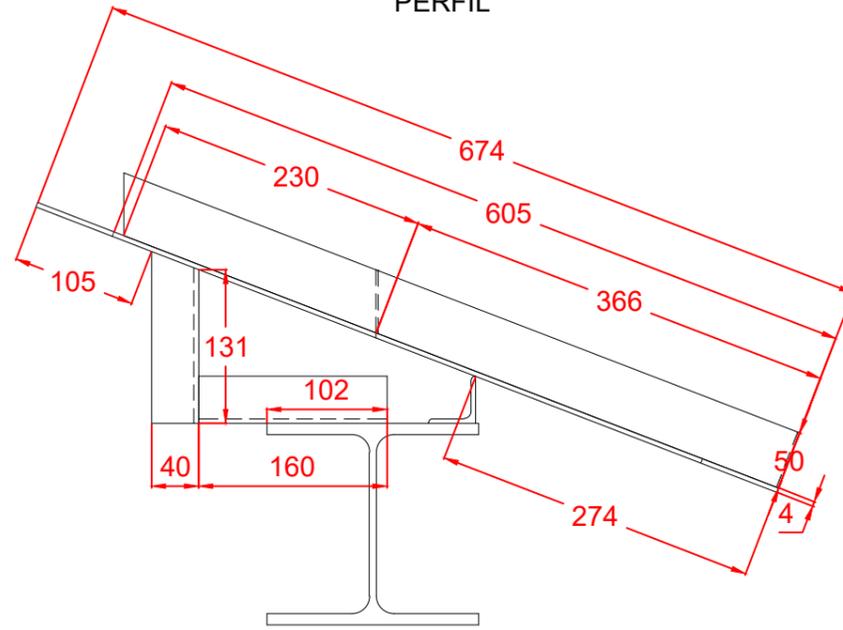


Autor: El autor del TFG
 Proyecto: DISEÑO MÁQUINA ALIMENTADORA DE PISTONES POR VIBRACIÓN
 Nombre: Rampa llegada pistones al elevador
 Escala: 1:4 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 28

ALZADO

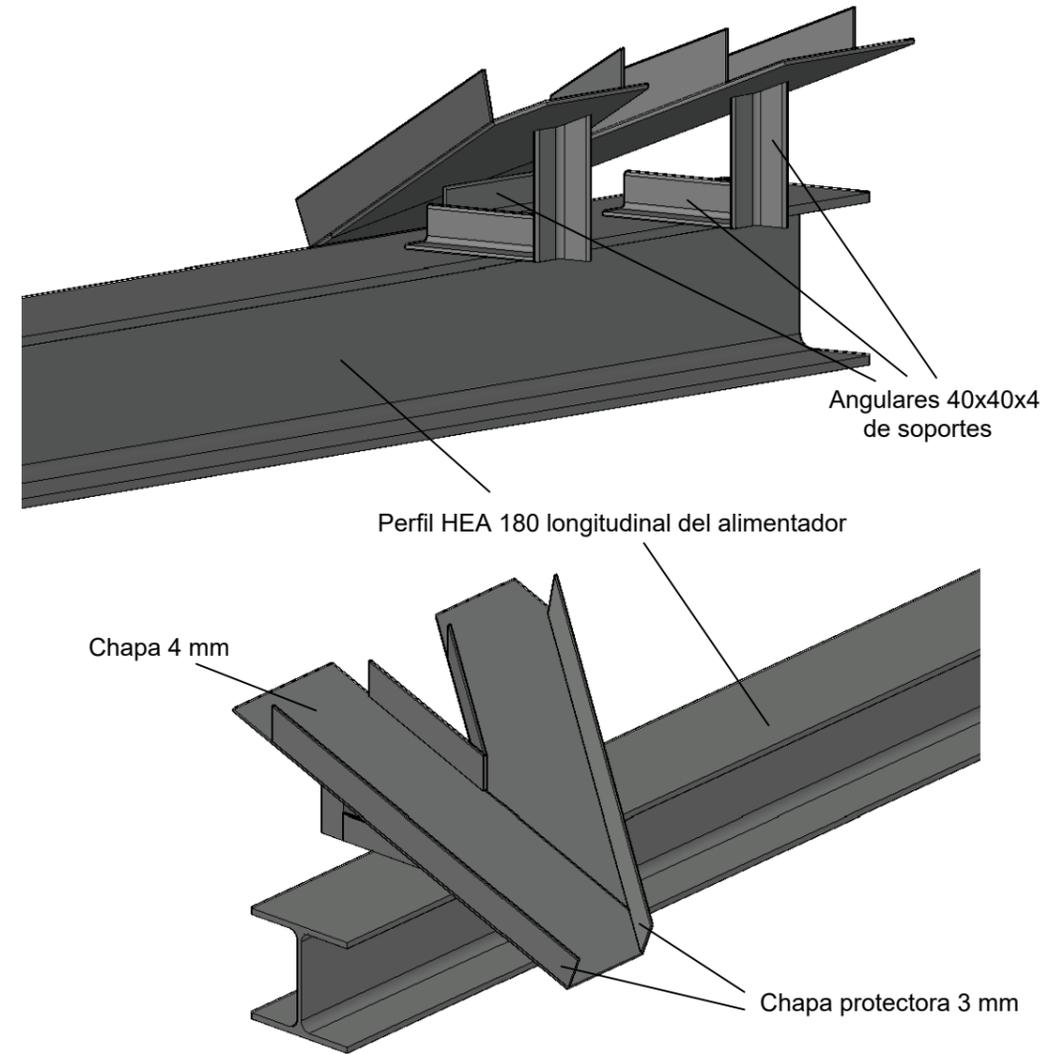
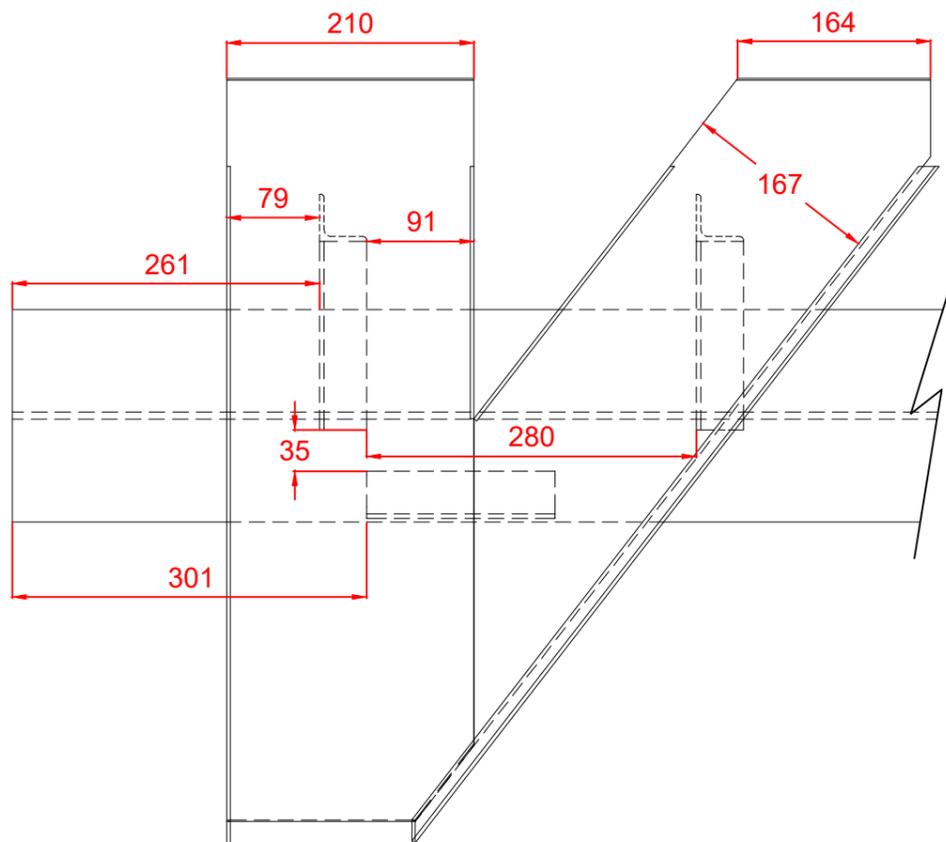


PERFIL



Angular de lado iguales 40x40x4
 Dimensiones: EN 10056-1
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR (EN 10027-1)

PLANTA

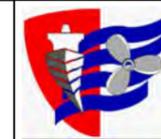


Rampa
 Material: Acero
 Designación: S 235 JR
 Peso total: 6,15 kg

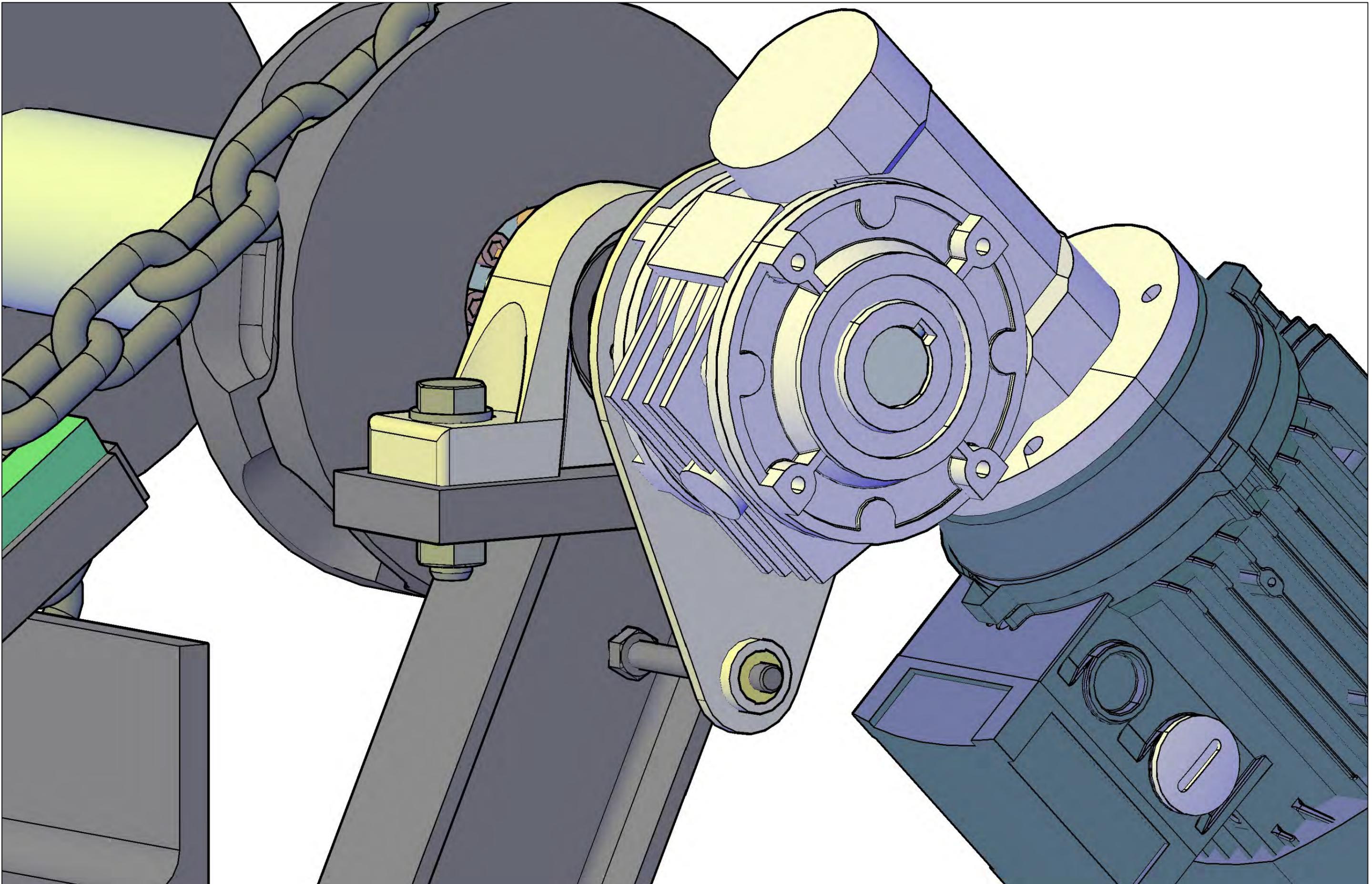
Cotas en mm



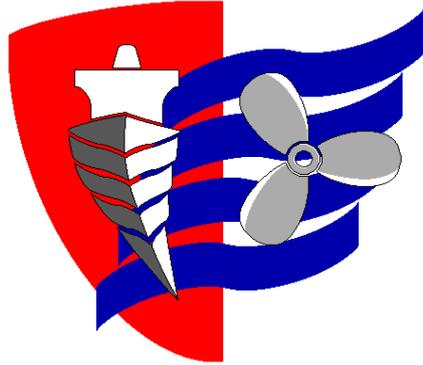
E.T.S.
 NÁUTICA
 SANTANDER



Autor: El autor del TFG
 Proyecto: PROYECTO TÉCNICO ALIMENTADOR VIBRANTE DE PISTONES
 Nombre: Rampa recogida de pistones del alimentador
 Escala: 1:6 Fecha.: 25-05-2023 Form.: A3 N° hoja: 29



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



6. PLIEGO DE CONDICIONES

6. PLIEGO DE CONDICIONES

6.1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

Tiene por finalidad la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Ingeniero, al Contratista sus técnicos y encargados, a la Propiedad, así como las relaciones entre todos ellos y sus obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

En relación a la documentación adjunta en el contrato de obra, integrada por la memoria, pliego de condiciones, planos y presupuesto. Las instrucciones de la Dirección de la obra se incorporan al proyecto como interpretación. En los documentos, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

- Delimitación de funciones técnicas

Compete al Ingeniero Director:

- a) Redactar las modificaciones que precise el proyecto.
- b) Asistir a la obra con el fin de resolver las contingencias y proporcionar las directrices precisas para la correcta interpretación de lo proyectado.
- c) Coordinar, junto al Contratista el programa de desarrollo de la obra y el programa de control de calidad.
- d) Comprobar la adecuación de lo proyectado.
- e) Consignar las incidencias e instrucciones que estime convenientes.
- f) Preparar la documentación gráfica y escrita.
- g) Dar conformidad a las certificaciones y la liquidación.
- h) Expedir el certificado final de obra.

Compete al contratista:

- a) Organizar los trabajos en ejecución.
- b) Asegurar la idoneidad de los materiales.
- c) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y daños a terceros.

d) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- Derechos y obligaciones del contratista

Antes de dar comienzo a la obra El contratista expedirá por escrito que la documentación aporta resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra.

El Contratista tendrá a su disposición el Programa de control de Calidad, si fuera necesario, donde se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra.

El Jefe de Obra estará presente durante la jornada legal y acompañará al Ingeniero en las visitas que realice.

El Contratista podrá requerir del Ingeniero las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación de lo proyectado.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, las órdenes se comunicarán por escrito al Contratista y éste a su vez al Ingeniero.

El Contratista solo podrá presentar reclamaciones de orden económico través del Ingeniero a la Dirección Facultativa.

El contratista no podrá impugnar al Ingeniero ni al personal encargado por éste de la vigilancia de obras, ni pedir que se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

- Prescripciones prelativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y la ejecución total se lleve dentro del plazo exigido.

La determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Cuando sea preciso ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas dictamine una procedencia determinada.

6.2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

Todos los que intervienen en el proceso de ejecución tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 16%).
- Abono de los trabajos

El abono de los trabajos se efectuará de la siguiente manera:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra Este precio por unidad de obra es invariable y se halla fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Tanto variable por unidad de obra Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero Director.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente Pliego de Condiciones Particulares determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato. Los pagos se efectuarán por el Propietario en los establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las obras conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de los aquellos.

6.3. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

La ejecución de las obras podrá contratarse por cualquiera de los siguientes:

- Por tanto alzado: Comprenderá la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del proyecto y en una cifra fija.
- Por unidades de obra, ejecutadas asimismo, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas.
- Por administración directa o indirecta, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por contratos, de mano de obra, siendo de cuenta de la propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes: la modificación del proyecto, o las modificaciones de unidades de obra.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado las condiciones particulares del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La mala fe en la ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.

6.4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

- Materiales

Los materiales empleados para fines estructurales serán de acero al carbono con designación S235JR, ya sean chapas, pletinas o perfiles.

Deberán de estar debidamente homologados.

Excepto que se indique lo contrario, todas las piezas fabricadas serán de acero S235JR.

Las ruedas y poleas de reenvío son de fundición gris GG-25.

Los ejes son de acero inoxidable AISI316L.

- Almacenamiento

Se separarán los materiales de distintas características para evitar posibles contaminaciones.

Todas las piezas y elementos comerciales susceptibles de dañarse o ensuciarse poniendo en riesgo el montaje de la máquina, deberán almacenarse protegidas.

- Montaje

Los operarios encargados de realizar el montaje deberán estar cualificados y en plenitud de sus facultades para el trabajo a realizar.

Se deberá evitar el golpeo de los elementos a la hora de montar para evitar cualquier daño superficial.

En caso de que se requiera emplear dispositivos de elevación, deberán estar en buen estado para no comprometer la salud de los operarios y de la obra.

Todas las herramientas eléctricas que se empleen deberán de ser revisadas previamente a su uso.

Solo podrán emplear máquinas plegadoras de acero y cizallas el material designado por el contratista.

No se podrán instalar equipos de marcas o modelos distintos sin autorización.

- Soldadura

Todas las uniones que en los planos no se especifiquen como atornilladas, deberán soldarse.

Cualquier soldadura que se haga, deberá de ser realizada por un soldador homologado, y se efectuará bajo la norma UNE-EN 287:2004.

Se deberán seguir los siguientes procedimientos de soldadura:

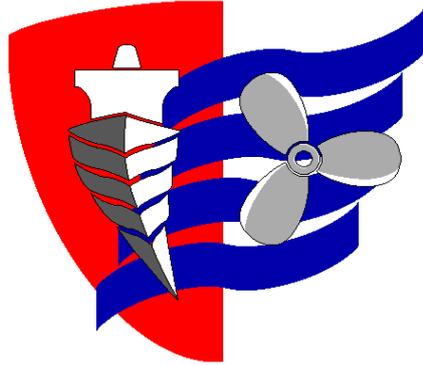
- Soldadura manual con electrodos revestidos.
- Soldadura manual con electrodo de tungsteno en atmósfera neutra.
- Soldadura semiautomática con protección CO₂, gas inerte o mezcla de ambos.

Todo el personal que emplee la máquina de oxicorte o de corte por plasma deberá de estar cualificado para ese fin.

- Máquinas

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.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



7. PRESUPUESTO

7. PRESUPUESTO

Para calcular el coste de la máquina, se desglosará el coste de cada fase del proyecto. Se calcularán los costes del diseño e ingeniería, seguidos por los costes de los elementos de la máquina que se deban fabricar por un lado y los que se deben comprar por otro.

Además, se estimarán los costes necesarios para la puesta en marcha del proyecto incluyendo su fabricación y montaje de todos los elementos.

Se analizarán los costes con referencia a lo siguiente:

- Los procedentes del diseño, planos y cálculos del proyecto.
- Los procedentes de los materiales y elementos comerciales para la fabricación de la máquina.
- Los procedentes de la fabricación y montaje.

7.1. COSTE DE DISEÑO

Para la elaboración del coste de diseño se ha tenido en cuenta los gastos derivados del diseño y la elaboración de los planos. También se ha tenido en cuenta los costes de revisión del ingeniero en la fabricación e instalación.

COSTE DE DISEÑO			
Actividad	Horas	Precio (€/h)	Coste (€)
Oficina técnica	200	50	10.000
Ingeniería	100	50	5.000
Total			15.000 €

7.2. COSTE DE MATERIALES Y ELEMENTOS

Se incluyen los costes de las materias primas empleadas para la realización de la obra y las piezas comerciales que forman parte de ella.

COSTE DE MATERIALES Y ELEMENTOS

Costes de materiales del alimentador			
Componente	Peso (kg)	Precio (€/kg)	Coste (€)
Perfiles HEA 180	290,2	2,48	719,70
Perfiles HEA 120	39,8	2,48	98,70
Perfiles UPN 120	10,95	2,48	27,16
Perfiles IPE 100	46,8	2,48	116,06
Redondos de 6 mm	1,8	2,48	4,46
Chapas y pletinas	108,4	2,48	268,83
Total			1.234,92
Costes de materiales del elevador			
Componente	Peso (kg)	Precio (€/kg)	Coste (€)
Perfiles IPE 100	64	2,48	158,72
Angulares	23,11	2,48	57,31
Chapas y pletinas	101,4	2,48	251,47
Redondo A316L para ejes	16,01	8,35	133,68
Redondo PTFE para tensor	1	42	42,00
Redondo GG-25 para poleas	33,13	2,93	97,07
Total			740,26
Costes de elementos comerciales			
Componente	Cantidad	Precio (€/ud)	Coste (€)
Guías laterales "mk group"	1	84,64	84,64
Vibrador externo "MREX 3/65"	1	265	265
Resorte metálico Paulstra "V1B1134-03A"	6	30,89	185,34
Rueda de alveolos "TR 10/35-7"	2	1.248,57	2.497,14
Guía cadenas murdfelt	3	19,63	58,89
Arco de cadena DIN 5699	13	4,58	59,54
Cadena DIN 764 grado 30	12	30,53	366,36
Soporte INA "TASE30-XL-N"	4	95,05	380,2
Unidad de fijación cónica "TLK 130 35x60"	4	38,88	155,52
Tensor rosta "SE-18"	2	55,5	111
Motorreductor Bonfiglioli VF 49 + brazo reacción	1	481,95	481,95
Tornillería	-	-	200
Consumibles	-	-	500
Total			5.345,58

Por lo tanto, el total los costes de materiales y elementos:

Costes totales de materiales y elementos	Coste (€)
Costes de materiales del alimentador	1.234,92
Costes de materiales del elevador	740,26
Costes de elementos comerciales	5.345,58
Total	7.320,76 €

7.3. COSTES DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

Presupuesto de la fabricación y montaje estimando la cantidad de horas necesarias para llevarlo a cabo.

COSTE DE FABRICACIÓN Y MONTAJE			
Actividad	Horas	Precio (€/h)	Coste (€)
Montaje de la estructura del alimentador incluyendo la preparación y soldadura de los perfiles y bases y la fabricación de la tolva	72	30	2.160
Montaje y fabricación de los componentes de la plataforma vibrante (piezas selectoras, railes, chapas y pletinas)	64	30	1.920
Montaje y fabricación de los componentes del elevador (perfiles IPE, angulares, chapas, bases)	88	30	2.640
Fabricación de los angulares modificados de las cadenas	16	30	480
Fabricación de las rampas de entrada y salida de los pistones del elevador	40	30	1.200
Montaje del vibrador externo eléctrico y los resortes para fijar la plataforma vibrante con su estructura	16	30	480
Mecanizado de los ejes del elevador	32	30	960
Mecanizado de las poleas de reenvío del elevador	24	30	720
Mecanizado de las ruedas tensoras del elevador	16	30	480

Montaje de las cadenas transportadoras (unión de eslabones, arcos de cadenas y angulares)	16	30	480
Montaje mecánico de los componentes del elevador (ruedas, poleas, eje, unidades cónicas, soportes de rodamientos, sistema tensor, cadenas transportadoras, guías)	40	30	1.200
Total			12.720 €

Para realizar la estimación de los costes de fabricación y montaje, se ha tenido en cuenta el número de operarios y las horas trabajadas por cada uno de éstos. En turnos de ocho horas y un total de cinco operarios (un calderero, un soldador, dos mecánicos ajustadores y un mecánico tornero).

7.4. COSTE TOTAL

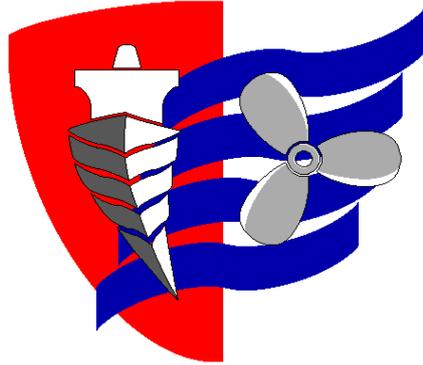
COSTE TOTAL	
Coste de diseño	15.000,00 €
Coste de materiales y elementos	7.320,76 €
Coste de fabricación y montaje	12.720,00 €
TOTAL	35.040,76 €

Se considerará un 15% del coste total para gastos generales como gastos financieros, cargas fiscales y tasas de administración. El 15% del coste total son 5.256,11 € por lo que:

El presupuesto total del proyecto asciende a la cantidad de CUARENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

40.296,87 €

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

- Apuntes de la asignatura G317: Expresión Gráfica. Responsable de la asignatura Fernando Fadón Salazar.
- Apuntes de la asignatura G1103: Mecánica y Resistencia de Materiales. Responsable de la asignatura Luis Miguel Muñiz González.
- Apuntes de la asignatura G1109: Materiales y Tecnología Mecánica. Responsable de la asignatura María Victoria Biezma Moraleda
- Apuntes de la asignatura: G1306: Ruido y Vibraciones en Buques. Responsable de la asignatura Luis Miguel Muñiz González.
- A.P. French, (1971) “Vibraciones y Ondas”. Ed. Reverté.
- N. Larburu, (2017) “Máquinas Prontuario: técnica, máquinas, herramientas”. Ed. Paraninfo.
- L. Casillas, (2008) “Máquinas Cálculos de taller”. Ed. Casillas.
- Marta Pérez, “Diseño y cálculo de la estructura de una nave industrial” (2009).
- AENOR, Asociación Española de Normalización. Disponible en:
<https://plataforma-aenormas-aenor-com.unican.idm.oclc.org/>
- UNE EN-14044. Uniones soldadas para las estructuras metálicas.
- 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.
- MDV Sistemas de Vibración. Disponible en:

<https://www.sistemasdevibracion.com/>

- Talleres Losan fabricante de alimentadores vibrantes. Disponible en:
<https://tallereslosan.com/alimentadores-vibrantes/>
- Bonfiglioli. Gearmotors, gearboxes, motors. Catálogo “Bonfiglioli Riduttori Serie VF-W Reductores de tornillo sin fin”. Disponible en:
<https://www.bonfiglioli.com/spain/es/producto/serie-vf-w>
- Paulstra Industry. Especialista en ruidos y vibraciones. Catálogo “Industry Catalog”. Disponible en:
<https://www.paulstra-industry.com/es/catalog.pdf>
- MK Technology Group. Fabricante de perfiles y técnicas de transporte. Catálogo “MK Group Técnica de transporte”. Disponible en:
https://www.mkgroup.com/fileadmin/media/catalog/es/mk_Tecnica_de_transporte_6.0.pdf#page=152
- Pewag Group. Fabricante de cadenas y elementos de tracción. Disponible en:
<https://www.pewag.com/shop/es/conveyortechnique/transportadores-de-arrastre.html>
- RODAVIGO S.A. Suministrador de productos industriales. Disponible en:
<https://rodavigo.net/es>
- ROSTA. Fabricante de tensores. Catálogo “Tensioner devices”. Disponible en:
https://www.rosta.com/ro-wAssets/docs/ROSTA_Katalog_2021_EN-hi-tensioner.pdf
- URBAR Ingenieros. Catálogo “Vibradores externos eléctricos serie MREX”. Disponible en:
<https://www.urbar.com/wp-content/uploads/2022/03/MREX-2018.pdf>

- Prontuario de perfiles estructurales Celsa Group. Disponible en:
<https://www.celsagroup.com/productos/perfiles-estructurales/>
- INA Schaeffler. Fabricante de soportes y rodamientos. Disponible en:
<https://medias.schaeffler.es/es/plp/PlummerBlockUnits>

AVISO DE RESPONSABILIDAD:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros.

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado, así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.